

**DETERMINACIÓN DE LA PRUEBA DE NATACIÓN DE 100, 200, 400 U 800
MTS., SOBRE EL 75% DEL VO_2 MÁX., TRAS LA QUE SE PRESENTA FATIGA
MUSCULAR INSPIRATORIA EN NADADORES DE ALTO RENDIMIENTO, DE
15 A 18 AÑOS, PERTENECIENTES AL CLUB ENABA DE LA V REGIÓN DE
VALPARAÍSO**

**SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA**

AUTORES: GABRIELA OVIEDO PARES
GIGLIOLA PIANO VILLAVICENCIO
VIRGINIA RUBIO HENRÍQUEZ

PROFESOR GUÍA: JUAN CRISTIAN ROJAS MONTERO KLG.
Carrera de Kinesiología
Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso

Valparaíso - Chile

2009

DEDICATORIAS

A mi familia, en especial a mi madre Marisol y mi hermano Juan Pablo, por su amor y apoyo incondicional. Gracias a mis amigos por su cariño y lealtad. Finalmente, a mi hija, Antonia, lo que más amo en mi vida, quien es mi motivación y fuerza constante para luchar.

Gabriela Oviedo Parés.

A los amores y pilares de mi vida que, estoy segura, se identificarán con estas palabras.

Gigliola Piano Villavicencio.

A mis padres Mario y Mónica, a mis hermanos Paulina, Rodrigo y Francisca, por apoyarme, darme fuerzas, y por todo el amor que me entregan a diario. A mis amigos, por su cariño e incondicionalidad. Y a Dios, que me ha acompañado en esta importante etapa de mi vida.

Virginia Rubio Henríquez.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro profesor guía, señor Juan Cristian Rojas, por su disposición, apoyo, confianza y constante interés durante toda la elaboración y desarrollo de esta investigación. De igual manera, a los profesores señoras Lorena Villarroel y Johana Soto y señor Pablo Manríquez, por entregarnos sus conocimientos y orientación de manera desinteresada, apoyando el avance y desenlace de nuestro estudio. A los nadadores del Club Enaba de la V Región de Valparaíso, que participaron en forma voluntaria y demostraron un fuerte compromiso con las mediciones. Agradecimientos especiales al entrenador señor Boris Avendaño, por su interés en la investigación y facilitación de los espacios físicos y herramientas que hicieron posible nuestro estudio. Y por último, a nuestras familias, que siempre han estado presentes, entregándonos su cariño, fuerza y apoyo incondicional durante estos años de estudio, lo que nos ha permitido conseguir nuestros objetivos.

ÍNDICE

	Página
Portada	1
Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Índice	5
Índice de tablas, gráficos y figuras	8
Siglas y abreviaturas	15
Abstract	16
Resumen	17
1.- Introducción	18
2.- Marco teórico	21
2.1 Musculatura inspiratoria.....	21
2.2 Fatiga muscular inspiratoria.....	24
2.3 <i>Metaboreflex</i>	25
2.4 Presión inspiratoria máxima.....	30
2.5 Entrenamiento de la musculatura inspiratoria.....	33
2.6 Natación.....	34
3.- Hipótesis	40
4.- Objetivos de estudio	41
4.1 Objetivo general.....	41
4.2 Objetivos específicos.....	41

5.- Materiales	43
5.1 Muestra de estudio.....	43
5.2 Instrumentos de medición.....	45
5.3 Consideraciones éticas.....	46
6.- Método	
6.1 Variables de medición.....	47
6.2 Procedimiento de toma de muestra.....	47
6.3 Análisis estadístico.....	48
	50
7.- Resultados	51
7.1 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba de 100 metros.....	51
7.2 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba de 200 metros.....	65
7.3 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba de 400 metros.....	78
7.4 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba de 800 metros.....	92
7.5 Descripción de la variación de presión inspiratoria máxima, frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno para las cuatro pruebas de natación.....	105
7.6 Descripción de la variación de disnea y esfuerzo percibido para las cuatro pruebas de natación.....	109
7.7 Análisis de la variación de presión inspiratoria máxima, frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno para las cuatro pruebas de natación.....	110
8.- Discusión	113
8.1 Presión inspiratoria máxima.....	113
8.2 Frecuencia cardiaca.....	114
8.3 Saturación de oxígeno.....	115
8.4 Disnea y esfuerzo percibido.....	116
8.5 Relación de indicadores de fatiga muscular inspiratoria.....	118

8.6 Relación entre las marcas de tiempo de los nadadores y la fatiga muscular inspiratoria.....	118
8.7 Relación entre los parámetros antropométricos de los nadadores y los indicadores de fatiga muscular inspiratoria.....	119
9. – Conclusión	121
10. – Referencias	123
11. – Anexos	127
11.1 Anexo N° 1. Porcentaje de intensidad de trabajo en base a las marcas de tiempos.....	127
11.2 Anexo N°2. Mediciones antropométricas de nadadores de Categoría Juvenil A y Juvenil B del Club Enaba de la V Región de Valparaíso.....	128
11.3 Anexo N°3. Índice de masa corporal (IMC)	129
11.4 Anexo N°4. Porcentaje de grasa corporal.....	131
11.5 Anexo N°5. Encuesta inicial.....	132
11.6 Anexo N° 6. Consentimiento informado.....	133
11.7 Anexo N°7. Escala de Borg Modificada.....	134
11.8 Anexo N° 8. Marcas de tiempo de nadadores de Categoría Juvenil A y Juvenil B del Club Enaba de la V Región de Valparaíso, en diversas pruebas de natación.....	135

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tablas	Página
Tabla 1	Indicadores de metaboreflex..... 29
Tabla 2	Valores normales para las presiones respiratorias máximas..... 31
Tabla 3	Características generales de la muestra de estudio por sexo..... 45
Tabla 4	Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO ₂ antes y después de la prueba de 100 mts., por sexo..... 51
Tabla 5	Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO ₂ antes y después de una prueba de 100 mts., por sexo..... 52
Tabla 6.1	Variación de la PIM pre/post prueba de 100 mts.... 53
Tabla 6.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-100 mts. y post-100 mts., para los sujetos del sexo masculino..... 55
Tabla 6.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-100 mts. y post-100 mts., para los sujetos del sexo femenino..... 55
Tabla 7.1	Variación de la FC pre/post prueba de 100 mts..... 56
Tabla 7.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-100 mts y post-100 mts., para los sujetos del sexo masculino..... 57
Tabla 7.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-100 mts. y post-100 mts., para los sujetos del sexo femenino..... 57
Tabla 8.1	Variación de la SaO ₂ pre/post prueba de 100 mts 58
Tabla 8.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-100 mts. y post-100 mts., para los sujetos del sexo masculino..... 59
Tabla 8.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-100 mts. y post-100 mts, para los sujetos del sexo femenino..... 59
Tabla 9.1	Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-100 mts. 60
Tabla 9.2	Tabla de contingencia Sexo *Disnea post-100 mts. 61
Tabla 10.1	Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido pre-100 mts..... 62

Tabla 10.2	Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido post-100 mts.....	63
Tabla 11	Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO ₂ antes y después de la prueba de 200 mts., por sexo.....	65
Tabla 12	Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO ₂ antes y después de una prueba de 200 mts., por sexo.....	66
Tabla 13.1	Variación de la PIM pre/post prueba de 200 mts....	67
Tabla 13.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	69
Tabla 13.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	69
Tabla 14.1	Variación de la FC pre/post prueba de 200 mts.....	70
Tabla 14.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	71
Tabla 14.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	71
Tabla 15.1	Variación de la SaO ₂ pre/post prueba de 200 mts.....	72
Tabla 15.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	73
Tabla 15.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	73
Tabla 16.1	Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-200 mts.	74
Tabla 16.2	Tabla de contingencia Sexo * Disnea post-200 mts.....	75
Tabla 17.1	Tabla de contingencia Sexo * Esf. Percibido pre-200 mts.....	76

Tabla 17.2	Tabla de contingencia Sexo * Esf. Percibido post-200 mts.....	76
Tabla 18	Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO ₂ antes y después de la prueba de 400 mts., por sexo.....	78
Tabla 19	Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO ₂ antes y después de una prueba de 400 mts., por sexo.....	79
Tabla 20.1	Variación de la PIM pre/post prueba de 400 mts.....	81
Tabla 20.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	82
Tabla 20.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	83
Tabla 21.1	Variación de la FC pre/post prueba de 400 mts.....	84
Tabla 21.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	84
Tabla 21.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	85
Tabla 22.1	Variación de la SaO ₂ pre/post prueba de 400 mts.....	86
Tabla 22.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	87
Tabla 22.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	87
Tabla 23.1	Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-400 mts.	88
Tabla 23.2	Tabla de contingencia Sexo * Disnea post-400 mts.....	89
Tabla 24.1	Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido pre-400 mts.....	90
Tabla 24.2	Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido post-400 mts.....	90
Tabla 25.	Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO ₂ antes y después de la prueba de 800 mts.,	

	por sexo.....	92
Tabla 26	Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO ₂ antes y después de una prueba de 800 mts., por sexo.....	93
Tabla 27.1	Variación de la PIM pre/post prueba de 800 mts....	94
Tabla 27.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	96
Tabla 27.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	96
Tabla 28.1	Variación de la FC pre/post prueba de 800 mts.....	97
Tabla 28.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	98
Tabla 28.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	98
Tabla 29.1	Variación de la SaO ₂ pre/post prueba de 800 mts.....	99
Tabla 29.2	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo masculino.....	100
Tabla 29.3	Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO ₂ pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo femenino.....	100
Tabla 30.1	Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-800 mts..	101
Tabla 30.2	Tabla de contingencia Sexo * Disnea post-800 mts.....	102
Tabla 31.1	Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido pre-800 mts.....	103
Tabla 31.2	Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido post-800 mts.....	103
Tabla 32.1	Variación de las variables PIM, FC y SaO ₂ de los sujetos maculinos, por prueba.....	111
Tabla 32.2	Porcentaje de variación de las variables PIM, FC y SaO ₂ de los sujetos femeninos, por prueba.....	112

Gráficos	Página	
Gráfico 1.1	Valores de PIM pre-100 mts. y post-100 mts., sexo masculino.....	54
Gráfico 1.2	Valores de PIM pre-100 mts. y post-100 mts., sexo femenino.....	54
Gráfico 2.1	Valores de FC pre-100 mts y post-100 mts., por sexo.....	56
Gráfico 3.1	Valores de SaO ₂ pre-100 mts. y post-100 mts., por sexo.....	58
Gráfico 4.1	Distribución de frecuencias de la disnea pre-100 mts., por sexo.....	61
Gráfico 4.2	Distribución de frecuencias de la disnea post-100 mts., por sexo.....	62
Gráfico 5.1	Distribución de frecuencias del Esfuerzo Percibido pre-100 mts., por sexo.....	63
Gráfico 5.2	Distribución de frecuencias del Esfuerzo Percibido post-100 mts., por sexo.....	64
Gráfico 6.1	Valores de PIM pre-200 mts. y post-200 mts., sexo masculino.....	68
Gráfico 6.2	Valores de PIM pre-200 mts. y PIM post-200 mts., sexo femenino.....	68
Gráfico 7.1	Valores de FC pre-200 mts. y FC post-200 mts., por sexo.....	70
Gráfico 8.1	Valores de SaO ₂ pre-200 mts. y post-200 mts., por sexo.....	72
Gráfico 9.1	Distribución de frecuencias de la disnea pre-200 mts., por sexo.....	74
Gráfico 9.2	Distribución de frecuencias de la disnea post-200 mts., por sexo.....	75
Gráfico 10.1	Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido pre-200 mts., por sexo.....	76
Gráfico 10.2	Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido post-200 mts., por sexo.....	77
Gráfico 11.1	Valores de PIM pre-400 mts. y post-400 mts., sexo masculino.....	81
Gráfico 11.2	Valores de PIM pre-400 mts. y post-400 mts., sexo femenino.....	82
Gráfico 12.1	Valores de FC pre-400 mts. y post-400 mts., por sexo.....	84
Gráfico 13.1	Valores de SaO ₂ pre/post prueba de 400 mts., por sexo.....	86

Gráfico 14.1	Distribución de frecuencias de la disnea pre-400 mts., por sexo.....	88
Gráfico 14.2	Distribución de frecuencias de la disnea post-400 mts., por sexo.....	89
Gráfico 15.1	Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido pre-400 mts., por sexo.....	90
Gráfico 15.2	Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido post-400 mts., por sexo.....	91
Gráfico 16.1	Valores de PIM pre-800 mts. y PIM post-800 mts., sexo masculino.....	95
Gráfico 16.2	Valores de PIM pre-800 mts. y PIM post-800 mts., sexo femenino.....	95
Gráfico 17.1	Valores de FC pre-800 mts. y post-800 mts., por sexo.....	97
Gráfico 18.1	Valores de SaO ₂ pre/post prueba de 800 mts., por sexo.....	99
Gráfico 19.1	Distribución de frecuencias de la disnea pre-800 mts., por sexo.....	101
Gráfico 19.2	Distribución de frecuencias de la disnea post-800 mts., por sexo.....	102
Gráfico 20.1	Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido pre-800 mts., por sexo.....	103
Gráfico 20.2	Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido post-800 mts., por sexo.....	104
Gráfico 21.1	Variación de la PIM de los sujetos de sexo masculino en las diferentes pruebas.....	105
Gráfico 21.2	Variación de la PIM de los sujetos de sexo femenino en las diferentes pruebas.....	106
Gráfico 21.3	Porcentaje de variación de la PIM para cada prueba, por sexo.....	106
Gráfico 22.1	Variación de la FC de los sujetos de sexo masculino en las diferentes pruebas.....	107
Gráfico 22.2	Variación de la FC de los sujetos de sexo femenino en las diferentes pruebas.....	107
Gráfico 23.1	Variación de la SaO ₂ de los sujetos de sexo masculino en las diferentes pruebas.....	108
Gráfico 23.2	Variación de la SaO ₂ de los sujetos de sexo femenino en las diferentes pruebas.....	108
Gráfico 25.1	Porcentaje de variación de las variables PIM, FC y SaO ₂ de los sujetos masculinos, por prueba.....	111
Gráfico 25.2	Porcentaje de variación de las variables PIM, FC y SaO ₂ de los sujetos femeninos, por	

prueba..... 112

Figuras		Página
Figura 1	Mecanismo de actuación del reflejo metabólico....	28
Figura 2	Efecto de la edad sobre la PIM en hombres.....	32
Figura 3	Efecto de la edad sobre la PIM en mujeres.....	32
Figura 4	Curva fuerza – velocidad.....	38
Figura 5	Curva longitud-tensión.....	39
Figura 6	Muestra de estudio.....	44
Figura 7	Medición de variables.....	49

SIGLAS Y ABREVIATURAS

- cms. = centímetros
- cms. H₂O = centímetros de agua
- FC = frecuencia cardiaca
- IMC = índice de masa corporal
- IMT = entrenamiento de la musculatura inspiratoria
- Kms. = kilómetros
- lat·min⁻¹ = latidos por minuto
- min. = minutos
- mts. = metros
- PIM = presión inspiratoria máxima
- % = porcentaje
- SaO₂ = saturación de oxígeno
- seg. = segundos
- VO_{2 máx.} = capacidad aeróbica máxima

ABSTRACT

Objective. The general purpose of this study is to determine in which free style swimming trial at 75% of $VO_2 \text{ máx.}$, 100, 200, 400 or 800 meters, inspiratory muscle fatigue occurs in trained competitive swimmers. It is proposed that once is known the distance that fatigue takes place, inspiratory muscle can be trained and so delay the apparition of it. **Subjects.** The study sample it is conformed by 14 competitive trained swimmers (6 females and 8 males), trained in free style trials of 100, 200, 400 and 800 meters, belonging to Enaba Club Youth A and Youth B categories in Valparaíso. **Design.** The swimmers conformed one group and maximal inspiratory pressure (MIP) using a Micromedical, RPM digital inspiratory pressure meter, dyspnea and perceived effort using the modified Borg scale and SaO_2 and heart rate (HR) using a Masimo Set, Rad-5 pulse oximeter before and after a 100, 200, 400 and 800 meters maximal free style swimming trials were measured. Those trials were performed at a olympic size swimming pool and each was repeated three times every 48 hours to increase the reliability of data. Every swimmer was evaluated in 12 swimming trials. **Results.** There was a statistically significant difference ($p < 0,01$) in the MIP values obtained before and after (ΔMIP) all the swimming test. The HR significantly changed ($p < 0.01$) from before to after all tests (ΔHR). This didn't happened with the arterial O_2 (ΔSaO_2) saturation which decreased significantly ($p < 0.05$) after the 400 meters. Dyspnea and perceived effort increased progressively until 400 meters trial. It is important to highlight that the difference in MIP, SaO_2 , HR, dyspnea and perceived effort for the 400 and 800 meters test was minimal. This matches the description of inspiratory muscle fatigue investigated by several authors. **Conclusions.** Inspiratory muscle fatigue occurs after a freestyle swim test of 400 mts. at maximum intensity, in high performance swimmers due to variation in the MIP, SaO_2 , FC, dyspnea and perceived effort to coincide with the literature. This occurs in men and women, evidence that the onset of inspiratory muscle fatigue does not depend on sex of the participants. This investigation will allow, in the future, the training of the inspiratory muscle on the swimmers with the goal of delaying the onset of fatigue and to enhance performance in swimming tests greater than or equal to 400 mts.

Key words: swimmers, inspiratory muscle fatigue, swimming trial, maximal inspiratory pressure, dyspnea, perceived effort, heart beat, arterial oxygen saturation.

RESUMEN

Objetivo. El propósito general de este estudio es determinar tras qué prueba de natación, 100, 200, 400 u 800 mts. estilo libre sobre el 75% del $V_{O_2 \text{ Max.}}$, se produce fatiga muscular inspiratoria en nadadores de alta competición. Se plantea que al cumplir este objetivo, puede entrenarse la musculatura inspiratoria y retrasar la aparición de fatiga muscular inspiratoria. **Muestra.** Corresponde a 14 nadadores (6 mujeres y 8 hombres) de alta competición, entrenados en pruebas de 100, 200, 400 y 800 mts., estilo libre, pertenecientes a la categoría Juvenil A y Juvenil B del Club Enaba de la V Región de Valparaíso. **Diseño.** Los nadadores conformaron un solo grupo y fueron sometidos a una evaluación de PIM a través de un pimómetro digital Micromedical, modelo RPM. La disnea y esfuerzo percibido fueron valoradas mediante la escala de *Borg* modificada, mientras que la SaO_2 y FC a través de un oxímetro de pulso marca Masimo Set, modelo Rad-5. Las mediciones se realizaron en una piscina olímpica previo y posterior a cada prueba de natación. Cada una fue repetida tres veces para aumentar la confiabilidad de los datos y realizada cada 48 hrs., realizándose en total doce mediciones a cada nadador. **Resultados.** Se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$) en los valores de PIM obtenidos previo y posterior (ΔPIM) a 100 mts. (todas las pruebas de natación. La FC aumentó significativamente ($p < 0,01$) previo y posterior a todas las pruebas (ΔFC). No ocurrió lo mismo con la SaO_2 (ΔSaO_2), que disminuyó significativamente ($p < 0,05$) recién tras la prueba de 400 mts. Con respecto a la disnea y esfuerzo percibido, ambos aumentaron de forma progresiva hasta la prueba de 400 mts. Se destaca la diferencia observada en pruebas de 400 y 800 mts. que para todas las variables fue mínima. **Conclusiones.** Tras una prueba de natación de 400 mts. estilo libre a máxima intensidad, se produce fatiga muscular inspiratoria en nadadores de alto rendimiento debido a que tras esta prueba la variación de los valores de PIM, FC, SaO_2 , disnea y esfuerzo percibido, concuerdan con los datos bibliográficos. Esto ocurre en hombres y mujeres, lo que evidencia que la aparición de fatiga muscular inspiratoria no depende del sexo de los participantes. La presente investigación permitirá, a futuro, entrenar la musculatura inspiratoria de los nadadores con el fin de retrasar la aparición de fatiga y mejorar el rendimiento en pruebas de natación mayor o igual a 400 mts.

Palabras claves: nadadores, fatiga muscular inspiratoria, prueba de natación, presión inspiratoria máxima, disnea, esfuerzo percibido, frecuencia cardiaca, saturación arterial de oxígeno.

1.- INTRODUCCIÓN

La fatiga de la musculatura inspiratoria desencadena una respuesta simpática de vasoconstricción periférica, que causa una disminución del flujo sanguíneo en las extremidades, y potencia su fatiga, lo que limita la contracción muscular y, por consiguiente, el rendimiento durante el ejercicio físico. A este fenómeno se le conoce como **metaboreflex** o **reflejo metabólico**, y se espera que ocurra en ejercicios mantenidos de alta intensidad, con elevados requerimientos ventilatorios que producen niveles significativos de fatiga muscular inspiratoria.¹

Existen variables sugerentes del *metaboreflex* que pueden dividirse en dos tipos: **indicadores de fatiga muscular inspiratoria**, tales como PIM y disnea^{2,3,4}, y medidas que reflejan la **activación del sistema nervioso simpático**, como la FC, la SaO₂ y el esfuerzo percibido.^{1,5} La PIM es valorada a través de un método no invasivo de determinación de la fuerza muscular inspiratoria, denominado **pimometría**, que presenta un protocolo de medición estandarizada.⁶

El **metaboreflex** se **exacerba en actividades bajo el agua**, debido a que la inmersión incrementa la presión hidrostática y, por consiguiente, la resistencia ofrecida a la respiración. Además, la posición corporal horizontal

durante el nado elimina el factor gravitatorio, produciendo una contracción muscular inspiratoria menos eficiente y un aumento del flujo sanguíneo desde las extremidades inferiores hacia el tórax, incrementándose así el trabajo ventilatorio. Otro factor determinante es el patrón respiratorio que adoptan los nadadores, caracterizado por un alto volumen corriente y una baja frecuencia respiratoria, que ubica a los deportistas en las regiones menos favorables de las curvas: fuerza – velocidad y longitud – tensión. Las características anteriormente expuestas predisponen a la musculatura inspiratoria a sufrir fatiga durante el ejercicio en el agua.⁴

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria tiene **efectos positivos sobre el rendimiento** de la natación, ya que al encontrarse esta musculatura mejor capacitada para responder a demandas energéticas mantenidas, se retarda la disminución del transporte de O_2 y, con esto, la fatiga muscular de extremidades. Es decir, el **metaboreflex es aplazado**.¹ Esto es especialmente significativo en nadadores de alta competición, pues en ellos los triunfos se determinan por pequeñas diferencias en las marcas de tiempo.²

Si se considera a los nadadores como un grupo especialmente susceptible a desarrollar el metaboreflex, además de la escasez de estudios relacionados con la prueba de natación en que se activa este fenómeno⁴ y, finalmente, que tras conocer la distancia a la que se activa el reflejo metabólico

se puede retrasar su aparición mediante el entrenamiento muscular inspiratorio, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿tras qué prueba de natación, 100, 200, 400 u 800 mts., estilo libre sobre el 75% del $VO_{2\text{ Max.}}$, se produce fatiga muscular inspiratoria en nadadores de alta competición, entre 15 y 18 años?

Este estudio fue llevado a cabo en la piscina olímpica de la Escuela Naval "*Arturo Prat*" de la ciudad de Valparaíso, a los nadadores entre 15 y 18 años, pertenecientes al Club Enaba de las Categorías Juvenil A y Juvenil B, durante el período septiembre- noviembre, del año 2009.

2.- MARCO TEÓRICO

2.1 Musculatura inspiratoria

El diafragma constituye el principal músculo inspiratorio. En lo que respecta a su anatomía, se origina en el esternón, las costillas y la columna lumbar, mediante tres porciones. La porción esternal se origina por medio de dos lengüetas en el dorso de la apófisis xifoides; la costal, en las superficies internas de los seis cartílagos costales inferiores y las tres o cuatro costillas inferiores de cada lado, formando interdigitaciones con el transverso abdominal. La porción lumbar se origina a través de dos pilares musculares, en los cuerpos vertebrales lumbares superiores, y de dos arcadas fibrosas a cada lado, llamadas ligamentos arqueados interno y externo, que van desde las vértebras a las apófisis transversas y, desde estas últimas, a la 12^a costilla. Estas tres porciones se insertan en una aponeurosis que no posee inserción ósea: el tendón central. El diafragma es innervado por los nervios: Frénico, C3, C4 y C5⁷, y su irrigación arterial es predominantemente proporcionada por dos arterias frénicas inferiores, dos superiores y cinco arterias bajas intercostales y subcostales.⁸ La irrigación venosa, además, está dada por las venas frénicas derecha e izquierda, que se unen y drenan hacia la vena cava inferior.⁹

Por su rol esencial en la respiración, el diafragma se encuentra continuamente activo, siendo uno de los músculos estriados más adaptados aeróbicamente en el hombre. En individuos que presentan una función pulmonar normal, el diafragma contiene una proporción relativamente alta de fibras tipo I, correspondientes aproximadamente a un 50%, comparado con las tipo IIa, aproximadamente un 30%, y las IIx, 20% aproximadamente.^{10,11,12} Las fibras tipo I son de contracción lenta, poseen abundante mioglobina en su sarcoplasma, dependen principalmente del metabolismo aeróbico y resisten a la fatiga, por lo que se encuentran adaptadas para las contracciones mantenidas. Las tipo IIx, en cambio, son de contracción rápida, contienen una baja cantidad de mioglobina y son susceptibles a la fatiga, ya que poseen un metabolismo glicolítico anaeróbico; por esto se encuentran adaptadas para contracciones discontinuas. Las fibras IIa tienen propiedades intermedias, se contraen rápidamente, son capaces de trabajar en condiciones aeróbicas y anaeróbicas; y son relativamente resistentes a la fatiga. La tensión muscular máxima desarrollada en mamíferos depende del tipo de fibra empleada, obteniendo así la más baja tensión con las fibras tipo I y la más alta con las IIx.¹³

El diafragma posee una forma característica de cúpula que separa la cavidad torácica de la abdominal. Durante la inspiración, este músculo se contrae y desciende su cúpula, lo que disminuye la presión de la cavidad torácica y aumenta el volumen pulmonar, mientras que aumenta la presión de la

cavidad abdominal. Este descenso está limitado por las vísceras abdominales y, cuando tiene lugar, el tendón central del diafragma o la llamada cúpula diafragmática, se convierte en la porción más fija del músculo. Continuamente, durante cada inspiración, las dimensiones del tórax se agrandan en los sentidos craneocaudal, anteroposterior y transversal. Por otra parte, durante la espiración, el diafragma se relaja y su cúpula asciende, aumentando así la presión de la cavidad torácica y disminuyendo el volumen pulmonar. Paralelamente, disminuye la presión de la cavidad abdominal.⁷

Los músculos inspiratorios, diafragma e intercostales externos, se comportan morfológica y funcionalmente como músculos esqueléticos; sin embargo, el diafragma tiene características bioquímicas y enzimáticas de músculo cardíaco: su contenido de mitocondrias y citocromooxidasas, su capacidad de metabolizar lactato y su flujo sanguíneo.¹⁴ Como todo músculo esquelético puede fatigarse durante ejercicios prolongados y máximos, disminuyendo el rendimiento del ejercicio. Esta situación se exagera en actividades bajo el agua, ya que en este medio el sistema respiratorio es modificado.¹⁵

2.2 Fatiga muscular inspiratoria

Históricamente, la ventilación o la función muscular respiratoria no se han considerado una limitante para el rendimiento del ejercicio físico. Sin embargo, la aparición de fatiga muscular inspiratoria, luego de un ejercicio submáximo prolongado o de un ejercicio máximo de corto tiempo, sugiere que el sistema respiratorio puede contribuir a la limitación del ejercicio.³

La fatiga muscular es definida como la incapacidad de un músculo para seguir generando una determinada fuerza de contracción frente a la misma orden motora. En el caso de la musculatura inspiratoria, esto se traduce en una disminución de la PIM y un aumento de la disnea.³

En el año 2001 Volianitis et.al. realizaron un estudio cuyo objetivo fue investigar el efecto de la fatiga muscular inspiratoria en catorce remistas de elite. Se midió la PIM previo y posterior a una prueba de remo de 6 minutos, observando una disminución de 11 %. Por tanto, tras 6 minutos de ejercicio existe fatiga de la musculatura inspiratoria.³

Lomax y Mc Connell en el año 2003, estudiaron la fatiga muscular inspiratoria en siete nadadores entrenados. Los resultados de este estudio

indicaron que 200 mts. de crawl a una alta velocidad de nado (90-95%) fueron suficientes para producir fatiga.⁴

2.3 Metaboreflex

La fatiga muscular inspiratoria desencadena el llamado *metaboreflex* (reflejo metabólico), que disminuye el rendimiento de un deportista. Cuando el reflejo es activado, se induce una respuesta simpática de vasoconstricción periférica, que causa una disminución del flujo sanguíneo a las extremidades y potencia así su fatiga, lo que limita la capacidad de contracción muscular y, consecuentemente, el rendimiento durante el ejercicio físico (Figura 1). Paralelamente a este fenómeno, se produce una vasodilatación arteriolar a nivel de la musculatura inspiratoria, que tiene como fin la redistribución del flujo sanguíneo a los tejidos vitales del deportista.¹

Durante el ejercicio, la respuesta cardiovascular, hemodinámica y ventilatoria está bajo el control del sistema nervioso autónomo, el cual depende de los inputs provenientes de las aferencias periféricas (barorreceptores, mecanorreceptores y metaborreceptores). Este sistema regula el gasto cardíaco, la conductancia vascular y la ventilación, en un intento de proveer el suficiente flujo sanguíneo oxigenado y eliminar los desechos metabólicos del ejercicio muscular. Entre los mecanismos que activan el *metaboreflex*, se

sugiere que los metabolitos producidos durante el ejercicio, como ácido láctico, adenosina, fosfato, citoquinas y cationes, se acumulan en el intersticio celular de la musculatura inspiratoria, principalmente del diafragma, cuando aumenta el estrés y el oxígeno entregado es insuficiente en relación a las necesidades metabólicas del músculo que se contrae. Esto determina una regulación refleja del sistema cardiovascular, mediante la estimulación de las fibras frénicas aferentes mielínicas del grupo III y amielínicas del grupo IV, que aumentan la actividad simpática vasoconstrictora vía reflejo supraespinal.^{5,16,17} La mayoría de estas fibras entra al cordón espinal a través de la raíz dorsal y se aloja en el cuerno posterior del segmento de entrada y en algunos superiores e inferiores a éste. Las entradas de estas fibras probablemente tienen diferentes niveles de integración.⁵ En lo que respecta a la vía descendente, el sistema nervioso autónomo se regula de un modo jerárquico conformado por el hipotálamo; zonas de la corteza límbica interconectadas con regiones no límbicas del sistema nervioso, como la neocorteza, el cerebelo y los ganglios basales; el tronco encefálico, en el que participa la formación reticular, los núcleos del rafe y el complejo del locus ceruleus, y la médula espinal. Las fibras nerviosas simpáticas se originan en la médula espinal entre los segmentos D1 y L2, para luego dirigirse hacia los tejidos u órganos estimulados. Cada vía simpática se compone de dos neuronas, una preganglionar mielínica, que se proyecta desde el SNC hacia los ganglios autónomos, y otra posganglionar amielínica, que conecta los ganglios con sus órganos diana. El cuerpo celular de la primera

está situado en el asta intermediolateral de la médula espinal, su axón pasa a través de la raíz anterior de la médula dirigiéndose al nervio espinal correspondiente, e inmediatamente después que éste sale del conducto raquídeo, las fibras preganglionares abandonan el nervio y pasan a través del ramo comunicante blanco a uno de los ganglios de la cadena simpática, desde donde pueden seguir uno de estos tres caminos: 1) establecen sinapsis con las neuronas posganglionares ubicadas en el ganglio que penetran, 2) ascienden o descenden por la cadena simpática sinaptando con otro de los ganglios de la cadena o 3) recorren distancias variables en la cadena y establecen sinapsis con un ganglio simpático periférico. La neurona posganglionar se origina en uno de los ganglios de la cadena simpática o en uno de los ganglios periféricos, desde donde se dirige hacia su destino en los diversos órganos. En el sistema simpático, las neuronas preganglionares son colinérgicas ya que secretan acetilcolina y, por el contrario, la mayor parte de las neuronas posganglionares son adrenérgicas, pues secretan noradrenalina.^{18,19}

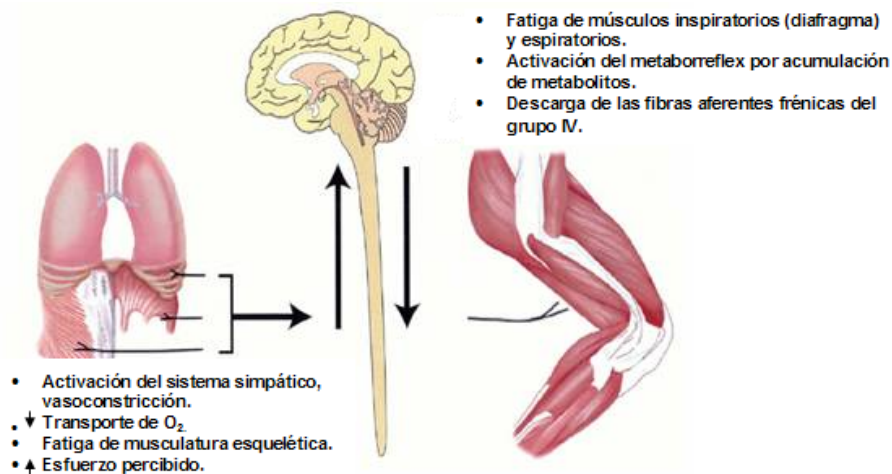


Figura 1. Mecanismo de actuación del reflejo metabólico

El metaboreflex se inicia por la fatiga muscular inspiratoria, que conlleva a una acumulación de metabolitos producidos por la contracción muscular, que estimulan al sistema simpático. Esto produce vasoconstricción periférica, lo cual aumenta la resistencia vascular sistémica, la presión sanguínea, disminuye el transporte de oxígeno a los tejidos y aumenta la fatiga de musculatura periférica y el esfuerzo percibido.^{1,5}

Existen variables sugerentes de metaboreflex que pueden dividirse en dos tipos. Por un lado, en aquellos indicadores de fatiga muscular inspiratoria tales como PIM y disnea^{2,3,4} y, por otro, aquellas medidas que reflejan la activación del sistema nervioso simpático, como la FC, la SaO₂ y el esfuerzo percibido (Tabla 1).^{1,5}

<u>Medidas</u>	<u>Definición</u>	<u>Unidad de</u>	<u>Medición</u>	<u>Referencias</u>
----------------	-------------------	------------------	-----------------	--------------------

		<i>medida</i>		
PIM	Fuerza de los músculos inspiratorios.	Cm de H ₂ O	Pimómetro digital	- Lomax M.E. y Mc Connell A.K. ⁴ - Holm P.; Sattler A.; Fregosi RF. ²
Disnea	Sensación subjetiva de dificultad respiratoria o falta de aire	-----	Escala de Borg modificada	- Volianitis S.; Mcconnell A.K.; Koutedakis Y.; Mcnaughton L.; Backx K.; Jones D.A. ³ - Lomax M.E.; Mc Connell A.K. ⁴
Esfuerzo Percibido	Percepción subjetiva de cansancio.	-----	Escala de Borg modificada	- Verges S.; Lenherr O.; Haner AC.; Schulz C.; Spengler CM. ²⁰ - Holm P.; Sattler A.; Fregosi RF. ²
FC	Número de veces que el corazón se contrae por minuto.	lat·min ⁻¹	Oxímetro de pulso	- Sheel W. A.; Derchak P.A.; Pegelow D.F.; Dempsey J.A. ²¹ - Sheel W. A.; Derchak P.A.; Pegelow D.F.; Morgan B.J.; Jacques A.J.; Dempsey J.A. ²²
SaO ₂	Medición no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos.	%	Oxímetro de pulso	- Dempsey JA.; Romer L.; Rodman J.; Miller J.; Smith C. ¹ - Vogiatzis I.; Athanasopoulos D.; Boushel R.; Guenette J.A.; Koskolou M.; Vasilopoulou M.; et al. ²³

Tabla 1. Indicadores de *metaboreflex*

Se espera que el *metaboreflex* ocurra durante ejercicios mantenidos de alta intensidad, 75-80% del VO_{2 máx.} (anexo N° 1), con elevados requerimientos ventilatorios, suficientes para obtener niveles significativos de fatiga muscular inspiratoria.^{1,17}

2.4 Presión inspiratoria máxima

Cook, et.al, en el año 1964, y Rinqvist, en el año 1966, revisaron la literatura relacionada con la determinación de presiones inspiratorias máximas y analizaron sus métodos de medición. El valor de la PIM, medido en cmH_2O , puede determinarse mediante un instrumento simple y no invasivo de medición denominado pimómetro.⁶

Las condiciones establecidas para la medición de pimometría estandarizada son las siguientes:

- Sujeto en posición bípeda o sedente, manteniendo la verticalidad del cuerpo.
- Uso de un clip nasal, que permita una inspiración absolutamente bucal.
- Durante la inspiración, se presionan ambas mejillas del sujeto con el fin de prevenir una activación muscular perioral y asegurar que el trabajo sea realizado completamente por el diafragma.
- PIM debe ser medida después de una espiración máxima, es decir, la inspiración del sujeto debe comenzar con volumen residual y llegar a capacidad pulmonar total.

- La medición debe repetirse hasta obtener dos medidas técnicamente satisfactorias y el mayor valor obtenido será usado para los cálculos subsecuentes.⁶

Black y Hyatt en 1969, determinaron los valores normales de la PIM, en 120 sujetos sanos, en relación a la edad y el sexo de los participantes. Los individuos fueron separados en 60 hombres y 60 mujeres. Cada uno de los grupos fue dividido, en dos subgrupos; el primero, cuyas edades fluctuaban entre los 20 y 70 años, y el segundo, conformado por sujetos mayores de 70 años. En los resultados se observó una diferencia en los valores de PIM obtenidos entre ambos sexos, los que fueron significativamente menores en las mujeres. Además, pudo apreciarse una disminución de la PIM en relación a la edad, en hombres y mujeres, la que fue significativa a partir de los 55 años (Tabla 2, Figura 2-3). Este mismo estudio plantea que en deportistas, en especial de alta competición, los valores de PIM son mayores.⁶

Presión	Sexo	Presión (Cm. H ₂ O)				
		Edad (años)				
		20-54	55-59	60-64	65-69	70-74
PIM	Hombres	124 ± 44	103 ± 32	103 ± 32	103 ± 32	103 ± 32
	Mujeres	87 ± 32	77 ± 26	73 ± 26	70 ± 26	65 ± 26
PEM	Hombres	233 ± 84	218 ± 74	209 ± 74	197 ± 74	185 ± 74
	Mujeres	152 ± 54	145 ± 40	140 ± 40	135 ± 40	128 ± 40

Tabla 2. Valores normales para las presiones respiratorias máximas

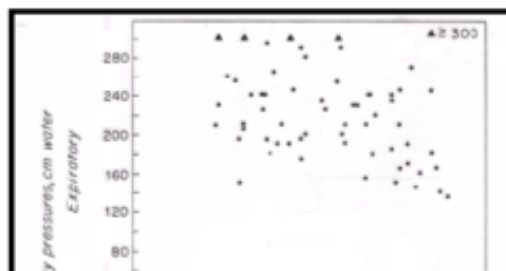


Figura 2. Efecto de la edad sobre la PIM en hombres

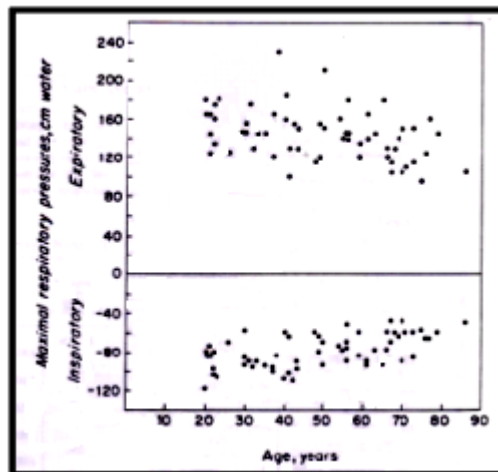


Figura 3. Efecto de la edad sobre la PIM en mujeres

2.5 Entrenamiento de la musculatura inspiratoria

Se ha observado que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria se ha llevado a cabo en ciertos deportes de competición, siendo escasos los estudios realizados en natación y, en especial, aquellos que relacionan los efectos de este tipo de entrenamiento con las marcas de tiempo en pruebas de resistencia en nadadores.^{15,24,25}

Trabajar aeróbicamente la musculatura inspiratoria tiene efectos positivos sobre el rendimiento del ejercicio de resistencia, ya que al encontrarse esta musculatura mejor capacitada para responder a demandas energéticas mantenidas, se retarda la disminución del transporte de O₂ y, con esto, la fatiga muscular de extremidades, es decir, el *metaboreflex* es aplazado.¹ Esto es especialmente significativo en sujetos que entrenan al límite de su potencial de rendimiento, ya que en ellos los triunfos se determinan por pequeñas diferencias en las marcas de tiempo.²

En el año 2007, Verges, et.al, realizaron un entrenamiento de resistencia de la musculatura respiratoria, en donde se demostró que este tipo de entrenamiento reduce el desarrollo de fatiga muscular respiratoria durante los ejercicios intensos.²⁰ Un año más tarde, Wylegala, et.al, realizaron una investigación en buceadores, la que demostró que después de este mismo entrenamiento, el tiempo de resistencia de nado aumentó significativamente, al

igual que la PIM.¹⁵ Gething, et.al, en el año 2004, observaron además en ciclistas un aumento en el tamaño del diafragma, un aumento de tiempo en la prueba de bicicleta al 75% del VO₂ máx., hasta llegar al agotamiento, y la disminución de la percepción de esfuerzo respiratorio.²⁶ Esto fue corroborado por Holm, et.al, en el año 2004.²

2.6 Natación

Se entiende por deporte de alto rendimiento aquel que tiene como objetivo lograr en el largo plazo y en una disciplina deportiva específica, elevados resultados. Los deportistas que lo practican están dotados de talento o de condiciones necesarias en los aspectos de habilidades técnicas, capacidad y constitución física, y de cualidades psicológicas en un determinado deporte. En la actualidad, la natación competitiva se considera una disciplina de alto rendimiento, desde su práctica a nivel nacional, sudamericano y mundial, siendo la FINA (Federación Internacional de Natación Amateur), el organismo encargado de normar sus actividades.²⁷

En la natación existen diferentes pruebas y estilos. Las pruebas más comunes son de 50, 100, 200, 400, 800 y 1500 mts., pudiendo practicarse en estilo libre o *crawl*, mariposa, espalda y braza, las que difieren una de otras

tanto por la posición del nadador dentro del agua, como por la dirección en la que se mueven las extremidades. La prueba de natación más común (>80%) es la de 200 mts. o menos, lo que equivale a un tiempo de nado igual o menor a 130 sgs. y demuestra la importancia de la energía y capacidad anaeróbica del deportista. Sin embargo, la naturaleza del régimen de entrenamiento de los nadadores los predispone a poseer mayor capacidad aeróbica y cardiopulmonar.²⁸

Los nadadores de alto rendimiento tienden a presentar una caracterización somatotípica con tendencia a la mesomorfia, estableciéndose diferencias por edades y géneros. Esto significa un mayor desarrollo de tejido conectivo y hueso y un metabolismo elevado. Son deportistas altos y delgados, con extremidades largas, manos con área de superficie grande y espalda ancha. Tienen gran porcentaje de masa muscular, sobre todo en el tronco y las extremidades superiores, lo que contribuye a la producción de fuerza. El porcentaje de grasa corporal es menor que el de personas no entrenadas, en el caso del hombre es entre un 15 y un 20% y en el de la mujer, de un 20 a un 25%. El bajo porcentaje de grasa corporal no parece ser un determinante de la *performance* de estos deportistas, como sí ocurre con la fuerza muscular.²⁸

Se describe que los nadadores poseen entre un 30 a un 70% de fibras tipo I, lo que se correlaciona con la naturaleza de su entrenamiento aeróbico.

Este tipo de fibras son activadas durante pruebas de 800 y 1.500 mts., debido a que son más resistentes a la fatiga. En el caso de pruebas submáximas de 200 y 400 mts., se reclutan fibras tipo I y II a en porcentaje similar. Por el contrario, las fibras tipo IIb, son reclutadas en competencias de 50 y 100 mts., donde se requiere de fuerza explosiva, lo que implica que se fatiguen más rápido.²⁸

Los nadadores poseen un mayor volumen corriente y capacidad pulmonar total, si se comparan con un grupo de personas no entrenadas y, además, presentan una capacidad de difusión pulmonar mayor a otros atletas con entrenamiento aeróbico.²⁹

El ambiente acuático produce una respuesta fisiológica en el nadador a nivel cardiovascular, respiratorio, hídrico, electroquímico y de termorregulación, que le aporta características específicas al ejercicio en el agua, distinguiéndolo del que se practica en tierra. Durante la realización de la natación, cada uno de estos sistemas puede comportarse como limitante del rendimiento deportivo.²⁸

Específicamente, en la natación, diversos factores influyen en el rendimiento de la musculatura inspiratoria:

1. La inmersión incrementa la compresión hidrostática alrededor del tórax y ejerce resistencia a la contracción de la musculatura inspiratoria.^{4,24}

2. Existe un aumento de la resistencia de la vía aérea por los altos flujos que se manejan durante la inspiración y espiración.^{28,30}

3. Los nadadores de *crawl* adoptan una posición corporal horizontal durante el nado que, al eliminar el factor gravitatorio, el cual favorece la contracción del diafragma, produce una contracción muscular menos eficiente. Por otra parte, la posición supina corporal produce un aumento del flujo sanguíneo desde las extremidades inferiores hacia el tórax, el que se exagera por la compresión periférica inducida por la inmersión. Como consecuencia, los capilares pulmonares se ven sobrecargados por un mayor volumen sanguíneo, reduciéndose la *compliance* pulmonar y el calibre de la vía aérea y, por tanto, incrementando el trabajo ventilatorio para un volumen corriente dado.^{4,24}

4. El patrón respiratorio se caracteriza por un alto volumen corriente y baja frecuencia respiratoria, lo que mantiene el aire en los pulmones por más tiempo, contribuyendo a la flotabilidad del nadador. Este patrón ubica a los deportistas en las regiones menos favorables de las curvas fuerza – velocidad y longitud – tensión (Figura 4-5).^{4, 24,31}

Debido al aumento del trabajo respiratorio, la musculatura inspiratoria debe realizar una mayor fuerza para contraerse, lo que disminuye su velocidad de contracción. Sin embargo, durante el nado el tiempo para inspirar es tan reducido, que la musculatura inspiratoria debe contraerse rápida e intensamente. Esto provoca un aumento de la sobrecarga, induciendo finalmente la fatiga. Esta situación posiciona al nadador en el extremo inferior derecho de la curva^{4, 24,31}

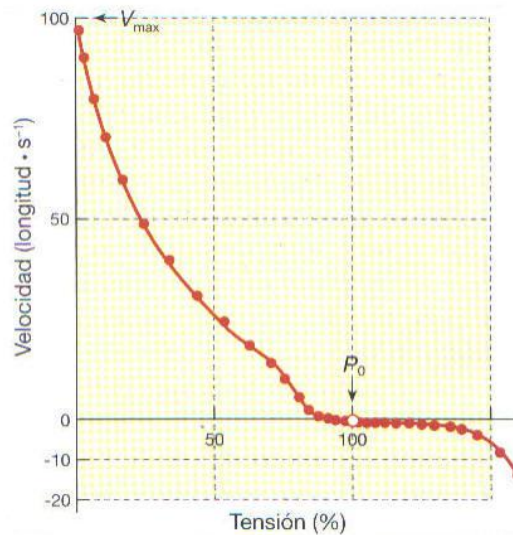


Figura 4. Curva fuerza – velocidad.³¹

La contracción muscular óptima se obtiene cuando las fibras musculares se encuentran en una longitud intermedia o de reposo (2,5-2,8 μm). Sin embargo, en los nadadores la musculatura inspiratoria trabaja desde máxima

relajación a máxima contracción, generando una inadecuada imbricación de los filamentos de actina y miosina en los dos extremos de la curva. Esto resulta desfavorable para la contracción muscular inspiratoria, disminuyendo la eficiencia mecánica durante la respiración.^{4, 24,31}

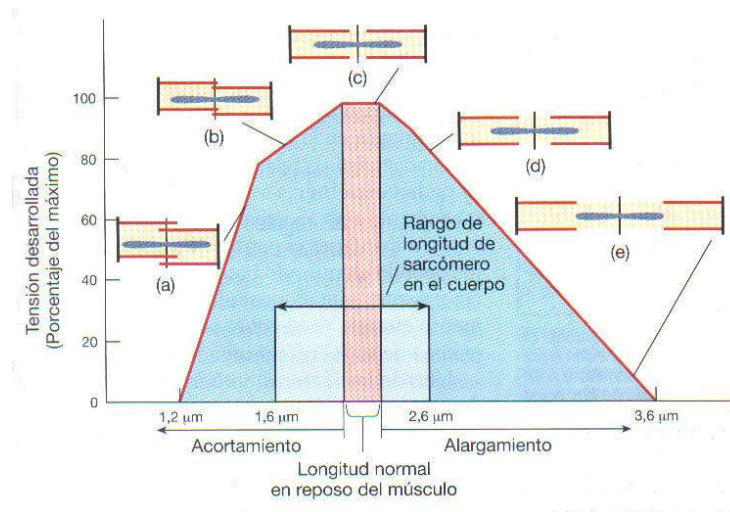


Figura 5. Curva longitud – tensión.³¹

Las características anteriormente expuestas predisponen a la musculatura inspiratoria a sufrir fatiga durante el ejercicio en el agua.^{4, 24}

3.- HIPÓTESIS

Se produce fatiga muscular inspiratoria tras pruebas de natación de 100, 200, 400 u 800 mts., estilo libre sobre 75% del VO_2 Max.,

4.- OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar tras qué prueba de natación, estilo libre sobre el 75% del VO_2 Max., se produce fatiga muscular inspiratoria en nadadores seleccionados del Club Enaba de categoría Juvenil A y Juvenil B, de la ciudad de Valparaíso.

4.2 Objetivos específicos

1. Evaluar presión inspiratoria máxima, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno previo y posterior a pruebas de natación de 100, 200, 400 y 800 mts., estilo libre a máxima intensidad.
2. Evaluar disnea y esfuerzo percibido previo y posterior a pruebas de natación de 100, 200, 400 y 800 mts., estilo libre a máxima intensidad.
3. Analizar los valores de presión inspiratoria máxima, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno, obtenidos previo y posterior a pruebas de natación de 100, 200, 400 y 800 mts., estilo libre a máxima intensidad, y entre pruebas.

4. Analizar los valores de disnea y esfuerzo percibido obtenidos previo y posterior a pruebas de natación de 100, 200, 400 y 800 mts., estilo libre a máxima intensidad, y entre pruebas.

5. Establecer si el sexo influye en la prueba de natación tras la que aparece fatiga muscular inspiratoria.

5.- MATERIALES

5.1 Muestra de estudio

Los participantes de la investigación fueron inicialmente 19 nadadores (10 hombres y 9 mujeres) de alta competición, de la categoría Juvenil A y Juvenil B, del Club Enaba de la V Región de Valparaíso. La categoría Juvenil A corresponde a individuos nacidos en los años 1993 y 1994 y la Juvenil B, desde 1990 hasta 1992.

Todos los nadadores estaban entrenados para realizar pruebas de natación, estilo libre, de 100, 200, 400 y 800 mts., y se encontraban involucrados en el entrenamiento de natación competitiva por al menos 2 años previos al comienzo del estudio. Por último, los sujetos presentaban parámetros antropométricos normales (Anexo N° 2), IMC normopeso (Anexo N° 3) y/o % de grasa corporal normal (Anexo N° 4)) (Tabla 3).

A los 19 deportistas del Club se les realizó una encuesta inicial (Anexo N° 5) con el objetivo de excluir a aquellos con alguna patología y/o complicación que pudiese afectar su rendimiento. Se excluyó a dos varones por presentar secuelas de lesión musculoesquelética sin resolver hasta la fecha del estudio, a una mujer por haber abandonado parcialmente su entrenamiento durante el último mes y a otras dos por diferentes patologías respiratorias.

La muestra final de estudio fue de 14 nadadores (8 hombres y 6 mujeres), que conformaron un solo grupo de medición (Figura 6). Todos los sujetos confirmaron su participación a través de un consentimiento informado (Anexo N° 6).

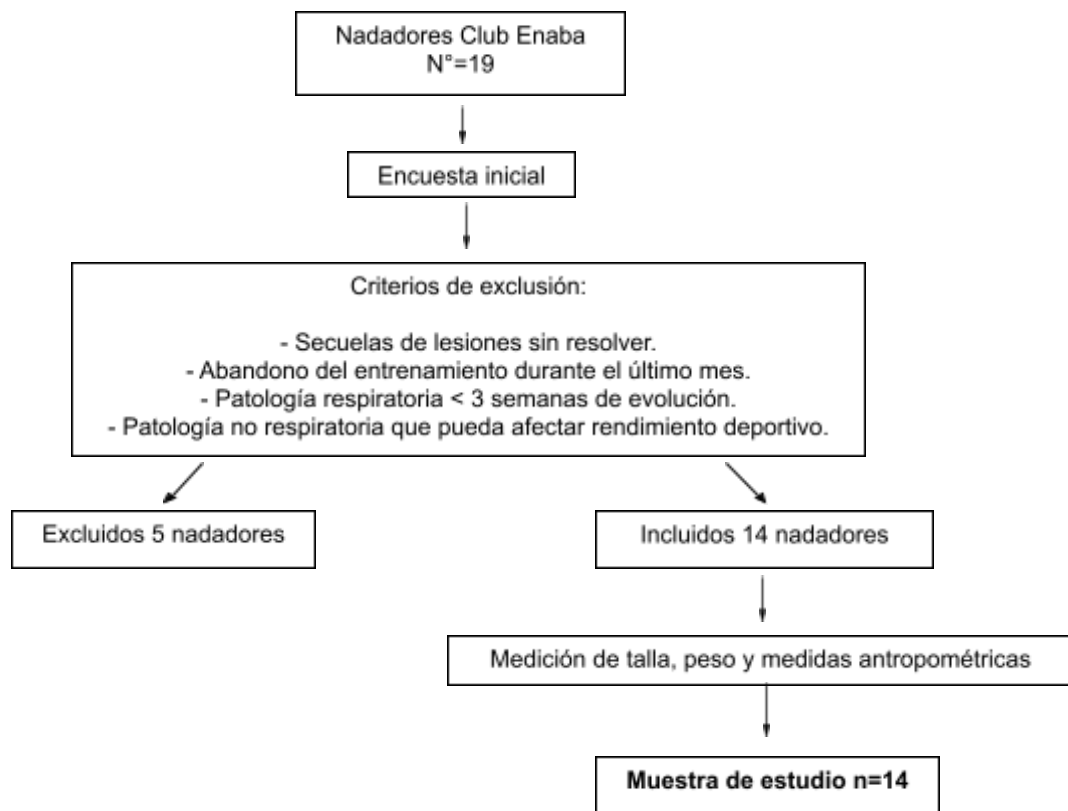


Figura 6. Muestra de estudio

Hombres				Mujeres			
<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación típica</i>

<i>Edad(años)</i>	17	15	18	1	16	15	18	1
<i>Peso (kg)</i>	63,8	49,2	73,1	7,6	53,9	43,0	67,1	8,1
<i>Talla (mts)</i>	169,9	153,0	179,5	8,0	158,2	152,0	167,0	6,6
<i>IMC</i>	22,1	20,4	25,6	2,1	21,5	18,4	24,1	1,9
<i>%GC</i>	14,66	10,97	21,09	3,64	22,25	18,87	26,10	2,60

Edad: expresada en años

Peso: expresado en kilogramos

Talla: expresada en metros

IMC: índice de Masa Corporal, peso/talla²

%GC: porcentaje de grasa corporal

Tabla 3. Características generales de la muestra de estudio por sexo.

5.2 Instrumentos de medición

- Pimómetro digital: mide la PIM en cms.H₂O. Este dispositivo se ha utilizado en diferentes estudios, que hacen válido su uso como herramienta de medición de fuerza muscular inspiratoria.^{32,33} En el presente estudio se utilizó un aparato marca Micromedical, modelo Micro RPM.
- Oxímetro de pulso: mide de forma no invasiva el oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos, además de la FC³⁴. La SaO₂ tiene como unidad de medida el % y la FC los latidos por minuto. La validez de este instrumento radica en su amplio uso en investigaciones de diversa índole.^{35,36} Específicamente, en esta

investigación fue utilizado un pulsioxímetro, cuya marca comercial es Masimo Set, modelo Rad-5.

5.3 Consideraciones éticas

El presente estudio considera todos los principios básicos de la investigación ética: mantenimiento de la identidad de los participantes, coacción, firma de un consentimiento informado, confidencialidad, protección contra daños, compartir resultados y comunicación.

6.- MÉTODO

6.1 Variables de medición

Los siguientes indicadores de *metaboreflex* fueron evaluados con el nadador dentro del agua, de forma que el tórax quedara sumergido en ella.

- PIM: la medición se realizó con un clip nasal que asegurara la respiración por vía bucal. La maniobra fue efectuada desde volumen residual hasta capacidad pulmonar total y repetida dos veces. De estas dos mediciones, se estableció como resultado final el mayor valor obtenido.
- SaO₂: se valoró mediante la colocación del dedo índice derecho del deportista en el sensor del oxímetro de pulso. Una vez que la señal fue emitida, se esperó que una saturación determinada se mantuviera 15 sgs. para tomarla como válida.
- FC: fue evaluada con el dedo índice derecho del deportista sobre el sensor del oxímetro de pulso y, al emitirse la señal desde el aparato, se tomó como válida la primera FC indicada.
- Disnea: se determinó a través de la escala de *Borg* modificada (Anexo N° 7), que fue confeccionada previo a la toma de muestra con un tamaño de

1 mt. x 75 cms., con el objetivo de facilitar la visibilidad de los números al deportista. El nadador asignó un valor numérico entre 0 y 10, de acuerdo al cansancio percibido desde el punto de vista respiratorio.

- Esfuerzo percibido: fue valorado mediante la escala de *Borg* modificada, cuyo tamaño alcanzaba medidas de 1 mt. x 75 cms., a través de la asignación de un valor numérico entre 0 y 10, de acuerdo al cansancio percibido por las extremidades superiores e inferiores.

6.2 Procedimiento de toma de muestra

Los nadadores conformaron un solo grupo y fueron sometidos a una evaluación de PIM, disnea, esfuerzo percibido, SaO_2 y FC, previo y posterior a pruebas de natación de 100, 200, 400 y 800 mts., estilo libre, sobre el 75% del VO_2_{Max} . Éstas fueron realizadas en una piscina olímpica y cada una fue repetida tres veces para aumentar la confiabilidad de los datos, por lo que, en total, a cada nadador se le midieron doce pruebas de natación. Con el fin de evitar que cada una de éstas se alterara por la fatiga muscular inspiratoria adquirida en una prueba previa, las pruebas fueron realizadas cada 48 horas (Figura 7). Antes de la toma de muestra, se realizó un estudio piloto con el objetivo de instruir y familiarizar a los nadadores con los procedimientos de toma de muestra, además de la capacitación de la técnica de medición.

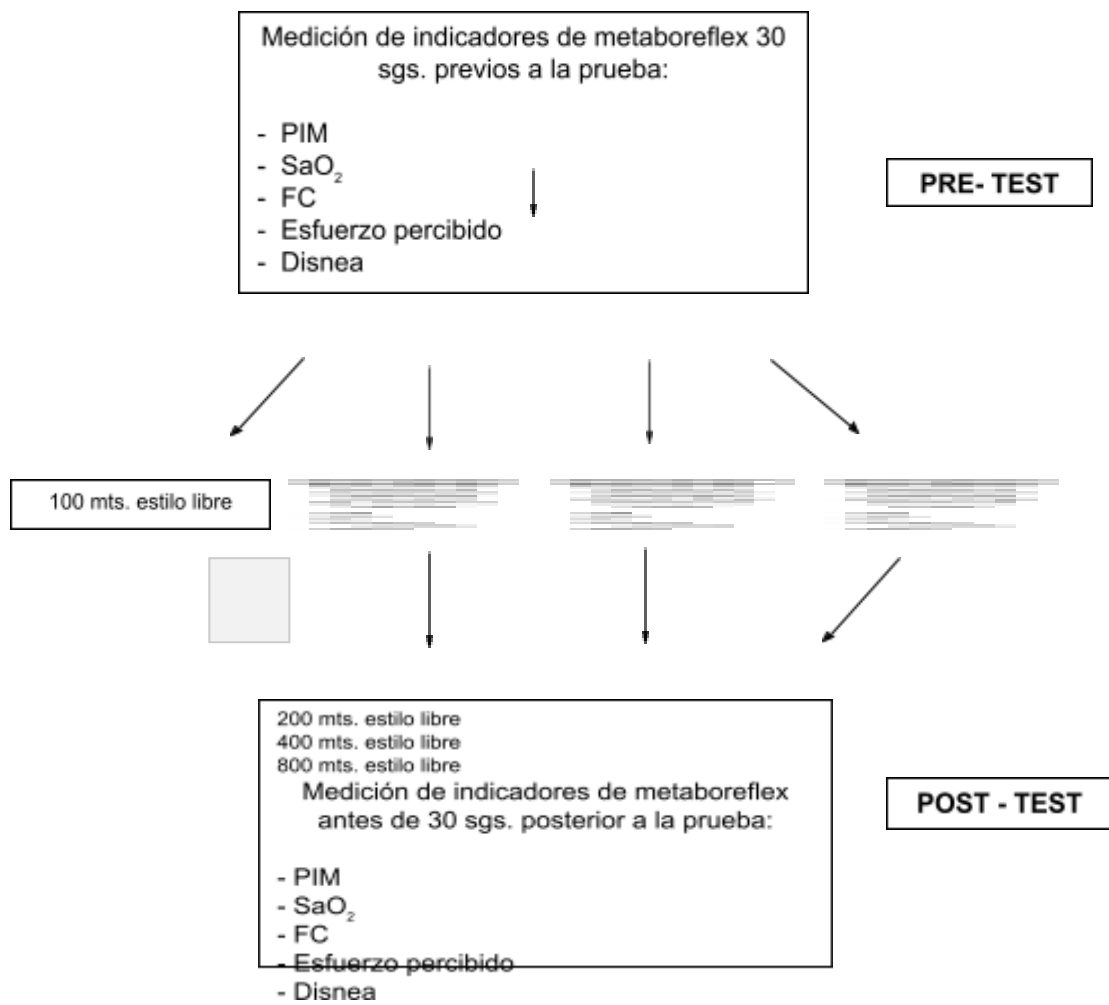


Figura 7. Medición de variables

6.3 Análisis estadístico

Todos los datos obtenidos y registrados se ordenaron en dos grupos de estudio, mujeres y hombres, en una tabla de datos utilizando el software estadístico SPSS 15.0 para Windows. Se realizó el test de normalidad de Shapiro- Wilk para conocer la distribución de los datos de cada variable.

Las variables cualitativas fueron analizadas mediante distribución de frecuencia y tabla de contingencia, mientras que para las cuantitativas, se utilizó la prueba paramétrica de contraste de medias de t-student para muestras pareadas, ya que todas las variables cumplían con la condición de normalidad. En este estudio se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$ para SaO₂ y $p < 0,01$ para PIM y FC.

7.- RESULTADOS

7.1 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba 100 mts.

La PIM, FC y SaO₂ se midieron previo (pre-100 mts) y posterior (post-100 mts) a una prueba de 100 mts. El análisis estadístico descriptivo por sexo de estas variables se detalla en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO₂ antes y después de la prueba de 100 mts., por sexo

		Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
PIM pre-100 mts.	Masculino	144	126	167	16
	Femenino	113	110	117	2
PIM post-100 mts.	Masculino	143	125	166	16
	Femenino	111	108	115	2
FC pre-100 mts.	Masculino	70	68	73	2
	Femenino	71	68	74	2
FC post-100 mts.	Masculino	99	95	102	3
	Femenino	98	96	101	2
SaO₂ pre-100 mts.	Masculino	99	98	100	1
	Femenino	99	98	100	1
SaO₂ post-100 mts.	Masculino	99	98	100	1
	Femenino	99	98	100	1

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

FC: frecuencia cardíaca; se expresa en latidos/min.

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO₂.

Se aplicó el test de Shapiro-Wilk para determinar si correspondían a variables con una distribución normal, concluyendo que todas cumplían con dicha distribución ($p > 0,05$). Estos datos se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO₂ antes y después de una prueba de 100 mts, por sexo

		<i>Shapiro-Wilk</i>		
		Estadístico	gl	Sig (P)
PIM pre-100 mts.	Masculino	0,898	8	0,277
	Femenino	0,904	6	0,4
PIM post-100 mts.	Masculino	0,892	8	0,243
	Femenino	0,957	6	0,794
FC pre-100 mts.	Masculino	0,883	8	0,203
	Femenino	0,954	6	0,773
FC post-100 mts.	Masculino	0,933	8	0,548
	Femenino	0,974	6	0,918
SaO² pre-100 mts.	Masculino	0,835	8	0,067
	Femenino	0,853	6	0,167
SaO₂ post-100 mts.	Masculino	0,835	8	0,067
	Femenino	0,866	6	0,212

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

FC: frecuencia cardíaca; se expresa en latidos/min.

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO.

Para el análisis estadístico de la variación de PIM, FC y SaO₂ desde la medición previa a la realización de la prueba de 100 mts. (pre-100 mts.) a la medición realizada una vez finalizada esta (post-100 mts), se utilizó la prueba

paramétrica de contraste de medias de t-student para muestras pareadas, ya que todas las variables cumplían con la condición de normalidad. Los valores obtenidos en dicha prueba por variable se detallan a continuación.

1. Presión Inspiratoria Máxima

Los valores de PIM tuvieron una variación (Δ PIM-100) de $144,13 \pm 15,9$ cmH₂O pre-100 mts. a $142,88 \pm 16,11$ cmH₂O post-100 mts. para los hombres (gráfico 1.1) y de $112,67 \pm 2,42$ cmH₂O pre-100 mts. a $110,83 \pm 2,48$ cmH₂O post-100 mts. para las mujeres (gráfico 1.2), lo que representa una disminución de la PIM del 0,86 y 1,63% respectivamente (Tabla 6.1). Estas diferencias en los valores de PIM son significativas ($P < 0,01$) tanto para hombres como para mujeres, como lo demuestran los valores obtenidos en la prueba t-student para muestras pareadas (tabla 6.2 y 6.3).

Tabla 6.1. Variación de la PIM pre/post prueba de 100 mts.

	PIM pre-100 mts.	PIM post-100 mts.	Δ PIM-100	
			Δ	%
Masculino	144,13	142,88	-1,25	0,86
Femenino	112,67	110,83	-1,84	1,63

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Gráfico 1.1. Valores de PIM pre-100 mts. y PIM post-100 mts., sexo masculino

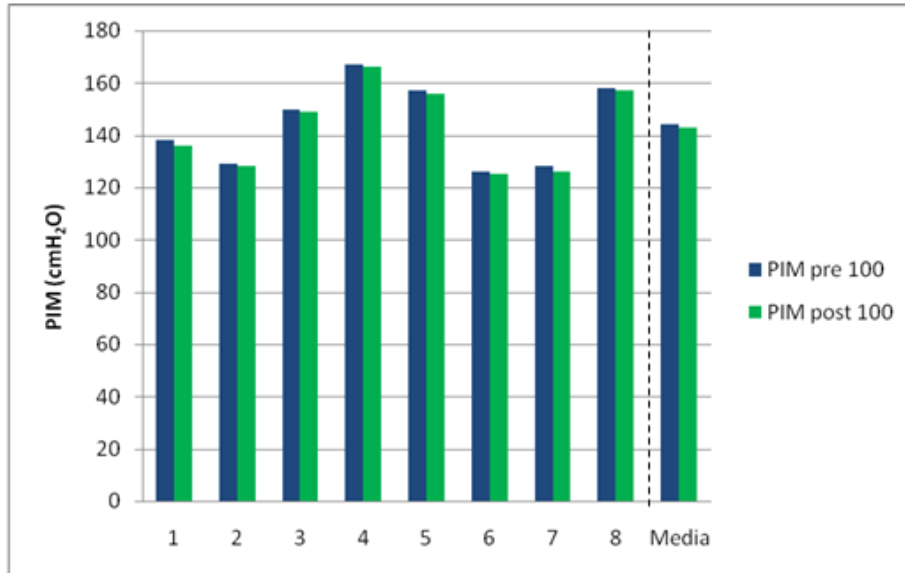


Gráfico 1.2. Valores de PIM pre-100 mts. y PIM post-100 mts., sexo femenino

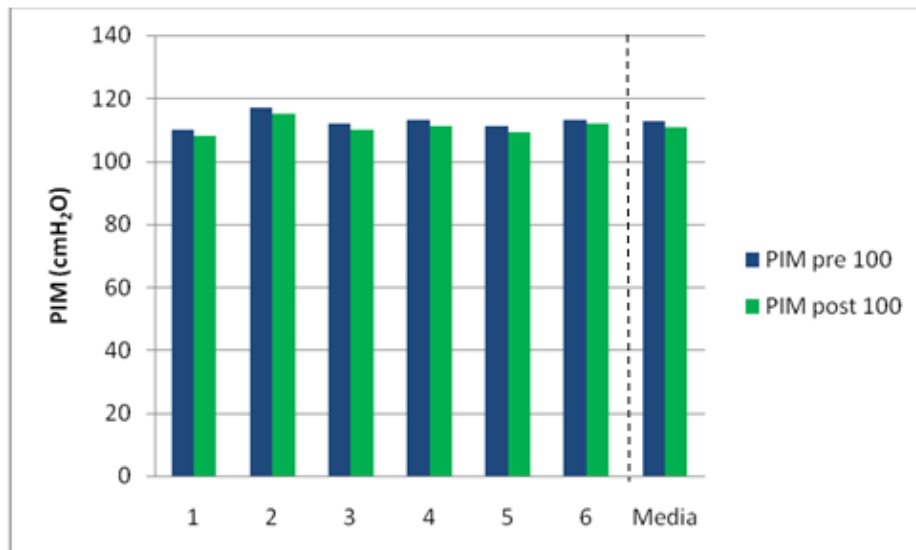


Tabla 6.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-100 mts. y PIM post-100 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
PIM pre-100 mts. - PIM post-100 mts.	1,250	0,463	0,164	0,677	1,823	7,638	7	0,0001

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Tabla 6.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-100 mts. y PIM post-100 mts., para los sujetos del sexo femenino

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
PIM pre-100 mts - PIM post-100 mts	1,833	0,408	0,167	1,161	2,505	11,00	5	0,0001

Frecuencia cardiaca

La FC mostró diferencias entre las mediciones previas y posteriores a la prueba de 100 mts. (Δ FC-100). En los sujetos de sexo masculino, esta diferencia es significativa ($p < 0,01$); la FC varió desde $70,25 \pm 1,98 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$ pre-100 mts a $98,75 \pm 2,6 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$ post-100 mts., lo que representa un aumento

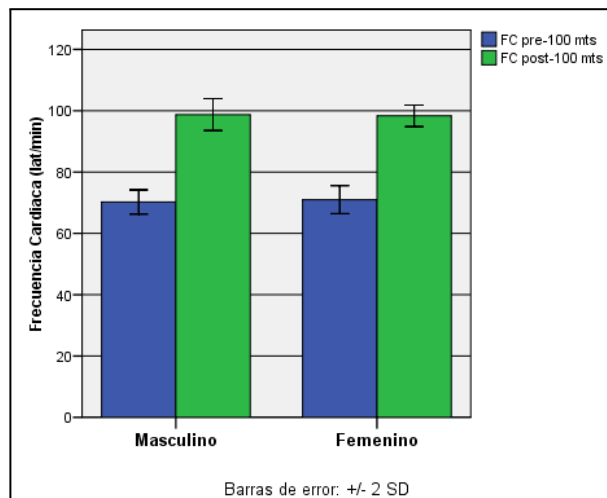
del 40,6 %. En los sujetos del sexo femenino la diferencia también es significativa ($p < 0,01$); la variación fue de $70 \pm 2,28 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$ pre-100 mts. a $98,33 \pm 1,75 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$ post-100 mts. (gráfico 2.1), lo que representa un aumento del 40,5 % de la FC (tabla 7.1). Los valores obtenidos a la prueba t-student para muestras pareadas se detallan en las tablas 7.2 y 7.3.

Tabla 7.1. Variación de la FC pre/post prueba de 100 mts.

	FC pre-100 mts.	FC post-100 mts.	Δ FC-100	
			Δ	%
Masculino	70,25	98,75	28,5	40,6
Femenino	70	98,33	28,33	40,5

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

Gráfico 2.1. Valores de FC pre-100 mts. y FC post-100 mts., por sexo



Las barras representan medias.

Tabla 7.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-100 mts. y FC post-100 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas							Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	
				Inferior	Superior			
FC pre-100 mts – FC post-100 mts	-28,5	2,726	0,964	-31,872	-25,13	-29,58	7	0,0001

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

Tabla 7.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-100 mts. y FC post-100 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas							Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	
				Inferior	Superior			
FC pre-100 mts. – FC post-100 mts.	-27,3	3,077	1,256	-32,4	-22,27	-21,76	5	0,0001

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

2. Saturación de oxígeno

Al contrario de la PIM y FC, la diferencia entre los valores de SaO₂ obtenidos previos y posterior a la prueba de 100 mts. (Δ SaO₂-100), no fue significativa para hombres y mujeres ($p < 0,05$). En el caso de los sujetos del sexo masculino, ésta varió desde $98,88 \pm 0,83$ %HbO₂ pre-100 mts. a $99,13 \pm 0,83$ %HbO₂ post-100 mts., lo que representa un aumento de un 0,2%. Para los sujetos del sexo femenino, en tanto, la SaO₂ varió desde $99 \pm 0,89$ %HbO₂

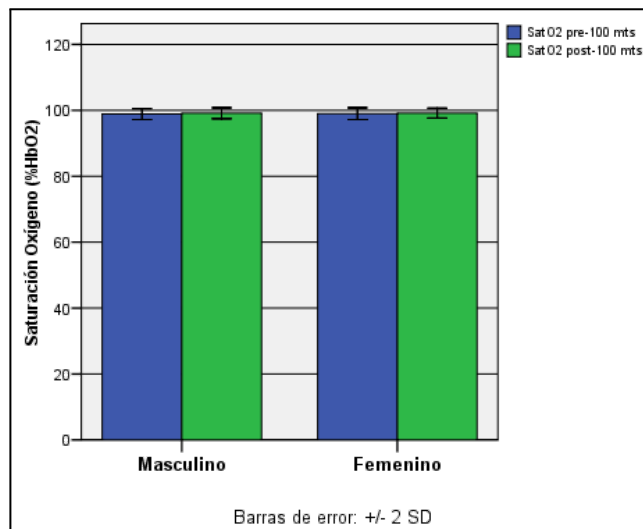
pre-100mts. a $99,17 \pm 0,75$ %HbO₂ post-100 mts. (gráfico 3.1), es decir, un aumento de apenas un 0,17% (tabla 8.1). Los valores obtenidos a la prueba t-student para muestras relacionadas se detallan en las tablas 8.2 y 8.3.

Tabla 8.1. Variación de la SaO₂ pre/post prueba de 100 mts.

	SaO ₂ pre-100	SaO ₂ post-100	ΔSaO ₂ -100	
	mts	mts	Δ	%
Masculino	98,88	99,13	0,25	0.2
Femenino	99	99,17	0,17	0,17

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Gráfico 3.1. Valores de SaO₂ pre-100 mts. y post-100 mts., por sexo



Las barras representan media.

Tabla 8.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-100 mts. y post-100 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
SaO₂ pre-100 mts. – SaO₂ post-100 mts.	-0,25	1,165	0,41	-1,22	0,72	-0,61	7	0,56

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Tabla 8.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-100 mts.y post-100 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
SaO₂ pre-100 mts. – SaO₂ post-100 mts.	-0,167	0,98	0,4	-1,2	0,86	-0,42	5	0,695

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Las variables cualitativas medidas previo y posterior a la realización de la prueba de 100 mts., corresponden a disnea pre-100 mts. y esfuerzo percibido pre-100 mts. y disnea post-100 mts. y esfuerzo percibido post-100 mts., respectivamente. El análisis estadístico de estas variables se detalla a continuación.

4. Disnea

El análisis estadístico de la disnea pre-100 mts. y post-100 mts. para ambos sexos se detalla en las tablas de contingencia 9.1 y 9.2 y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 4.1 y 4.2.

Tabla 9.1. Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-100 mts.

		Disnea pre-100 mts.	
		<i>Sin disnea</i>	<i>Total</i>
Masculino	N	8	8
	%	100,0%	100,0%
Femenino	N	6	6
	%	100,0%	100,0%

Gráfico 4.1. Distribución de frecuencias de la disnea pre-100 mts., por sexo

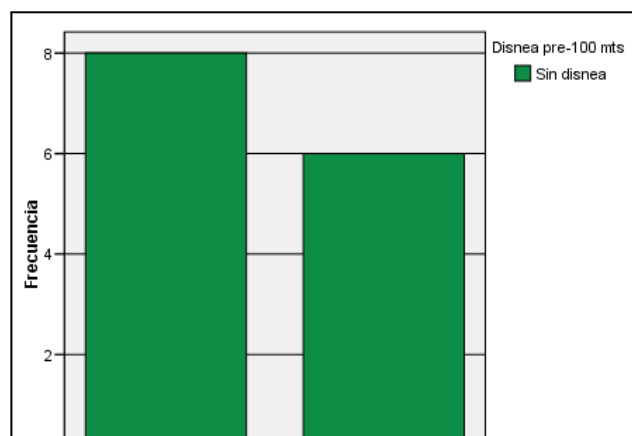
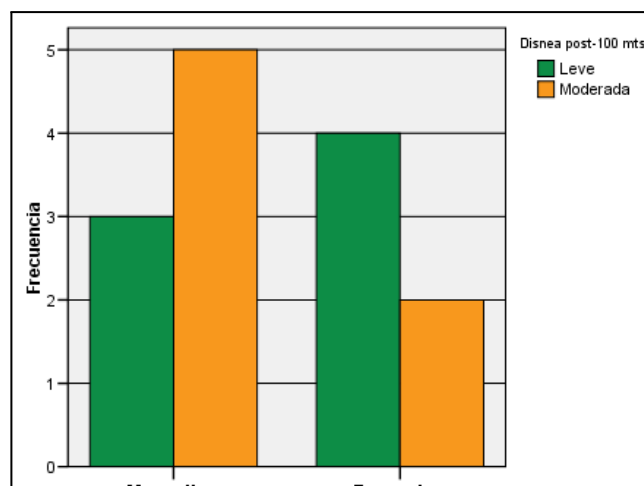


Tabla 9.2. Tabla de contingencia Sexo * Disnea post-100 mts.

	<i>Disnea post-100 mts.</i>			Total
		<i>Leve</i>	<i>Moderada</i>	
Masculino	n	3	5	8
	%	37,5%	62,5%	100,0%
Femenino	n	4	2	6
	%	66,7%	33,3%	100,0%

Gráfico 4.2. Distribución de frecuencias de la disnea post-100 mts., por sexo



5. Percepción de Esfuerzo

El análisis estadístico de la percepción de esfuerzo pre-100 mts. y post-100 mts. para ambos sexos se detalla en las tablas de contingencia 10.1 y 10.2 y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 5.1 y 5.2.

Tabla 10.1. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido pre-100 mts.

		Esf. Percibido pre-100 mts.	
		<i>Nada</i>	<i>Total</i>
Masculino	N	8	8
	%	100,0%	100,0%
Femenino	N	6	6
	%	100,0%	100,0%

Gráfico 5.1. Distribución de frecuencias del Esfuerzo Percibido pre-100 mts., por sexo

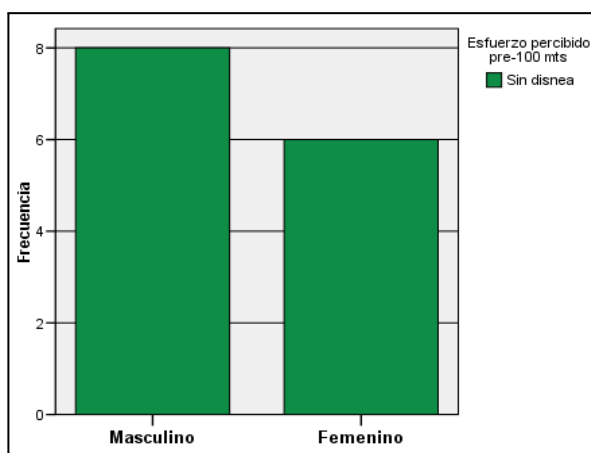
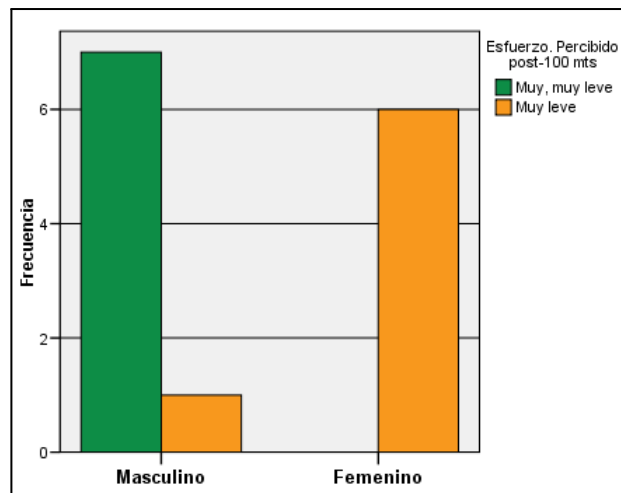


Tabla 10.2. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido post-100 mts.

		Esfuerzo percibido post-100 mts		Total
		Muy, muy leve	Muy leve	
Masculino	N	7	1	8
	%	87,5%	12,5%	100,0%
Femenino	N	0	6	6
	%	0,0%	100,0%	100,0%

Gráfico 5.2. Distribución de frecuencias del Esfuerzo Percibido post-100 mts., por sexo



7.2 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba 200 mts.

Al igual que en la prueba de 100 mts., las variables PIM, FC y SaO_2 , fueron medidas previo (pre-200 mts.) y posterior (post-200 mts.) a una prueba de 200 mts. El análisis descriptivo de estas variables se detalla en la tabla 11.

Tabla 11. Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO_2 antes y después de la prueba de 200 mts., por sexo

		<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación estándar</i>
PIM pre-200 mts.	Masculino	145	128	168	16
	Femenino	113	110	117	3
PIM post-200 mts.	Masculino	140	122	163	16
	Femenino	108	105	111	2
FC pre-200 mts.	Masculino	70	68	72	1
	Femenino	69	67	71	2
FC post-200mts.	Masculino	125	123	128	2
	Femenino	123	121	125	2
SaO2 pre-200 mts.	Masculino	99	98	100	1
	Femenino	99	98	100	1
SaO2 post-200mts.	Masculino	99	98	100	1
	Femenino	99	98	100	1

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en latidos/min.

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO₂.

Todas las variables cumplen con una distribución normal ($p > 0,05$) como lo reflejan los valores obtenidos en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk detallados en la tabla 12.

Tabla 12. Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO₂ antes y después de una prueba de 200 mts., por sexo

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
PIM pre-200 mts.	Masculino	0,879	8	0,185
	Femenino	0,903	6	0,391
PIM post-200 mts.	Masculino	0,889	8	0,230
	Femenino	0,902	6	0,385
FC pre-200 mts.	Masculino	0,932	8	0,534
	Femenino	0,920	6	0,505

FC post-200mts.	Masculino	0,846	8	0,087
	Femenino	0,908	6	0,425
SaO2 pre-200 mts.	Masculino	0,835	8	0,067
	Femenino	0,866	6	0,212
SaO2 post-200mts.	Masculino	0,827	8	0,056
	Femenino	0,822	6	0,091

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en latidos/min.

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO₂.

Al igual que en la prueba de 100 mts., las variables presentan diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos en las mediciones realizadas previo y posterior a la prueba de 200 mts. Para el análisis estadístico de estas diferencias se utilizó la prueba paramétrica de contraste de medias t-student para muestras pareadas, ya que todas las variables cumplen con una distribución normal. Los valores obtenidos en la prueba para cada variable se detallan a continuación.

1. Presión Inspiratoria Máxima

Los valores de la PIM tuvieron una variación (Δ PIM-200) desde $144,75 \pm 15,98$ cmH₂O pre-200 mts. a $139,63 \pm 16,13$ cmH₂O post-200 mts. en los sujetos del sexo masculino (gráfico 6.1), es decir, una disminución del 3,53% (5,12 cmH₂O) . En los sujetos del sexo femenino, en tanto, la PIM varió desde $112,83 \pm 2,63$ cmH₂O pre-200 mts. a $107,67 \pm 2,33$ cmH₂O post-200 mts.

(gráfico 6.2), lo que representa una disminución del 4,57% (5,16 cmH₂O) (tabla 13.1).

Estas diferencias fueron significativas en ambos casos ($p < 0,01$). Los valores obtenidos en la prueba t-student para muestras pareadas se detallan en las tablas 13.2 y 13.3.

Tabla 13.1. Variación de la PIM pre/post prueba de 200 mts.

	PIM pre-200 mts.	PIM post-200 mts.	Δ PIM-200	
			Δ	%
Masculino	144,75	139,63	-5,12	3,53
Femenino	112,83	107,67	-5,16	5,16

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Gráfico 6.1. Valores de PIM pre-200 mts. y PIM post-200 mts., sexo masculino

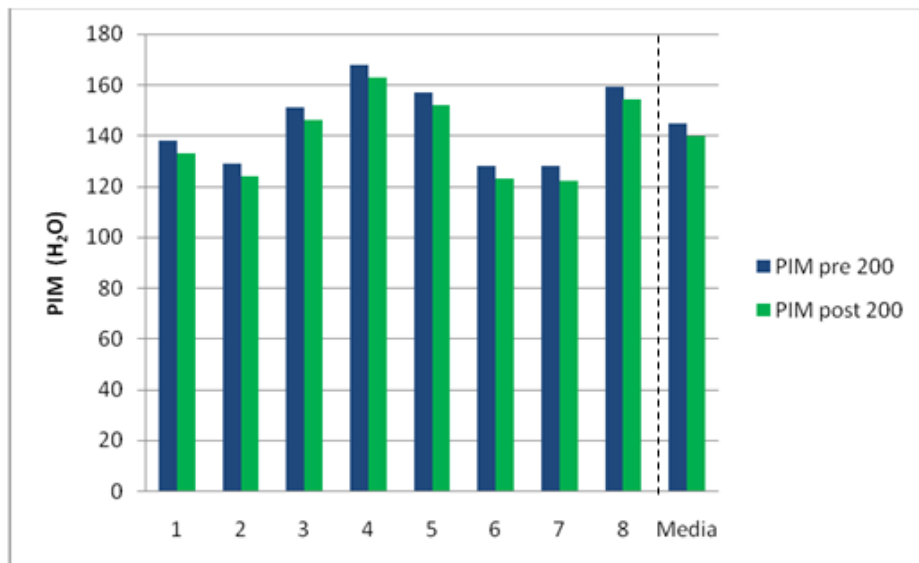


Gráfico 6.2. Valores de PIM pre-200 mts. y PIM post-200 mts., sexo femenino

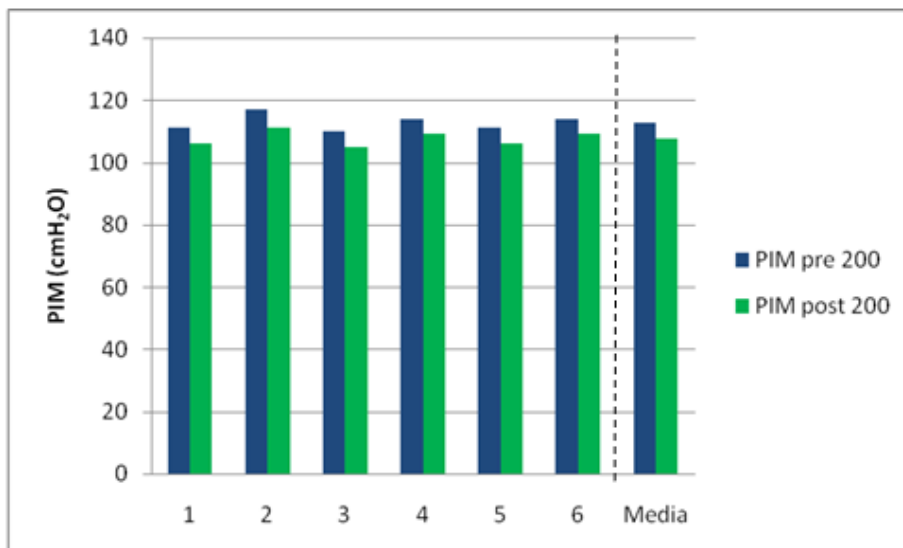


Tabla 13.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-200 mts. y PIM post-200 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
PIM pre-200 mts. - PIM post-200 mts.	5,12 5	0,354	0,125	4,688	5,562	41	7	0,0001	

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Tabla 13.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-200 mts. y PIM post-200 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas						T	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
PIM pre-200 mts. - PIM post-200 mts.	5,16 7	0,408	0,167	4,495	5,839	31	5	0,0001	

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

2. Frecuencia Cardiaca

Se observó una diferencia de la FC entre los valores de la medición previa y posterior a la prueba de 200 mts. (Δ FC-200). En los sujetos del sexo masculino, la FC varió desde $70 \pm 1,19$ lat/min pre-200 mts. a $124,63 \pm 1,59$ lat/min post-200 mts., es decir, aumentó un 78% (54,63 lat/min), mientras que en los del sexo femenino, ésta fue desde $69,3 \pm 1,6$ lat/min pre-200 mts. a

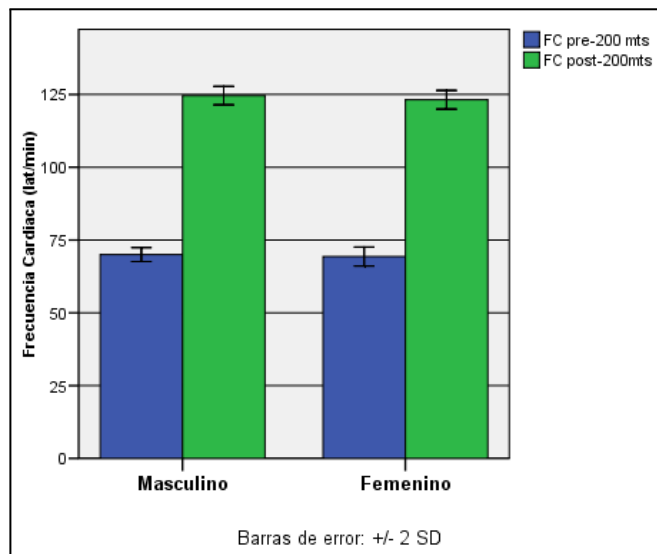
123,17 ± 1,6 lat/min post-200 mts. (gráfico 7.1), lo que significa un aumento de un 77,7% (53,87 lat/min). La variación de la FC se detalla en la tabla 14.1.

Tabla 14.1. Variación de la FC pre/post prueba de 200 mts.

	FC pre-200 mts.	Fc post-200 mts.	ΔFC-200	
			Δ	%
Masculino	70	124,63	54,6	78
Femenino	69,3	123,17	53,8	77,7

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

Gráfico 7.1. Valores de FC pre-200 mts. y FC post-200 mts., por sexo



representan media.

Las barras

Nuevamente, estas diferencias alcanzaron la significancia estadística ($p < 0,01$), como lo demuestran los valores obtenidos a la prueba t-student para muestras pareadas detallados en las tablas 14.2 y 14.3.

Tabla 14.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-200 mts. y FC post-200 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas					T	gl	Sig. (bilateral)
	Medi a	Desviación típ.	Error tít. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Superior	Inferior			
FC pre-200 mts. - FC post-200 mts.	-54,6	2,326	0,82	-57,5	-51,7	-66,4	7	0,0001

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

Tabla 14.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-200 mts. y FC post-200 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Medi a	Desviación típ.	Error tít. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Superior	Inferior			
FC pre-200 mts. - FC post-200 mts.	-53,8	2,229	0,91	-57,5	-50,165	-59,1 7	5	0,0001

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

3. Saturación de Oxígeno

Los valores de SaO₂ obtenidos por los nadadores también variaron desde la medición realizada antes de la prueba de natación a la realizada una

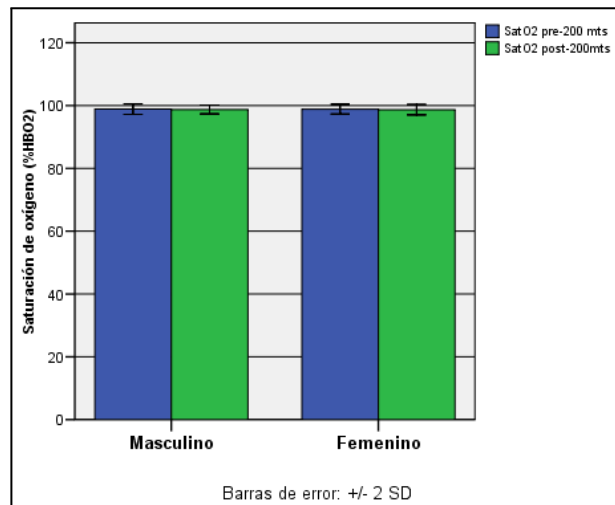
vez finalizada (Δ SaO₂-200). En los sujetos masculinos, la SaO₂ varió desde una media de 98,88 \pm 0,8 %HbO₂ pre-200 mts. a 98,75 \pm 0,7 %HbO₂, esto es una disminución de apenas un 0,13%. En el sexo femenino, esta diferencia también fue mínima; de 98,83 \pm 0,7 %HbO₂ pre-200 mts. disminuyó a post-200 mts. 98,67 \pm 0,8 % HbO₂ (gráfico 8.1), es decir, una disminución del 0,16% (tabla 15.1).

Tabla 15.1. Variación de la SaO₂ pre/post prueba de 200 mts.

	SaO ₂ pre-200 mts.	SaO ₂ post-200 mts.	Δ SaO ₂ -200	
			Δ	%
Masculino	98,88	98,75	0,13	0,13
Femenino	98,83	98,67	0,16	0,16

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂

Gráfico 8.1. Valores de SaO₂ pre-200 mts. y post-200 mts., por sexo



Las barras representan media.

Sin embargo, estas diferencias no alcanzaron la significancia estadística ($p > 0,05$), como lo demuestran los valores obtenidos a la prueba t-student para muestras pareadas detallados en las tablas 15.2 y 15.3.

Tabla 15.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas						T	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
SaO₂ pre-200 mts.-SaO₂ post-200mts.	0,12 5	1,126	0,398	-0,81	1,06	0,31	7	0,763	

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Tabla 15.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-200 mts. y post-200 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas						T	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
SaO₂ pre-200 mts. – SaO₂ post-200 mts.	0,16 7	0,983	0,4	-0,865	1,198	0,41 5	5	0,695	

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Las variables cualitativas disnea y percepción de esfuerzo también fueron medidas previa y posterior a la realización de la prueba de 200 mts. El análisis estadístico de estas variables se detalla a continuación.

4. Disnea

El análisis estadístico de la disnea pre-200 mts. y post-200 mts. para ambos sexos se detalla en las tablas de contingencia 16.1 y 16.2, y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 9.1 y 9.2.

Tabla 16.1. Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-200 mts.

		Disnea pre-200 mts.	
		<i>Sin disnea</i>	<i>Total</i>
Masculino	n	8	8
	%	100%	100%
Femenino	n	6	6
	%	100%	100%

Gráfico 9.1. Distribución de frecuencias de la disnea pre-200 mts., por sexo

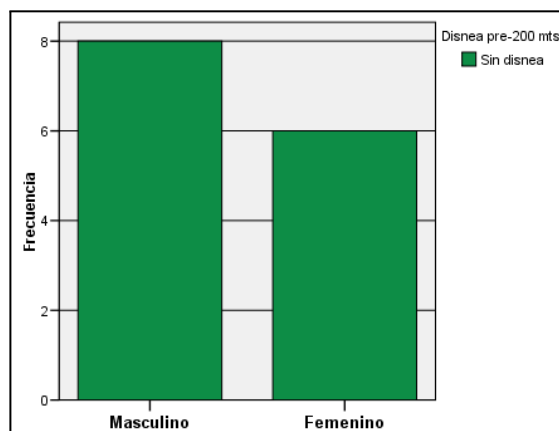
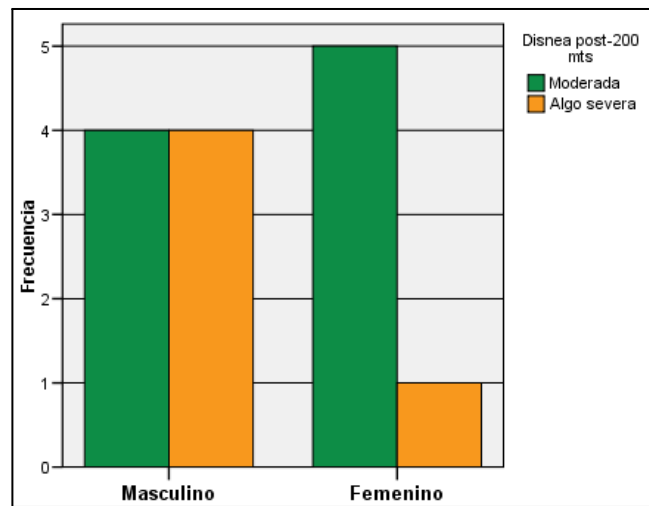


Tabla 16.2. Tabla de contingencia Sexo * Disnea post-200 mts.

		Disnea post-200 mts.		Total
		Moderada	Algo severa	
Masculino	N	4	4	8
	%	50%	50%	100%
Femenino	N	5	1	6
	%	83,3%	16,7%	100%

Gráfico 9.2. Distribución de frecuencias de la disnea post-200 mts., por sexo



5. Esfuerzo Percibido

El análisis estadístico del esfuerzo percibido pre-200 mts. y post-200 mts. para ambos sexos se detalla en las tablas de contingencia 17.1 y 17.2 y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 10.1 y 10.2.

Tabla 17.1. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido pre-200 mts.

		Esf. Percibido pre-200 mts.		
			<i>Nada</i>	<i>Total</i>
Masculino	N		8	8
	%		100,0%	100,0%
Femenino	N		6	6
	%		100,0%	100,0%

Gráfico 10.1. Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido pre-200 mts., por sexo

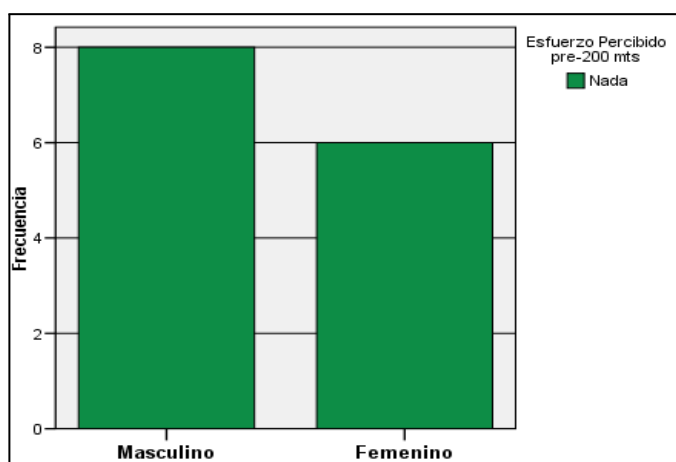
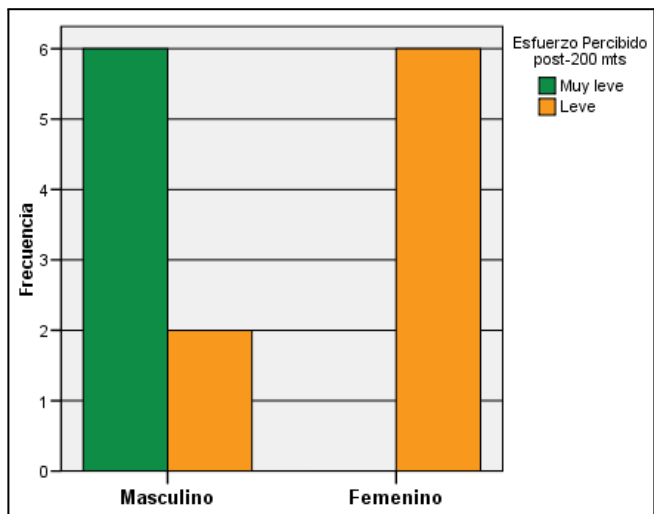


Tabla 17.2. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido post-200 mts.

		Esf. Percibido post-200 mts.			
			<i>Muy leve</i>	<i>Leve</i>	<i>Total</i>
Masculino	N		6	2	8
	%		75%	25%	100,0%
Femenino	N		0	6	6
	%		0%	100%	100,0%

Gráfico 10.2. Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido post-200 mts., por sexo



7.3 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba de 400 mts.

Al igual que en la prueba de 100 mts. y 200 mts. libres, las variables PIM, FC y SaO₂ fueron medidas previa (pre-400 mts.) y posterior (post-400 mts.) a una prueba de 400 mts. El análisis descriptivo de estas variables se detalla en la tabla 18.

Tabla 18. Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO₂ antes y después de la prueba de 400 mts., por sexo

		<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación estándar</i>
PIM pre-400 mts.	Masculino	145	127	167	16
	Femenino	114	112	117	2
PIM post-400 mts.	Masculino	122	103	144	15
	Femenino	91	89	94	2
FC pre-400 mts.	Masculino	70	69	73	1
	Femenino	72	71	73	1
FC post 400 mts.	Masculino	162	159	163	2
	Femenino	161	158	163	2
SaO₂ pre-400 mts.	Masculino	99	98	100	1
	Femenino	99	98	100	1
SaO₂ post-400 mts.	Masculino	96	94	97	1
	Femenino	95	94	97	1

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en latidos/min.

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO₂.

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, arrojando que todas las variables tienen una distribución normal ($p > 0,05$), como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO₂ antes y después de una prueba de 400 mts., por sexo

		<i>Shapiro-Wilk</i>		
		<i>Estadístico</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>
PIM pre-400 mts.	Masculino	0,897	8	0,273
	Femenino	0,815	6	0,08
PIM post-400 mts.	Masculino	0,913	8	0,373
	Femenino	0,866	6	0,21
FC pre-400 mts.	Masculino	0,858	8	0,114
	Femenino	0,853	6	0,167
FC post 400 mts.	Masculino	0,871	8	0,156
	Femenino	0,873	6	0,238
SaO₂ pre-400 mts.	Masculino	0,835	8	0,067
	Femenino	0,853	6	0,167
SaO₂ post-400 mts.	Masculino	0,897	8	0,274
	Femenino	0,908	6	0,421

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.
 FC: frecuencia cardiaca; se expresa en latidos/min.
 SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO₂.

Para el análisis estadístico de la variación de la PIM, FC y SaO₂ desde la medición previa a la realización de la prueba de 400 mts. (pre-400 mts.) a la realizada una vez finalizada ésta (post-400 mts.) se utilizó la prueba paramétrica de contraste de medias de t-student para muestras pareadas, ya que todas las variables cumplían con la condición de normalidad. Los valores obtenidos en dicha prueba por variable se detallan a continuación.

1. Presión Inspiratoria Máxima

Al igual que en las dos pruebas analizadas previamente, los valores de PIM obtenidos antes y después de la prueba de 400 mts. difieren (Δ PIM-400). En los hombres, la PIM disminuyó desde $144,88 \pm 15,7$ cmH₂O pre-400 mts. a $122,25 \pm 15,4$ cmH₂O (gráfico 11.1), lo que representa una disminución de un 15,6% (-22.6 cmH₂O). De forma similar, los sujetos del sexo femenino presentaron una disminución de la PIM, la que fue desde $113,5 \pm 1,8$ cmH₂O pre-400 mts. a $90,83 \pm 1,7$ cmH₂O post-400 mts. (gráfico 11.2), es decir, una disminución del 19,9 % (- 22,7 cmH₂O) (Tabla 20.1). Estas diferencias entre la medición de la PIM pre y post prueba de 400 mts. son estadísticamente significativas ($p < 0,01$), como lo demuestra los valores obtenidos a la prueba t-student para muestras pareadas detallados en las tablas 20.2 y 20.3.

Tabla 20.1 Variación de la PIM pre/post prueba de 400 mts.

	PIM pre-400 mts.	PIM post-400 mts.	PIM-400	
			Δ	%
Masculino	144,88	122,25	-22,6	15,6
Femenino	113,5	90,83	-22,7	19,9

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Gráfico 11.1 Valores de PIM pre-400 mts. y PIM post-400 mts., sexo masculino

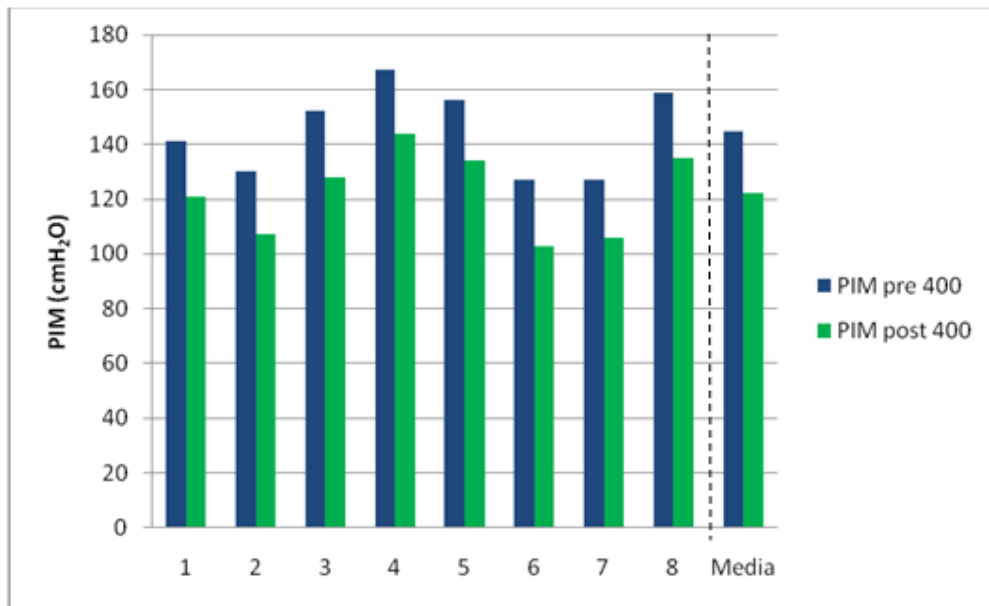


Gráfico 11.2. Valores de PIM pre-400 mts. y PIM post-400 mts., sexo femenino

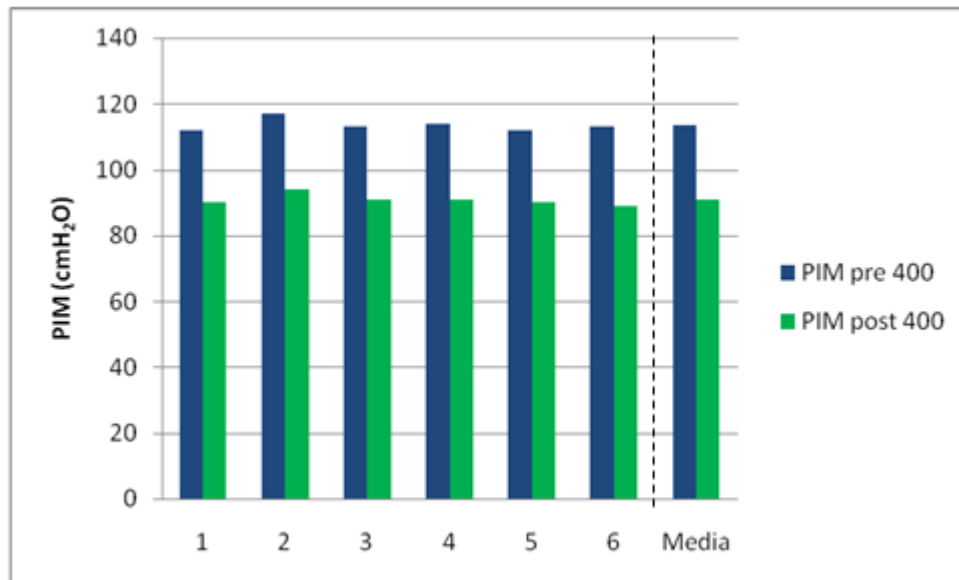


Tabla 20.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-400 mts. y PIM post-400 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas					T	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Superior	Inferior			
PIM pre-400 mts. - PIM post-400 mts.	22,62	1,506	0,532	20,762	24,488	42,494	7	0,0001

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Tabla 20.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-400 mts. y PIM post-400 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas							
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia		t	g l	Sig. (bilateral)
				Superior	Inferior			
PIM pre-400 mts. - PIM post-400 mts.	22,66	0,816	0,333	21,323	24,011	68	5	0,0001

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

2. Frecuencia Cardíaca

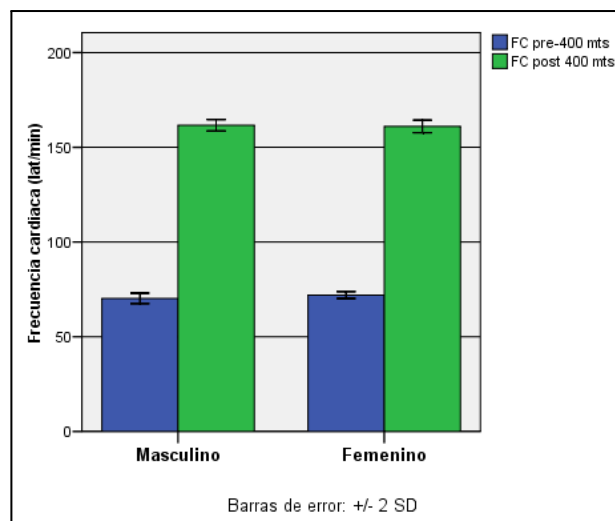
La FC mostró diferencias significativas, en ambos sexos ($p < 0,01$), entre las mediciones previas y posteriores a la prueba de 400 mts. (Δ FC-400). Para los sujetos de sexo masculino, la FC varió desde $70,25 \pm 1,38$ lat·min⁻¹ pre-400 mts. a $161,63 \pm 1,5$ lat·min⁻¹ post-400 mts., lo que representa un aumento del 130% ($91,3$ lat·min⁻¹). A su vez, los sujetos del sexo femenino mostraron una variación que fue desde los $72 \pm 0,8$ lat·min⁻¹ pre-400 mts. a $161 \pm 1,6$ lat·min⁻¹ post-400 mts. (gráfico 12.1), esto es, un aumento del 123,6 % (89 lat·min⁻¹) de la FC (Tabla 21.1). Los valores obtenidos a la prueba t-student para muestras pareadas se detallan en las tablas 21.2 y 21.3.

Tabla 21.1. Variación de la FC pre/post prueba de 400 mts.

	FC pre-400 mts.	Fc post-400 mts.	Δ FC-400	
			Δ	%
Masculino	70,25	161,63	91,3	130
Femenino	72	161	89	123,6

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

Gráfico 12.1. Valores de FC pre-400 mts. y PIM post-400 mts., por sexo



media.

Las barras representan

Tabla 21.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-400 mts. y FC post-400 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Medi a	Desviación típ.	Error tít. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
FC pre-400 mts. - FC post-400 mts.	-91,3	2,066	0,73	-93,931	-88,819	-125,1	7	0,0001	

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

Tabla 21.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-400 mts. y FC post-400 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Medi a	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Superior	Inferior			
FC pre-400 mts. - FC post-400 mts.	-89	2,449	1	-93	-84,968	-89	5	0,0001

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

3. Saturación de Oxígeno

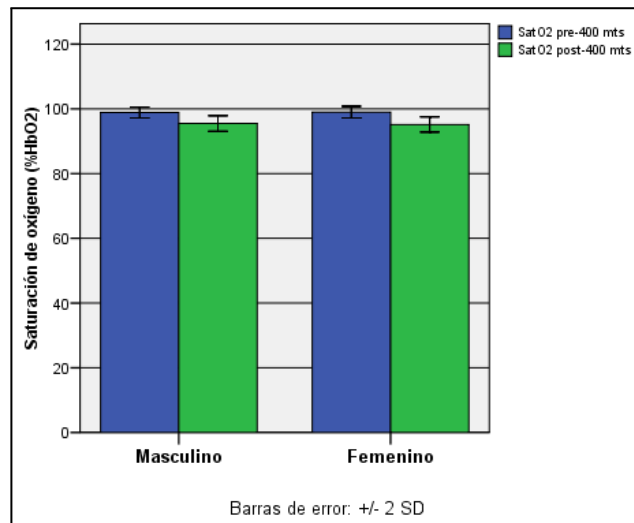
Los valores de SaO₂ obtenidos por los nadadores también variaron desde la medición realizada antes de la prueba y una vez finalizada (Δ SaO₂-400). Sin embargo, a diferencia de la prueba de 100 y 200 mts., en esta prueba de 400 mts. la variación es significativa para ambos sexos ($p < 0,01$). En los sujetos masculinos, la SaO₂ varió desde una media de $98,88 \pm 0,8$ %HbO₂ pre-400 mts. a $95,5 \pm 1,1$ %HbO₂, una disminución de un 3,38%. En el sexo femenino, la SaO₂ varió desde $99 \pm 0,8$ %HbO₂ pre-400 mts. a $95,17 \pm 1,1$ % HbO₂ (gráfico 13.1), es decir, una disminución del 3,8% (tabla 22.1). Los valores a la prueba t-student para muestras pareadas se detallan en las tablas 22.2 y 22.3.

Tabla 22.1. Variación de la SaO₂ pre/post prueba de 400 mts.

	SaO ₂ pre-400 mts.	SaO ₂ post-400 mts.	ΔSaO ₂ -400	
			Δ	%
Masculino	98,88	95,5	3,38	3,38
Femenino	99	95,17	3,8	3,8

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Gráfico 13.1. Valores de SaO₂ pre/post prueba de 400 mts., por sexo



Las barras representan media.

Tabla 22.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
SaO₂ pre-400 mts. – SaO₂ post-400 mts.	3,37 5	0,744	0,263	2,454	4,296	12,830	7	0,0001	

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Tabla 22.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-400 mts. y post-400 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
SaO₂ pre-400 mts. – SaO₂ post-400 mts.	-89	2,449	1	-93	-84,968	-89	5	0,0001	

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Las variables cualitativas disnea y percepción de esfuerzo también fueron medidas previa y posterior a la realización de la prueba de 400 mts. El análisis estadístico de estas variables se detalla a continuación.

4. Disnea

El análisis estadístico de la disnea pre-400 mts. y post-400 mts. para ambos sexos se detalla en las tablas de contingencia 23.1 y 23.2 y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 14.1 y 14.2.

Tabla 23.1. Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-400 mts.

		<u>Disnea pre-400 mts.</u>		<i>Total</i>
		<i>Sin disnea</i>		
Masculino	<i>n</i>	8		8
	<i>%</i>	100%		100%
Femenino	<i>n</i>	6		6
	<i>%</i>	100%		100%

Gráfico 14.1. Distribución de frecuencias de la disnea pre-400 mts., por sexo

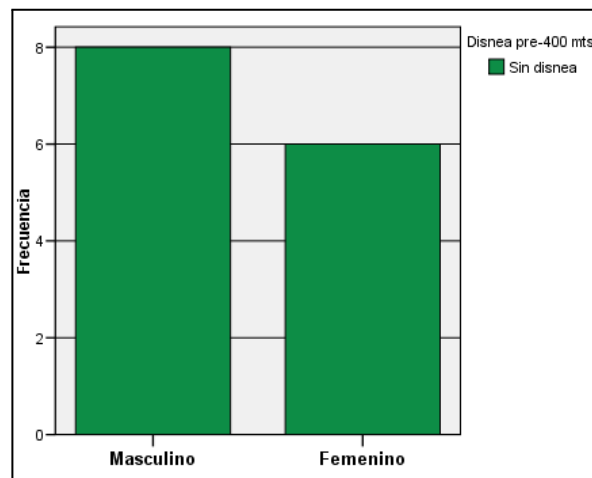
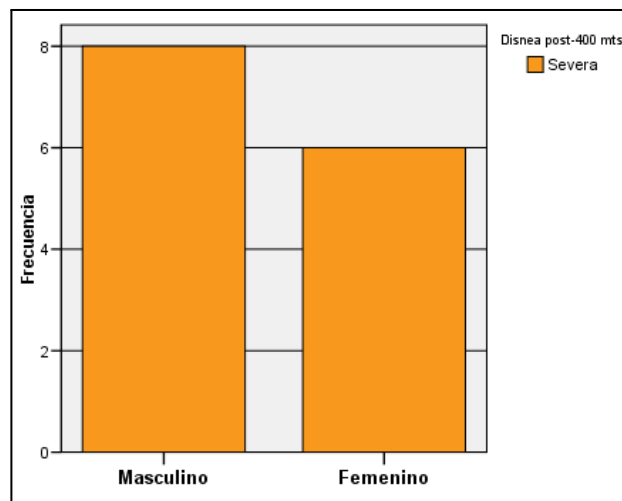


Tabla 23.2. Tabla de contingencia Sexo * Disnea post-400 mts.

		<u>Disnea post-400 mts.</u>		<i>Total</i>
		<i>Severa</i>		

Masculino	n	8	8
	%	100%	100%
Femenino	n	6	6
	%	100%	100%

Gráfico 14.2. Distribución de frecuencias de la disnea post-400 mts., por sexo



5. Esfuerzo Percibido

El análisis estadístico del esfuerzo percibido pre-200 mts. y post-200 mts. para ambos sexos se detalla en las tablas de contingencia 24.1 y 24.2 y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 15.1 y 15.2.

Tabla 24.1. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido pre-400 mts.

Esf. Percibido pre-400
mts.

		<i>Nada</i>		<i>Total</i>
Masculino	N	8		8
	%	100,0%		100,0%
Femenino	N	6		6
	%	100,0%		100,0%

Gráfico 15.1. Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido pre-400 mts., por sexo

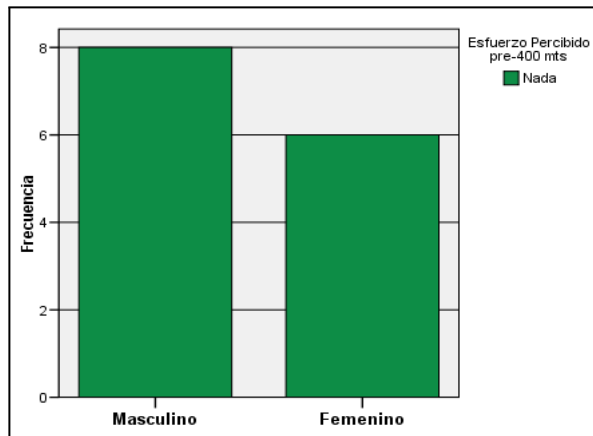
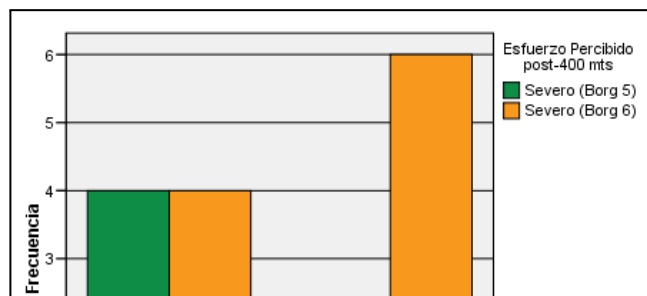


Tabla 24.2. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido post-400 mts.

		Esfuerzo Percibido post-400 mts.		Total
		<i>Severo (Borg 5)</i>	<i>Severo (Borg 6)</i>	
Masculino	n	4	4	8
	%	50%	50%	100%
Femenino	n	0	6	6
	%	0%	100%	100%

Gráfico 15.2. Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido post-400 mts., por sexo



7.4 Análisis descriptivo y estadístico para la prueba 800 mts.

Al igual que en todas las pruebas, las variables PIM, FC y SaO₂ fueron medidas previa (pre-800 mts.) y posterior (post-800 mts.) a una prueba de nado estilo libre a máxima intensidad de 800 mts. El análisis descriptivo de estas variables se detalla en la tabla 25.

Tabla 25. Análisis descriptivo de las variables de PIM, FC y SaO₂ antes y después de la prueba de 800 mts., por sexo

		<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación estándar</i>
PIM pre-800 mts.	Masculino	146	127	167	16
	Femenino	114	111	119	3
PIM post-800 mts.	Masculino	120	101	142	15
	Femenino	89	87	92	2
FC pre-800 mts.	Masculino	71	69	73	1
	Femenino	72	69	73	2
FC post-800 mts.	Masculino	164	162	165	1
	Femenino	164	162	165	1
SaO₂ pre-800 mts.	Masculino	99	98	100	1
	Femenino	99	98	100	1
SaO₂ post-800 mts.	Masculino	94	93	95	1
	Femenino	95	93	96	1

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en latidos/min.

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO₂.

Se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, arrojando que todas las variables tienen una distribución normal ($p > 0,05$), como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Pruebas de normalidad para las variables PIM, FC y SaO₂ antes y después de una prueba de 800 mts., por sexo

		<i>Shapiro-Wilk</i>		
		<i>Estadístico</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>
PIM pre-800 mts.	Masculino	0,906	8	0,330
	Femenino	0,851	6	0,162
PIM post-800 mts.	Masculino	0,921	8	0,436
	Femenino	0,866	6	0,210
FC pre-800 mts.	Masculino	0,958	8	0,792
	Femenino	0,902	6	0,389
FC post 800 mts.	Masculino	0,858	8	0,114
	Femenino	0,907	6	0,415
SaO₂ pre-800 mts.	Masculino	0,835	8	0,067
	Femenino	0,853	6	0,167
SaO₂ post-800 mts.	Masculino	0,835	8	0,067
	Femenino	0,960	6	0,820

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en latidos/min.

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en % de HbO₂.

Se utilizó el mismo procedimiento que en pruebas anteriores para el análisis estadístico de la variación de la PIM, FC y SaO₂ desde la medición previa a la prueba de 800 mts. (pre-800 mts.) a la realizada una vez finalizada ésta (post-800 mts.), prueba paramétrica de contraste de medias de t-student

para muestras pareadas, ya que todas las variables cumplían con la condición de normalidad. Los valores obtenidos en dicha prueba por variable se detallan a continuación.

1. Presión Inspiratoria Máxima

Los valores de PIM de los sujetos del sexo masculino, variaron (Δ PIM-800) desde $145,5 \pm 15,6$ cmH₂O pre-800 mts. a $120,3 \pm 15,33$ cmH₂O post-800 mts. (gráfico 16.1), con una disminución del 17,3% (-25,2 cmH₂O). Los sujetos del sexo femenino mostraron una disminución de $113,6 \pm 2,9$ cmH₂O pre-800 mts. a $88,83 \pm 1,72$ cmH₂O post-800 mts.(gráfico 16.2), lo que representa una disminución de la PIM del 21,8% (-24,7 cmH₂O) (tabla 27.1). Estas diferencias en los valores de PIM son significativas ($P < 0,01$) tanto para hombres como para mujeres, como lo demuestran los valores obtenidos en la prueba t-student para muestras pareadas (tabla 27.2 y 27.3).

Tabla 27.1. Variación de la PIM pre/post prueba de 800 mts.

	PIM pre-800 mts.	PIM post-800 mts.	PIM-800	
			Δ	%
Masculino	145,5	120,3	-25,2	17,3
Femenino	113,6	88,83	-24,7	21,8

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Grafico 16.1. Valores de PIM pre-800 mts. y PIM post-800 mts., sexo masculino

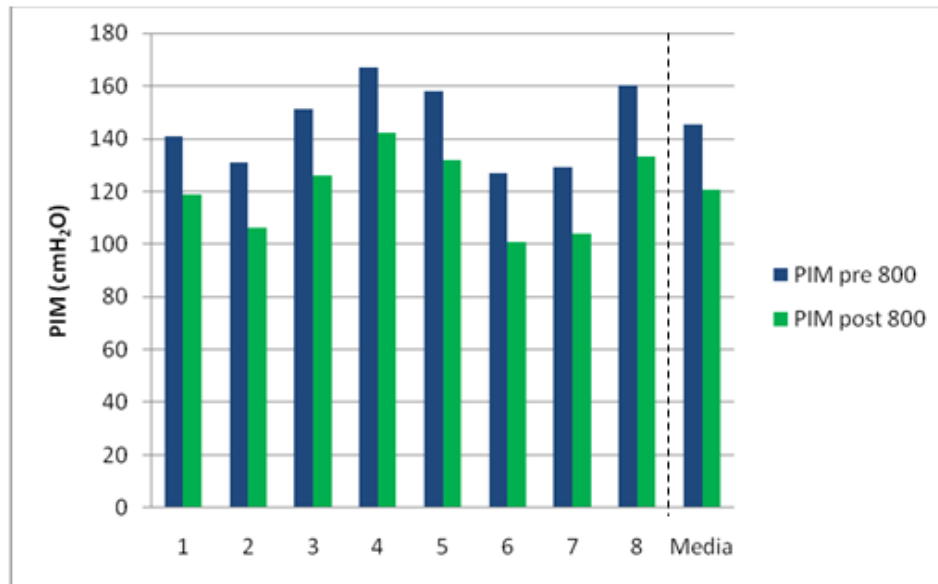


Grafico 16.2. Valores de PIM pre-800 mts. y PIM post-800 mts., sexo femenino

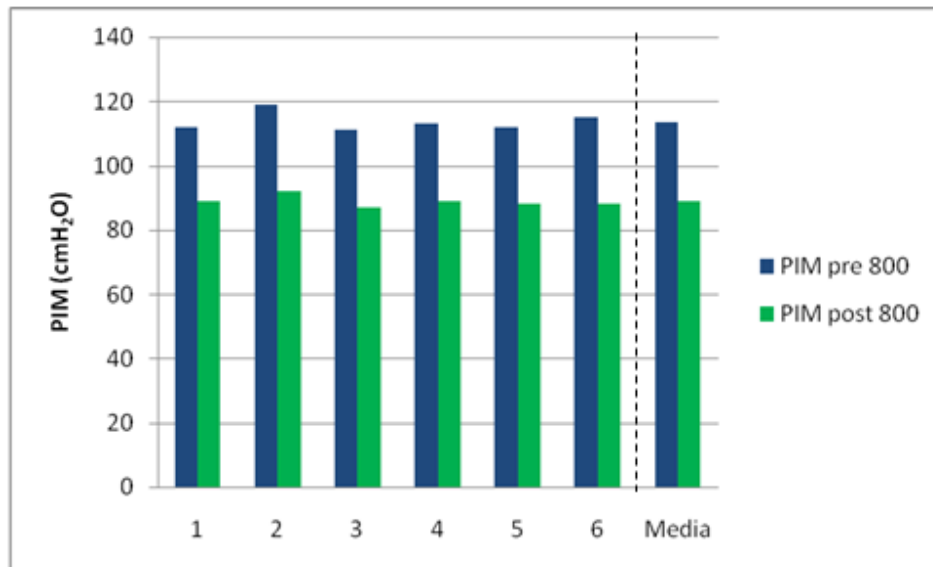


Tabla 27.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-800 mts. y PIM post-800 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
PIM pre-800 mts. - PIM post-800 mts.	25,12	1,458	0,515	23,321	26,929	48,75	7	0,0001	

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

Tabla 27.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables PIM pre-800 mts. y PIM post-800 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
PIM pre-800 mts. - PIM post-800 mts.	24,83	1,722	0,7	21,998	27,669	35,3	5	0,0001	

PIM: presión inspiratoria máxima; se expresa en cmH₂O.

2. Frecuencia Cardíaca

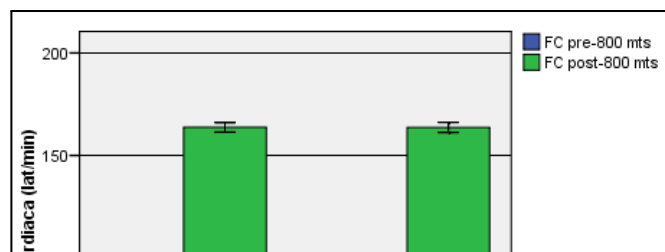
La FC mostró la diferencia más importante, entre las mediciones previas y posteriores a la prueba de 400 mts. (Δ FC-400). En los sujetos de sexo masculino se observó un aumento de la FC desde $71,1 \pm 1,2$ lat·min⁻¹ pre-800 mts. a $163,75 \pm 1,1$ lat·min⁻¹ post-800 mts., lo que representa un aumento del 130,3% ($92,6$ lat·min⁻¹). A su vez, los sujetos del sexo femenino mostraron un aumento desde los $71,5 \pm 1,5$ lat·min⁻¹ pre-800 mts. a $163,67 \pm 1,6$ lat·min⁻¹ post-800 mts.(gráfico 17.1), esto es, el aumento fue del 128,9 % ($89,5$ lat·min⁻¹) de la FC (tabla 28.1). Los valores obtenidos a la prueba t-student para muestras pareadas se detallan en las tablas 28.2 y 28.3.

Tabla 28.1.Variación de la FC pre/post prueba de 800 mts.

	FC pre-800 mts.	Fc post-800 mts.	Δ FC-400	
			Δ	%
Masculino	71,1	163,5	92,6	130,3
Femenino	71,5	163,67	89,5	128,9

FC: frecuencia cardíaca; se expresa en lat/min.

Gráfico 17.1 Valores de FC pre-800 mts. y post-800 mts., por sexo



Las barras representan media.

Tabla 28.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
FC pre-800 mts. - FC post-800 mts.	-92,6	1,061	0,375	-93,9	-91,3	-247	7	0,0001	

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

Tabla 28.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables FC pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Superior	Inferior				
FC pre-800 mts. - FC post-800 mts.	-92,1	2,041	0,833	-95,5	-88,8	-110,6	5	0,0001	

FC: frecuencia cardiaca; se expresa en lat/min.

3. Saturación de Oxígeno

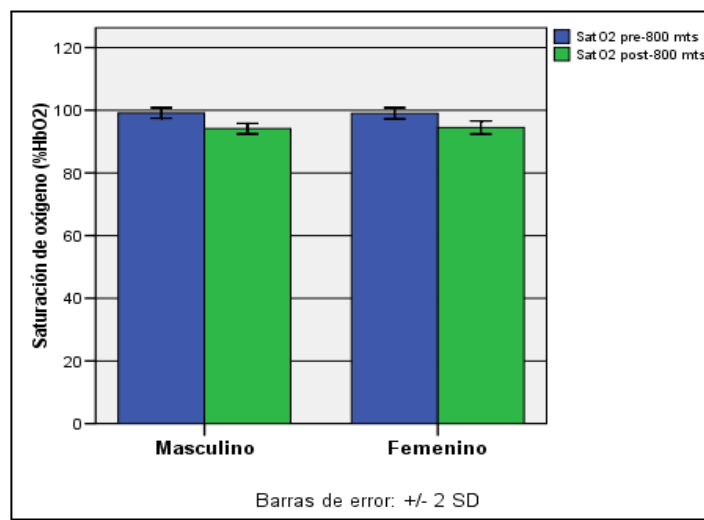
Los valores de SaO₂ obtenidos por los nadadores en la medición realizada antes de la prueba y una vez finalizada (Δ SaO₂-400), alcanzaron su mayor diferencia en esta prueba, y al igual que en la prueba de 400 mts. esta diferencia es significativa ($p < 0,01$). En los sujetos masculinos, la SaO₂ varió desde una media de $99,13 \pm 0,8$ %HbO₂ pre-800 mts. a $94,13 \pm 0,8$ %HbO₂, es decir, una disminución de un 5%. En los sujetos del sexo femenino, la SaO₂ también disminuyó con una caída desde $99 \pm 0,8$ %HbO₂ pre-800 mts a $94,5 \pm 1$ % HbO₂ (gráfico 18.1), esto es un 4,5% (tabla 29.1). Los valores a la prueba t-student para muestras pareadas se detallan en las tablas 29.2 y 29.3.

Tabla 29.1. Variación de la SaO₂ pre/post prueba de 800 mts.

	SaO ₂ pre-800 mts.	SaO ₂ post-800 mts.	Δ SaO ₂ -800	
			Δ	%
Masculino	99,13	94,13	5	5
Femenino	99	94,5	4,5	4,5

SaO₂: saturación de oxígeno; se expresa en %HbO₂.

Gráfico 18.1. Valores de SaO₂ pre/post prueba de 800 mts., por sexo



Las barras representan media.

Tabla 29.2. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo masculino

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Superior	Inferior			
SaO₂ pre-800 mts. – SaO₂ post-800 mts.	5	0,535	0,189	4,339	5,6	26,45	7	0,0001

SaO₂: se expresa en %HbO₂.

Tabla 29.3. Prueba t student para muestras pareadas de las variables SaO₂ pre-800 mts. y post-800 mts., para los sujetos del sexo femenino

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	99% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Superior	Inferior			
SaO₂ pre-800 mts. – SaO₂ post-800 mts.	4,5	1,378	0,56	2,23	6,769	7,997	5	0,0001

SaO₂: se expresa en %HbO₂.

Las variables cualitativas medidas previo y posterior a la realización de la prueba de 800 mts., corresponden a disnea pre-800 mts. y esfuerzo percibido

pre-800 mts. y disnea post-800 mts. y esfuerzo percibido post-800 mts., respectivamente. El análisis estadístico de estas variables se detalla a continuación.

4. Disnea

El análisis estadístico de la disnea pre-800 mts. y post-800 mts. para ambos sexos, se detalla en las tablas de contingencia 30.1 y 30.2 y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 19.1 y 19.2.

Tabla 30.1. Tabla de contingencia Sexo * Disnea pre-800 mts.

		Disnea pre-800 mts.	
		<i>Sin disnea</i>	<i>Total</i>
Masculino	N	8	8
	%	100,0%	100,0%
Femenino	N	6	6
	%	100,0%	100,0%

Gráfico 19.1. Distribución de frecuencias de la disnea pre-800 mts., por sexo

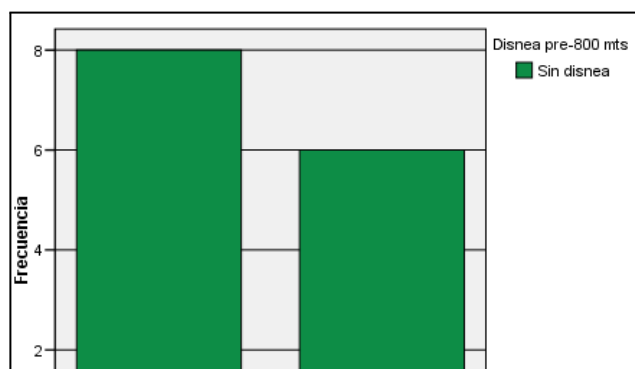
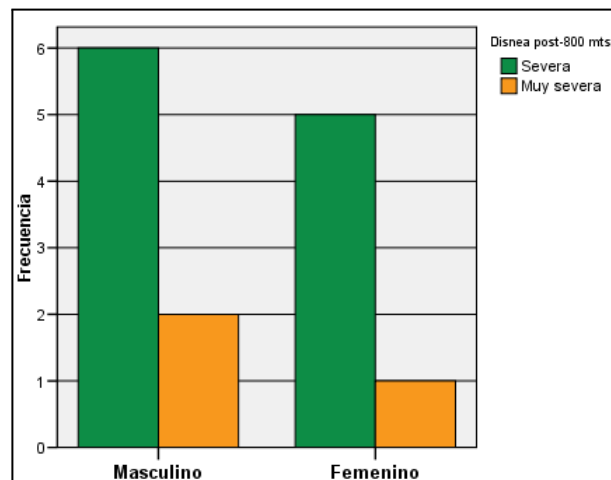


Tabla 30.2. Tabla de contingencia Sexo * Disnea post-800 mts.

		Disnea post-800 mts.		Total
		Severa	Muy severa	
Masculino	N	6	2	8
	%	75%	25%	100%
Femenino	N	5	1	6
	%	83,3%	16,7%	100%

Gráfico 19.2. Distribución de frecuencias de la disnea post-800 mts., por sexo



5. Esfuerzo Percibido

El análisis estadístico del esfuerzo percibido pre-800 mts. y post-800 mts. para ambos sexos se detalla en las tablas de contingencia 31.1 y 31.2 y se muestra en los gráficos de barras agrupadas 20.1 y 20.2.

Tabla 31.1. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido pre-800 mts.

		Esf. Percibido pre-800 mts.		Total
		Nada		
Masculino	N	8		8
	%	100,0%		100,0%
Femenino	N	6		6
	%	100,0%		100,0%

Gráfico 20.1. Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido pre-800 mts., por sexo

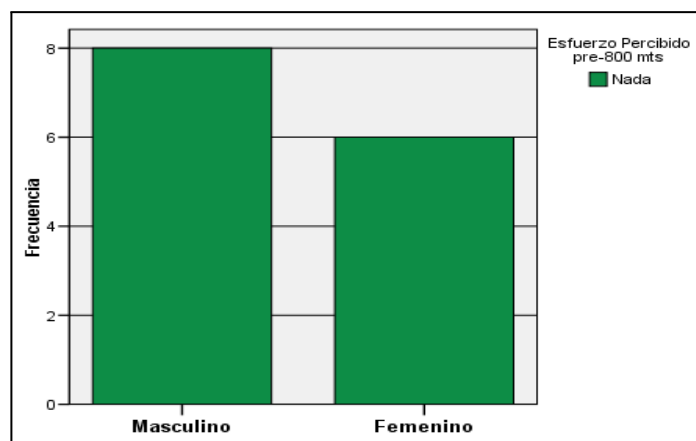
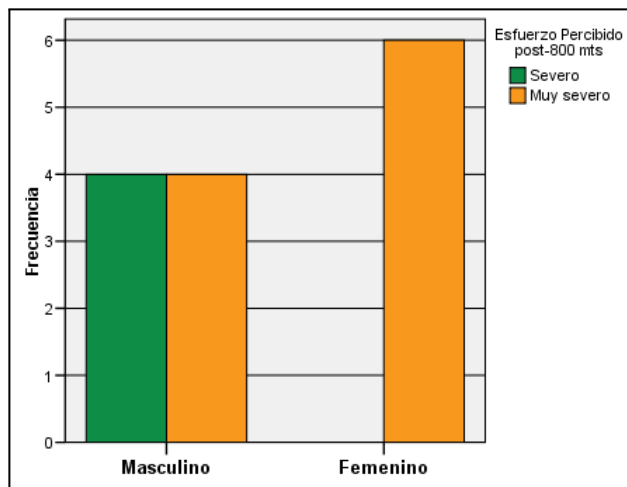


Tabla 31.2. Tabla de contingencia Sexo * Esfuerzo Percibido post-800 mts.

		Esfuerzo Percibido post-800 mts.		Total
		Severo	Muy severo	
	N			
	%			

Masculino	n	4	4	8
	%	50,0%	50%	100%
Femenino	n	0	6	6
	%	0%	100%	100%

Gráfico 20.2. Distribución de frecuencias del esfuerzo percibido post-800 mts., por sexo



7.5 Descripción de la variación de PIM, FC y SaO₂ para las cuatro pruebas de natación

Los gráficos presentados a continuación muestran la variación por separado de cada una de las variables: PIM (gráficos 21.1, 21.2 y 21.3), FC (gráficos 22.1 y 22.2) y SaO₂ (gráfico 23.1 y 23.2) para cada una de las pruebas.

Gráfico 21.1. Variación de la PIM de los sujetos de sexo masculino en las diferentes pruebas

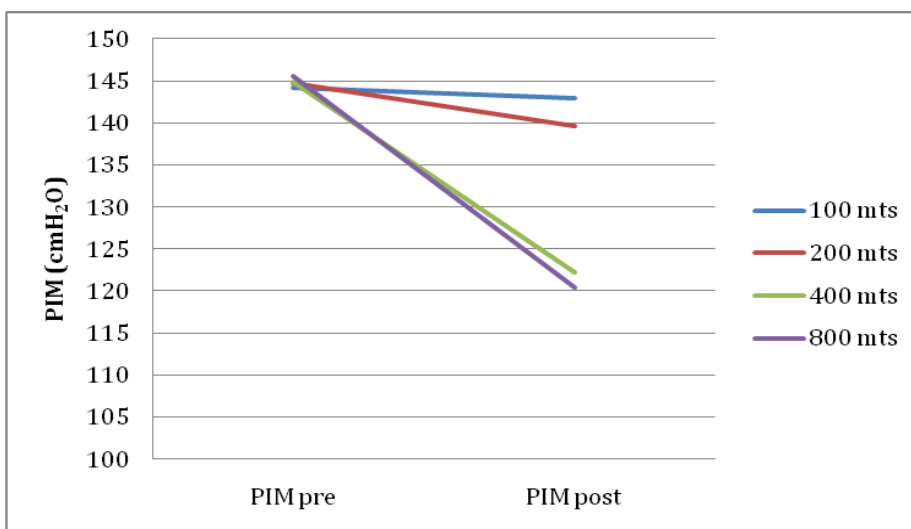


Gráfico 21.2. Variación de la PIM de los sujetos de sexo femenino en las diferentes pruebas.

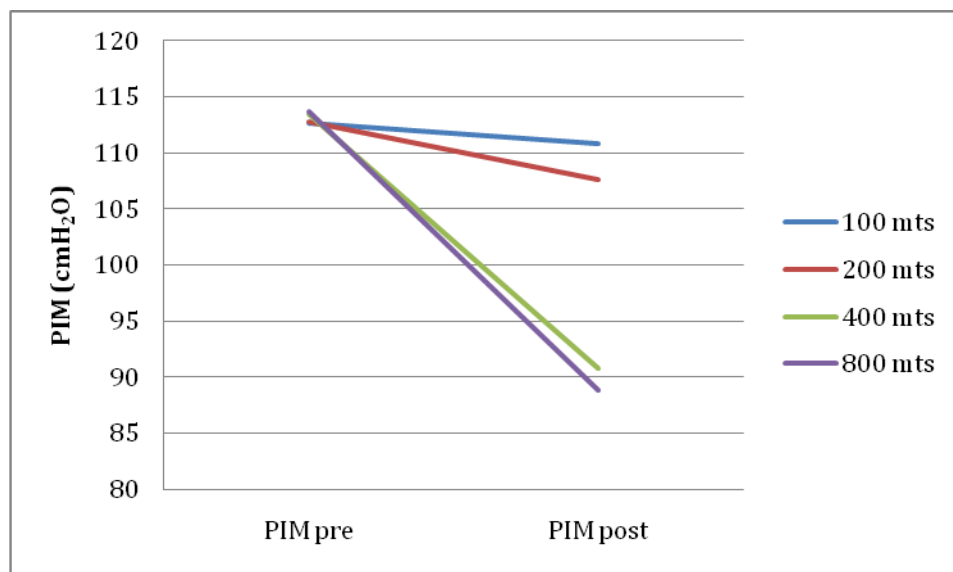
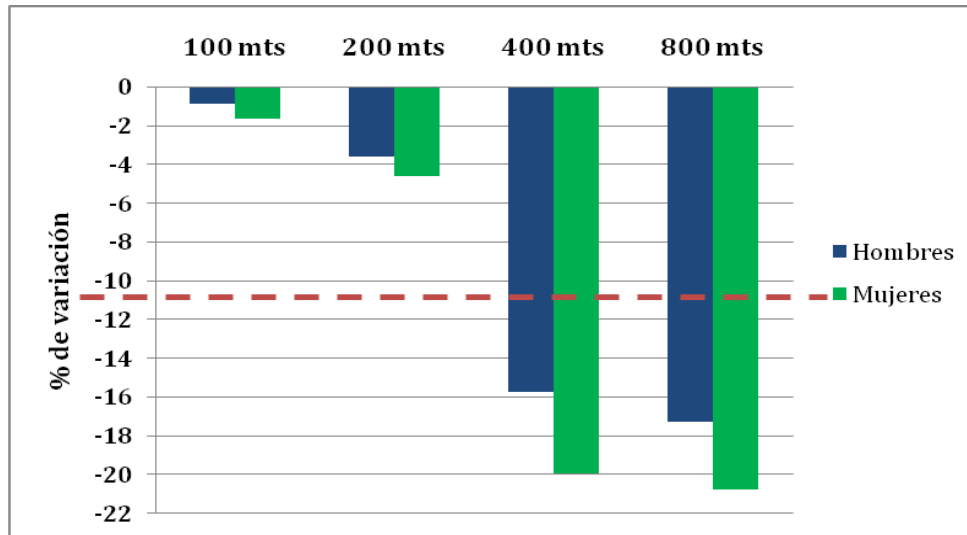


Gráfico 21.3. Porcentaje de variación de la PIM para cada prueba, por sexo



La línea punteada indica la aparición de fatiga muscular inspiratoria, según lo señalado por la bibliografía.

Gráfico 22.1. Variación de la FC de los sujetos de sexo masculino en las diferentes pruebas

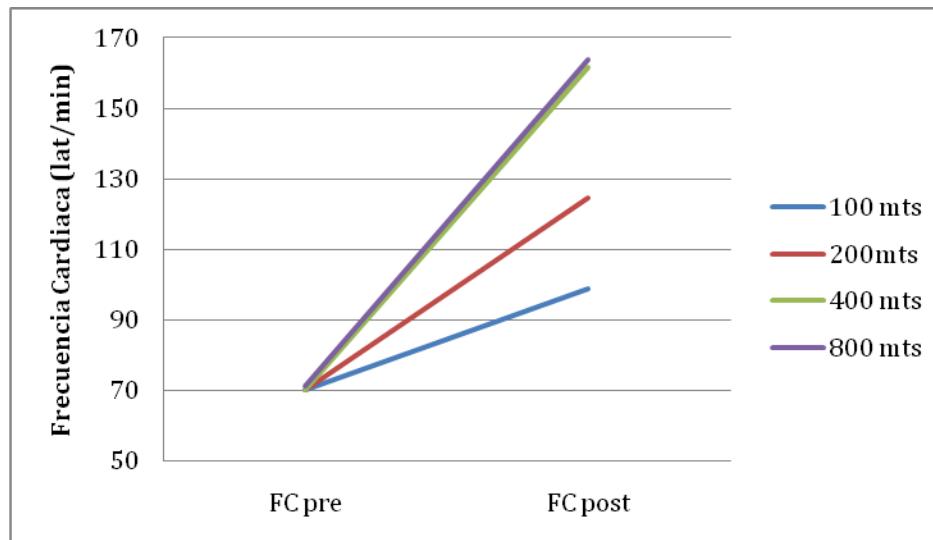


Gráfico 22.2. Variación de la FC de los sujetos de sexo femenino en las diferentes pruebas

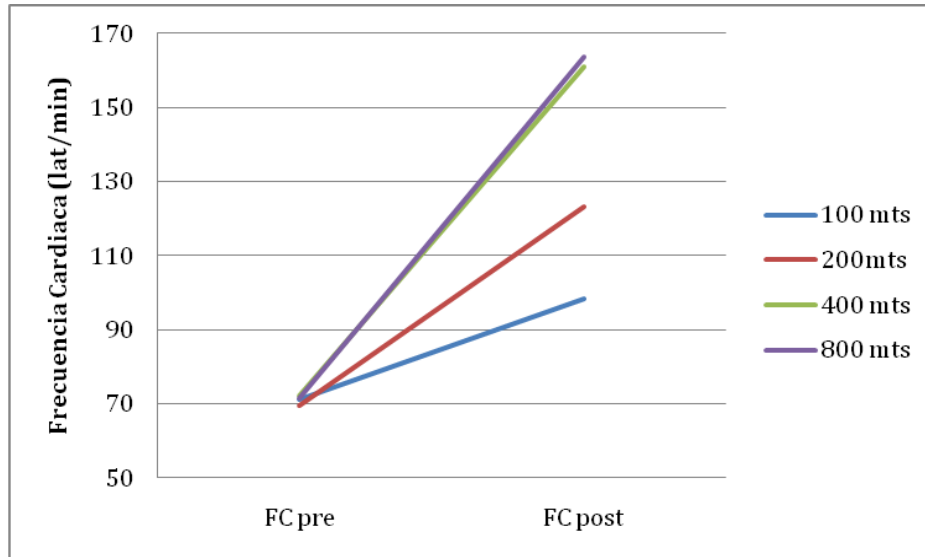


Gráfico 23.1. Variación de la SaO₂ de los sujetos de sexo masculino en las diferentes pruebas

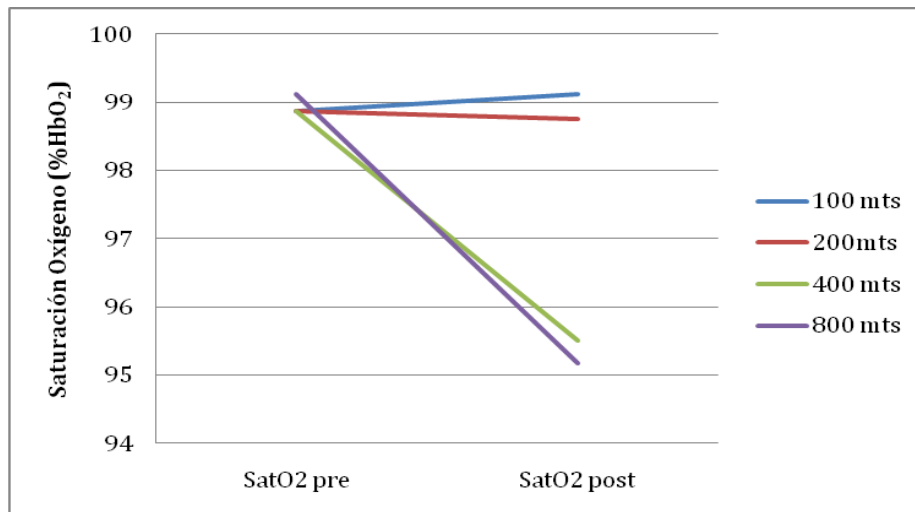
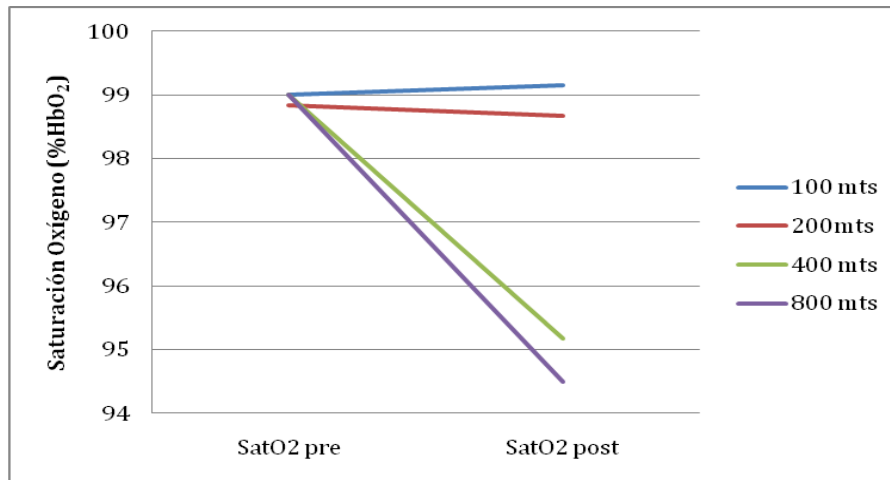


Gráfico 23.2. Variación de la SaO₂ de los sujetos de sexo femenino en las diferentes pruebas



7.6 Descripción de la variación de la disnea y esfuerzo percibido, para las cuatro pruebas de natación

Los gráficos presentados a continuación muestran la variación de la disnea y esfuerzo percibido para cada una de las pruebas de natación (gráficos 24.1 y 24.2).

Gráfico 24.1: Variación de la disnea y esfuerzo percibido de los sujetos del sexo masculino, en las diferentes pruebas

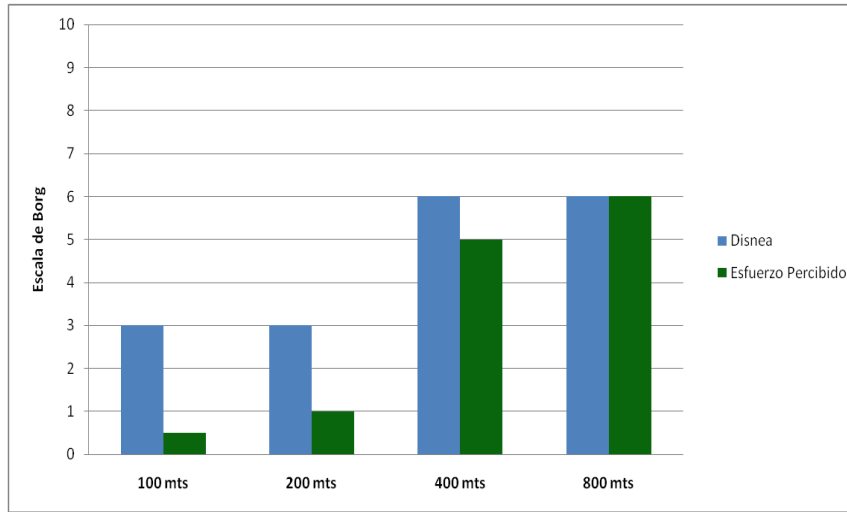
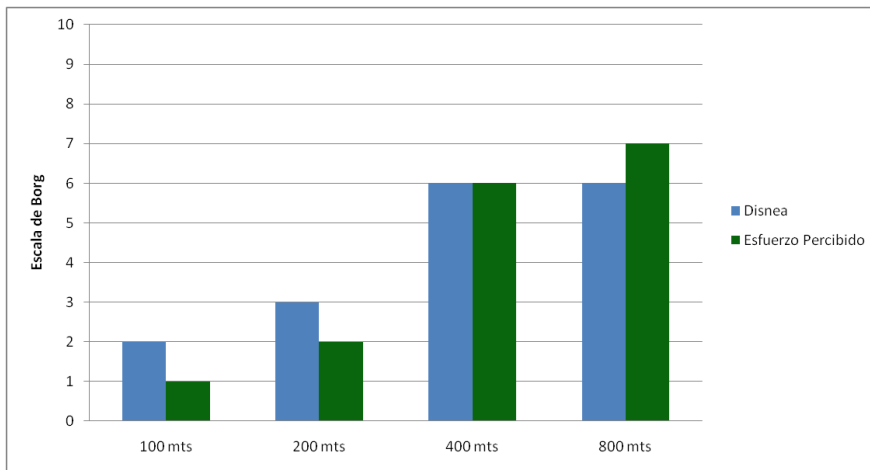


Gráfico 24.2: Variación de la disnea y esfuerzo percibido de los sujetos del sexo femenino, en las diferentes pruebas



7.7 Análisis de la variación de PIM, FC y SaO₂ para las cuatro pruebas de natación

Como se detalló anteriormente, existen diferencias en los valores obtenidos en la medición realizada previa y posteriormente a las cuatro pruebas de natación (100, 200, 400 y 800 mts.) para todas las variables.

Las tablas 32.1 y 32.2 resumen la variación (Δ) y el porcentaje de variación entre la medición previa y posterior a cada prueba. Además, los gráficos 25.1 y 25.2 muestran la variación en porcentaje de la PIM, FC y SaO₂, para cada prueba.

Tabla 32.1. Variación de las variables PIM, FC y SaO₂ de los sujetos maculinos, por prueba

	PIM		FC		SaO ₂	
	Δ	%	Δ	%	Δ	%
100 mts.	-1,25	-0,86	28,5	40,6	0,25	0,25
200 mts.	-5,12	-3,53	54,6	78	-0,13	-0,13
400 mts.	-22,6	-15,6	91,3	130	-3,38	-3,38
800 mts.	-25,2	-17,3	92,6	130,3	-5	-5

Gráfico 25.1. Porcentaje de variación de las variables PIM, FC y SaO₂ de los sujetos masculinos, por prueba

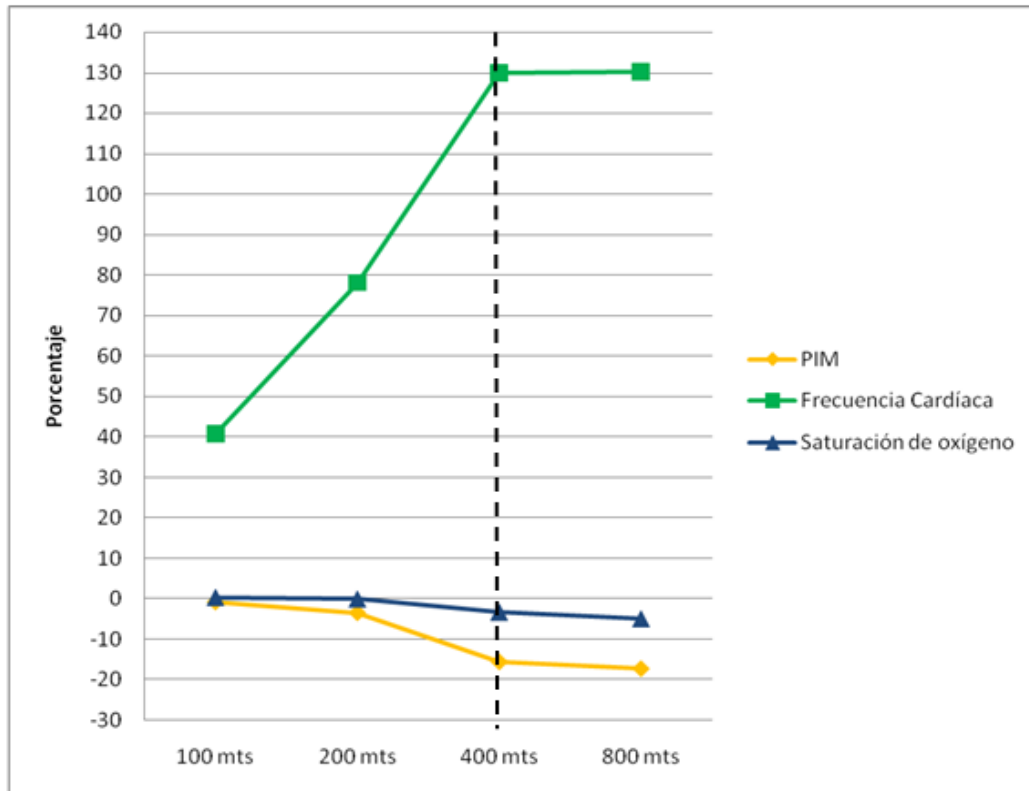
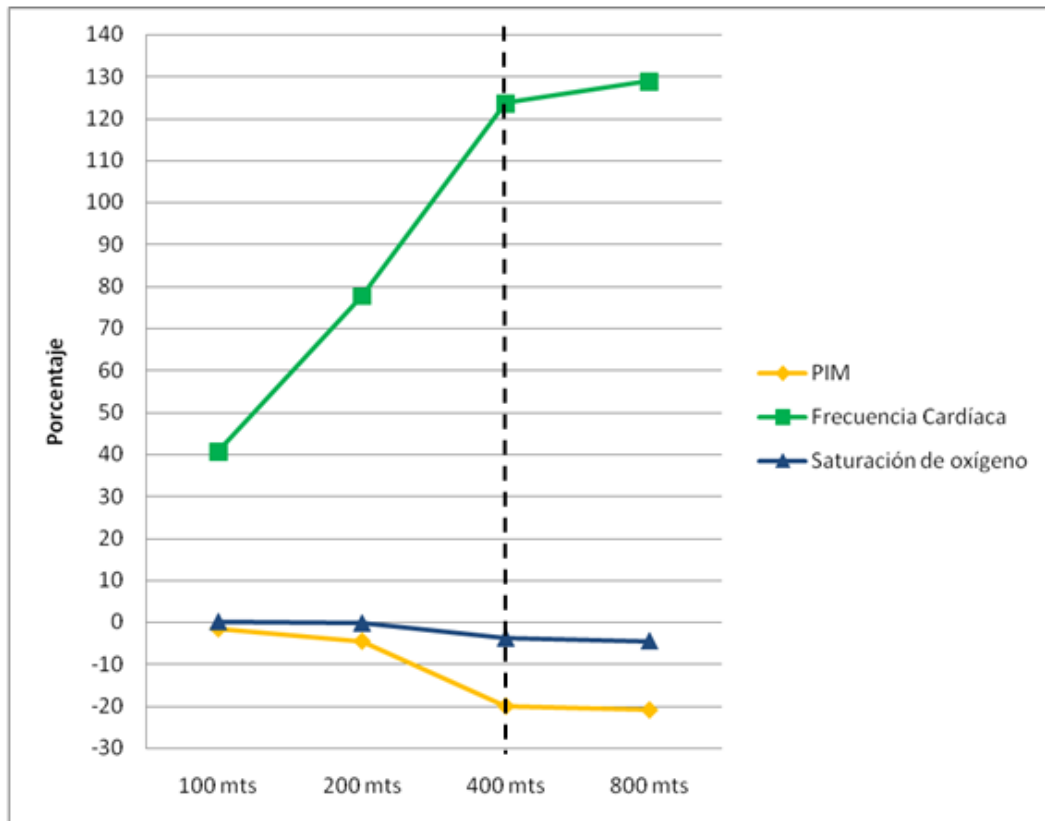


Tabla 32.2. Porcentaje de variación de las variables PIM, FC y SaO₂ de los sujetos femeninos, por prueba

	PIM		FC		SaO ₂	
	Δ	%	Δ	%	Δ	%
100 mts.	-1,84	-1,63	28,33	40,5	0,17	0,17
200 mts.	-5,16	-4,57	53,8	77,7	-0,16	-0,16
400 mts.	-22,7	-19,9	89	123,6	-3,8	-3,8
800 mts.	-24,7	-20,8	89,5	128,9	-4,5	-4,5

Gráfico 25.2. Porcentaje de variación de las variables PIM, FC y SaO₂ de los sujetos femeninos, por prueba



8.- DISCUSIÓN

8.1 Presión inspiratoria máxima

La PIM disminuye tras la prueba de natación de 100 (hombres 0,86% y mujeres 1,63%) y 200 mts., (3,53% en hombres y 4,57% en mujeres), variación considerada estadísticamente significativa ($p < 0,01$). A los 400 mts. la caída de la PIM es drástica (hombres 15,6% y 19,9% mujeres), para continuar

disminuyendo levemente tras los 800 mts. (17,3% en hombres y 21,8% en mujeres).

Según lo descrito por Volianitis et.al en el año 2001 y Sheel et.al en el mismo año, se alcanza fatiga muscular inspiratoria tras una disminución de la PIM igual o mayor al 11%³ y 12%^{21,22} respectivamente, lo que concuerda con la variación de PIM encontrada tras 400 mts. de nado. Esto se debe a la aparición del *metaboreflex*, que, como postulan Lomax y Mc Connell en el 2006, se manifiesta por una disminución de la PIM.³⁷

Los resultados contrastan con aquello postulado por Lomax y Mc Connell, en el año 2003, quienes comprobaron en 7 nadadores de alta competición la aparición de fatiga muscular inspiratoria a los 200 mts. de nado estilo libre, que se ve reflejada en una disminución de un 29 % de la PIM, medida en posición supina.⁴

8.2 Frecuencia cardíaca

Los resultados de esta investigación demostraron que tras la prueba de 100 (40,6% hombres y 40,5% mujeres), 200 (78% hombres y 77,7% mujeres) y 400 mts. (130% hombres y 123,6% mujeres), existe un aumento de la FC, estadísticamente significativo ($p < 0,01$). Al comparar la prueba de 400 y 800

mts., la FC aumenta levemente (130,3% hombres y 128,9 % mujeres), obteniéndose valores muy similares entre ambas pruebas, que difieren significativamente en distancia. Si bien el esfuerzo para completar la prueba de 800 mts. es mayor que el de 400 mts., esta meseta alcanzada evidencia mínimas diferencias entre ambas pruebas de natación, de 0,3% en el caso de los hombres y de 5,3% en el de las mujeres.

Estos resultados se explican mediante el análisis efectuado por Conconi et.al sobre el comportamiento de la FC durante el ejercicio de carga constante, donde se describe que ésta aumenta de manera exponencial hasta llegar a un punto de meseta o deflexión donde se mantiene estable. Esta estabilidad podría sugerir que tras este punto alcanzado, el sistema simpático alcanza su máxima excitabilidad, por lo que ya no puede seguir aumentando la FC.³¹

Por otra parte, se debe considerar lo planteado por Sheel et. al, en relación a que el *metaboreflex* produce ajustes cardiovasculares como el aumento de la FC, presión sanguínea, gasto cardíaco, contractilidad miocárdica y vasoconstricción periférica. Esto puede justificar el comportamiento que sufre la FC tras la prueba de 400 mts., donde se evidencia un brusco cambio en relación a pruebas anteriores, sugiriendo la aparición del *metaborreflex*.^{21,22}

8.3 Saturación arterial de oxígeno

Se ha estudiado la hipoxemia y/o desaturación de la hemoglobina arterial en respuesta al ejercicio máximo, estableciéndose como un posible mecanismo causal la hipoventilación alveolar.^{31,38} Turcotte y cols, 1997, examinaron la desaturación arterial en atletas de resistencia entrenados, con posterioridad a la realización de un ejercicio máximo. Se valoró la SaO₂ antes y después del test, mediante un oxímetro de pulso. Los resultados demostraron que los sujetos presentaron desaturación de la oxihemoglobina, lo que está relacionado con diferencias en la hipoventilación.³¹

En esta investigación se demostró que la SaO₂ disminuyó mínimamente, no alcanzando a ser estadísticamente significativa, durante pruebas de 100 (0,2% hombres y 0,17% mujeres) y 200 mts. (0,13% hombres y 0,16% mujeres), con variaciones muy similares entre ambas. Tras las pruebas de 400 (3,38% hombres y 3,8% mujeres) y 800 mts. (5% hombres y 4,5% mujeres), se observa una disminución estadísticamente significativa ($p < 0,05$) de la saturación, la cual también es similar en ambas pruebas.

En 1999, Dempsey y Wagner clasificaron la desaturación arterial de O₂ en leve 93-95%, moderada 88-93% y severa <88%. En base a esta descripción, puede deducirse que una disminución de la SaO₂ mayor o igual al 3%, sugiere fatiga muscular inspiratoria, lo que concuerda con lo ocurrido posterior a los 400 mts.³⁸

Otro estudio que justifica los resultados de SaO_2 obtenidos, es el de Dempsey, del año 2006, quien plantea que la fatiga muscular inspiratoria causa entre un 6 y un 8 % de desaturación arterial de O_2 , lo que normalmente ocurre durante ejercicios de carga constante a alta intensidad.¹

8.4 Disnea y esfuerzo percibido

En esta investigación se demostró que tras la prueba de 100 mts., la disnea y esfuerzo percibido por la mayoría de los nadadores correspondió a las categorías de “leve” - “moderado” y “muy muy leve” – “muy leve” respectivamente. Posterior a la prueba de 200 mts., la mayoría de los participantes refieren la disnea como “moderada”- “algo severa” y el esfuerzo es percibido como “muy leve” – “leve”. Al igual que las variables medidas con anterioridad, el principal cambio se refleja post 400 mts., donde la mayoría de los nadadores describen como “severa” la disnea y el esfuerzo percibido. En el caso de la prueba de 800 mts., ambas percepciones fueron calificadas como “severas” y “muy severas”.

Según lo descrito por Dempsey et.al en el año 2006 y Volianitis et.al en el 2001, dentro de las consecuencias de fatiga diafragmática se encuentra el aumento del requerimiento de O_2 de la musculatura inspiratoria, con la

consecuente disnea, lo que concuerda con la disnea asignada por los nadadores posterior a los 400 mts. Este mismo estudio describe el esfuerzo percibido como un signo más de *metaborreflex*.^{1,3}

Lomax y Mc Conell, en 2006, provocaron el *metaboreflex* en ocho sujetos saludables, a través de la fatiga muscular inspiratoria inducida por una válvula umbral. En este estudio se evaluó esfuerzo percibido como indicador de reflejo metabólico, el que se comprobó que aumentaba a través de tiempo de realización del ejercicio.³⁷

8.5 Relación de indicadores de fatiga muscular inspiratoria

En la medición realizada post 400mts. de nado estilo libre, se alcanzan los porcentajes de variación que concuerdan con los parámetros de fatiga muscular inspiratoria descritos en la literatura por Volianitis et. al en el año 2001 para PIM y Dempsey y Wagner, en el 2006 para SaO₂. Además, Conconi, en 1982, quien describe que la FC, después de aumentar exponencialmente durante el ejercicio de carga constante, alcanza un plateau. Si a este hecho se suma el importante aumento que sufre la disnea y el esfuerzo percibido en esta

misma prueba, **se verifica que tras la realización de una prueba de natación de 400 mts. estilo libre sobre el 75% del VO_2 máx., existe fatiga muscular inspiratoria en nadadores de alta competición.**

8.6 Relación entre las marcas de tiempo de los nadadores y la fatiga muscular inspiratoria

Las marcas de tiempo son muy similares tanto en hombres como en mujeres en las pruebas de natación de 100 (Γ 1,02' para hombres y Γ 1,04' mujeres), 200 (Γ 2,21' para hombres y Γ 2,24' mujeres), 400 (Γ 5,01' para ambos sexos) y 800 mts. (Γ 9,26' para varones y Γ 9,30' mujeres) (Anexo N°8). Esto indica que la *performance* es parecida en los nadadores, hecho que justifica que la fatiga muscular inspiratoria ocurra tras los 400 mts. de nado en todos los participantes

8.7 Relación entre los parámetros antropométricos de los nadadores y los indicadores de fatiga muscular inspiratoria

Con el objetivo de homogenizar la muestra, se midió a cada sujeto del estudio el peso corporal (Γ 63,8 hombres y Γ 53,9 mujeres), talla (Γ 169,9 hombres y Γ 158,2 mujeres), IMC (Γ 22,1 hombres y Γ 21,5 mujeres) y porcentaje de grasa corporal (Γ 14,66% hombres y Γ 22,25% mujeres).

Otros estudios han utilizado la antropometría como un método de homogenización de la muestra. Volianitis et.al en el 2001, trabajó con catorce remistas cuyo IMC era de normopeso (IMC:19.8), al igual que el encontrado en nadadores de alto rendimiento, en la investigación realizada por Lomax y Mc Connell en el 2003 (IMC: 20.3).^{3,4} Por otra parte Holm et.al en el 2004, realizó un entrenamiento de resistencia de la musculatura inspiratoria en veinte ciclistas jóvenes, cuyo IMC era normal (IMC: 19.9).²

Los parámetros antropométricos obtenidos en el presente estudio, fueron muy similares en hombres y mujeres. Esta similitud puede deberse a que todos los nadadores presentan al menos dos años participando en natación competitiva, tiempo suficiente para provocar adaptaciones fisiológicas y un somatotipo específico. A este hecho se suma que el nivel de entrenamiento es idéntico para todos, dos horas diarias por seis veces a la semana. Por tanto, resulta lógico que compartan valores similares de PIM, FC, saturación de O₂, disnea y esfuerzo percibido.

9.- CONCLUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos y a los análisis realizados, del presente trabajo de investigación es posible concluir lo siguiente:

Posterior a una prueba de natación de 400 mts. estilo libre sobre el 75% del VO_2 máx., existe fatiga muscular inspiratoria en nadadores de alta competición entre 15 y 18 años.

En el caso de la prueba de 800 mts., el nadador ya está fatigado, por lo que la PIM, FC, SaO₂, disnea y esfuerzo percibido, sufren una mínima variación en relación a la prueba de 400 mts. y se mantienen formando una meseta.

Si bien hombres y mujeres presentan diferencias en los valores obtenidos de la PIM, la caída que ocurre posterior a los 400 mts. es de similares porcentajes en ambos grupos, concluyéndose que la prueba de natación tras la que aparece fatiga muscular inspiratoria no depende del sexo de los participantes.

Luego de conocer tras qué prueba de natación se produce fatiga muscular inspiratoria en nadadores de alta competición, a futuro es posible entrenar la musculatura inspiratoria y retrasar la aparición de fatiga muscular inspiratoria y, consecuentemente, el *metaboreflex*, mejorando el rendimiento del nadador y disminuyendo así sus marcas de tiempo en pruebas de natación mayores o iguales a 400 mts. estilo libre.

Es necesario destacar que son escasos los estudios que han investigado la distancia o el tiempo al que se produce la fatiga muscular inspiratoria en deportistas y más aún en nadadores, por lo que el presente trabajo aportará a la literatura datos relevantes referentes a la prueba de natación tras la que se produce fatiga muscular inspiratoria.

Por tener el Kinesiólogo conocimientos acabados en el área de Biomecánica, Fisiología del Ejercicio y Sistema Respiratorio, es el profesional del área de la salud más competente para investigar y poner en práctica trabajos científicos relacionados con el reflejo metabólico en deportistas. Es por esta razón que es necesario fomentar la inclusión, dentro de la práctica cotidiana, del Kinesiólogo en este campo de trabajo emergente.

10.- REFERENCIAS

¹ Dempsey JA.; Romer L.; Rodman J.; Miller J; Smith C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 2006; 151: 242–250.

² Holm P.; Sattler A.; Fregosi R.F. Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists. *BMC Physiology* 2004; 4: 9.

³ Volianitis S.; Mcconnell A.K.; Koutedakis Y.; Mcnaughton L.; Backx K.; Jones D.A. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33 (5): 803– 809.

⁴ Lomax M.E.; Mc Connell A.K. Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200 m. swim. *Journal of Sports Sciences* 2003; 21: 659- 664.

- ⁵ Piepoli M.F.; Dimopoulos K.; Concu A.; Crisafulli A. Cardiovascular and ventilatory control during exercise in chronic heart. *International Journal of Cardiology* 2008; 130: 3- 10.
- ⁶ Black L.F.; Hyatt R.E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American Review of respiratory disease* 1969; 99: 269- 702.
- ⁷ Kendall F.P.; Kendall E.; Geise P. Músculos, pruebas, funciones y dolor postural. 4a ed. España, Marbán, 2005.
- ⁸ Gokan T.; Hashimoto T.; Matsui S.; Kushihashi T.; Nobusawa H.; Munechika H.; Helical C.T. Demonstration of dilated right inferior phrenic arteries as extrahepatic collateral arteries of hepatocellular carcinomas. *J Comp Assist Tomogr* 2001; 25: 68–73.
- ⁹ Chung J.W.; Im J.G.; Park J.H.; Han J.K.; Choi C.G.; Han M.C. Left pericardiac mass caused by dilated pericardiacophrenic vein: report of four cases. *AJR* 1993; 160: 25–28.
- ¹⁰ Levine S.; Kaiser L.; Leferovich J.; Tikunov B. Cellular adaptations in the diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1997; 337: 1799-1806.
- ¹¹ Mercadier J.J.; Schwartz K.; Schiaffino S.; Wisnewsky C.; Ausoni S.; Heimbürger M.; Marrash R.; Pariente R.; Aubier M. Myosin heavy chain gene expression changes in the diaphragm of patients with chronic lung hyperinflation. *Am J Physiol* 1998; 274: 527- 534.
- ¹² Mizuno M. Human respiratory muscles: fibre morphology and capillary supply. *Eur Respir J* 1991; 4: 587- 601.
- ¹³ Bottinelli R.; Reggiani C. Human skeletal muscle fibres: molecular and functional diversity. *Prog Biophys Mol Biol* 2000; 73: 195- 262.
- ¹⁴ Kraemer W.; Adams K.; Cararelli E. American college of Sports Medicine position stand: progressive models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exercise* 2002; 34: 364- 380.
- ¹⁵ Wylegala J.A. Pendergast D.R.; Gosselin L.E.; Warkander D.E.; Lundgren C.E. Respiratory muscle training improves swimming endurance in divers. *Eur J Appl Physiol* 2007; 99: 393–404.
- ¹⁶ McIlveen S.A.; Hayes S.G.; Kaufman M.P. Both central command and exercise pressor reflex reset carotid sinus baroreflex. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol* 2001; 280: 1454-1463.

- ¹⁷ Harms C.A. Insights into the role of the respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol* 2007; 584 (3): 711.
- ¹⁸ Guyton A.; Hall J. Tratado de Fisiología Médica. 10a ed. México, Mc Graw-Hill 2001.
- ¹⁹ Berne R.; Levy M. Fisiología. 3a ed. España, Harcourt Brace 2001.
- ²⁰ Verges S.; Lenherr O.; Haner AC.; Schulz C.; Spengler C.M. Increased fatigue resistance of respiratory muscles during exercise after respiratory muscle endurance training. *Am J Physiology Regul Integr Comp Physiology* 2007; 292: 1246- 1253.
- ²¹ Sheel W.A.; Derchak P.A.; Pegelow D.F.; Dempsey J.A. Threshold effects of respiratory muscle work on limb vascular resistance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002; 282: 1732-1738.
- ²² Sheel W. A.; Derchak P.A.; Pegelow D.F.; Morgan B.J.; Jacques A.J.; Dempsey J.A. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *Journal of Physiology* 2001; 537 (1): 277– 289.
- ²³ Vogiatzis I.; Athanasopoulos D.; Boushel R.; Guenette J.A.; Koskolou M.; Vasilopoulou M.; Wagner H.; Roussos C.; Wagner P.D.; Zakyntinos S. Contribution of respiratory muscle blood flow to exercise-induced diaphragmatic fatigue in trained cyclists. *J Physiol* 2008; 586 (22): 5575– 5587.
- ²⁴ Wells G.D.; Pyley M.; Thomas S.; Goodman L.; Duffin J. Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. *Eur J Appl Physiol* 2005; 94: 527-540.
- ²⁵ Mickleborough T.D.; Stager J.M.; Chatham K.; Lindley M.R.; Ionescu A. Pulmonary adaptations to swim and inspiratory muscle training. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103: 635-646.
- ²⁶ Gething D.; Williams M.; Davies B. Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: a placebo controlled trial. *Br J Sports Med* 2004; 38: 730– 736.
- ²⁷ Instituto Nacional de Deportes, Chiledeportes. Centro de alto rendimiento [en línea]. Santiago de Chile: 2009. Disponible en: <<http://www.chiledeportes.cl/car>>.
- ²⁸ Troup J.P. The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clinics in Sports Medicine* 1999; 18: 2.

- ²⁹ Mickleborough T.D.; Stager J.M.; Chatham K.; Lindley M.R.; Ionescu A. Pulmonary adaptations to swim and inspiratory muscle training. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103: 635-646.
- ³⁰ Wells G.D.; Pyley M.; Thomas S.; Goodman L.; Duffin J. Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. *Eur J Appl Physiol* 2005; 94: 527–540.
- ³¹ López Chicharro J.; Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. 3a ed. Madrid, Panamericana 2006.
- ³² Witt J.D.; Guenette J.A.; Rupert J.L.; McKenzie D.C.; Sheel A.W. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol* 2007; 584: 1019– 1028.
- ³³ Enright S.J.; Unnithan B.V.; Heward C.; Withnall L.; Davies D.H. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Physical Therapy* 2006; 86 (3): 345- 353.
- ³⁴ Noguerol M.; Seco A. Técnicas en atención primaria: Pulsioximetría. Coruña, España 2003.
- ³⁵ Nilles E.; Sayward H.; D’Onofrio G. Vascular endothelial growth factor and acute mountain sickness. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock* 2009; 2: 1
- ³⁶ Aidar N.; Carvalho da Silva M.; Melo e Silva C.; Ferreira P.; Tavares P. ABPM in COPD Patients with Sleep Desaturation. *Arq Bras Cardiol* 2009; 93 (3): 255- 261.
- ³⁷ McConnell A. K.; Lomax M. The influence of inspiratory muscle work history and specific muscle training upon human limb muscle fatigue. *J Physiol* 2006; 577 (1): 445–457.
- ³⁸ Dempsey J.; Wagner P. Exercise induced arterial hypoxemia. *J. Appl. Physiol* 1999; 87(6): 1997– 2006.
- ³⁹ Griffiths L.A.; McConnell A.K. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *Eur J Appl Physiol* 2007; 99 (5): 457- 66.
- ⁴⁰ Moreno V.M.; Gómez J.B.; Antoranz M.J.; Gómez de la Cámara A. Concordancia entre los porcentajes de grasa corporal estimados mediante el área adiposa del brazo, el pliegue del tríceps y por impedanciometría brazo-brazo. *Rev Esp Salud Pública* 2003; 77: 347- 361.
- ⁴¹ Vázquez-Barquero J.L.; Herrera S.; Ramos A.J.; Gaité L. Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF): antecedentes, marco conceptual y estructura. *Papeles Médicos* 2001; 10 (4):177-184.

11.- ANEXOS

11.1 Anexo N° 1. Porcentaje de VO_2 máx. en base a las marcas de tiempos; según Licenciado Ibrahim Zaldivar Ochoa (Metodólogo Nacional, Federación Chilena de Deportes Acuáticos), para hombres y mujeres.

Hombres

LIBRE	mejor	RI			RII		MVO ₂		RL	
		45-60%			60-75%		>75%		>75%	
100 Lib	01:02,00	01:15,02	01:17,50	01:20,60	01:11,30	01:14,40	01:11,30	01:14,40	01:05,72	01:09,44
200 Lib	02:21,00	02:49,20	02:56,25	03:03,30	02:37,92	02:46,38	02:35,10	02:42,15	02:28,05	02:35,10
400 Lib	05:01,00	05:46,15	05:55,18	06:01,20	05:31,10	05:37,12	05:16,05	05:31,10		

800 Lib	09:26,00	10:28,26	10:39,58	10:50,90	09:54,30	10:22,60	
---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--

Mujeres

LIBRE	mejor	RI			RII		MVO ₂		RL	
		45-60%			60-75%		>75%		>75%	
100 Lib	01:04,00	01:17,44	01:20,00	01:23,20	01:13,60	01:16,80	01:13,60	01:16,80	01:07,84	01:11,68
200 Lib	02:24,00	02:52,80	03:00,00	03:07,20	02:41,28	02:49,92	02:38,40	02:45,60	02:31,20	02:38,40
400 Lib	05:01,00	05:46,15	05:55,18	06:01,20	05:31,10	05:37,12	05:16,05	05:31,10		
800 Lib	09:30,00	10:32,70	10:44,10	10:55,50	09:58,50	10:27,00				

% de Máximo consumo de oxígeno

Regenerativa R0 = menos del 45 %.
 Subaeróbica RI = Entre 45 y 60 %.
 Superaeróbica RII = Entre el 60 y el 75 %.
 Máximo consumo de oxígeno MVO₂ = más del 75 %.

11.2 Anexo N° 2. Mediciones antropométricas de nadadores de Categoría Juvenil A y Juvenil B, del Club Enaba, V Región de Valparaíso.

Nadador (N°)	Talla	Peso	IMC	% Grasa
Hombres				
1	170	60	20,8	11,82
2	179,5	66,7	20,8	12,35
3	169	59,6	20,9	18,17
4	169	73,1	25,6	17,06
5	178	64,6	20,4	10,97
6	153	49,2	21,0	12,61
7	172	65,1	22,0	21,09

8	169	71,8	25,1	13,2
Mujeres				
1	162	54,8	20,9	18,87
2	152	50,8	22,0	24,41
3	153	43	18,4	20,79
4	163	57,2	21,5	21,67
5	152	50,6	21,9	21,67
6	167	67,1	24,1	26,1

11.3 Anexo N° 3. Índice de masa corporal (IMC).

$$\text{IMC} = \text{peso} / \text{talla}^2$$

INDICE DE MASA CORPORAL POR EDAD: VARONES

Percentiles

Edad Años	p5	p10	p25	p50	p75	p85	p90	p95
6,0	13,8	13,9	14,6	15,4	16,4	17,0	17,5	18,4
6,5	13,7	14,0	14,6	15,5	16,5	17,2	17,7	18,7
7,0	13,7	14,0	14,6	15,5	16,6	17,4	18,0	19,1
7,5	13,7	14,1	14,7	15,6	16,8	17,6	18,4	19,6
8,0	13,7	14,2	14,8	15,8	17,0	17,9	18,7	20,1
8,5	13,8	14,3	14,9	16,0	17,3	18,3	19,1	20,5

9,0	13,9	14,4	15,1	16,2	17,6	18,6	19,5	21,1
9,5	14,0	14,5	15,3	16,4	17,9	19,0	19,9	21,6
10,0	14,2	14,6	15,5	16,6	18,2	19,4	20,3	22,1
10,5	14,3	14,8	15,7	16,9	18,6	19,8	20,7	22,6
11,0	14,5	15,0	15,9	17,2	18,9	20,2	21,2	23,2
11,5	14,7	15,2	16,2	17,5	19,3	20,6	21,6	23,7
12,0	14,9	15,4	16,5	17,8	19,7	21,0	22,1	24,2
12,5	15,2	15,7	16,7	18,2	20,1	21,4	22,6	24,7
13,0	15,4	16,0	17,0	18,4	20,4	21,8	23,0	25,1
13,5	15,7	16,2	17,3	18,8	20,8	22,2	23,5	25,6
14,0	15,9	16,5	17,6	19,2	21,2	22,6	23,8	26,0
14,5	16,2	16,8	17,9	19,5	21,6	23,0	24,2	26,5
15,0	16,5	17,2	18,2	19,8	21,9	23,4	24,6	26,8
15,5	16,8	17,4	18,6	20,2	22,3	23,8	25,0	27,2
16,0	17,1	17,7	18,9	20,5	22,7	24,2	25,4	27,5
16,5	17,4	18,0	19,2	20,8	23,1	24,5	25,8	27,9
17,0	17,7	18,3	19,5	21,2	23,4	24,9	26,2	28,2
17,5	17,9	18,6	19,8	21,5	23,8	25,3	26,4	28,6
18,0	18,2	18,9	20,2	21,8	24,1	25,6	26,8	29,0

INDICE DE MASA CORPORAL POR EDAD: MUJERES

Percentiles

Edad Años	P5	p10	p25	p50	p75	p85	p90	p95
6,0	13,2	13,8	14,4	15,2	16,3	17,1	17,7	18,8
6,5	13,2	13,8	14,4	15,3	16,5	17,4	18,0	19,2
7,0	13,2	13,8	14,5	15,4	16,7	17,6	18,3	19,6
7,5	13,2	13,9	14,6	15,6	17,0	17,9	18,7	20,1
8,0	13,3	14,0	14,7	15,8	17,3	18,3	19,1	20,6
8,5	13,4	14,1	14,9	16,0	17,6	18,7	19,6	21,2
9,0	13,5	14,2	15,1	16,3	18,0	19,2	20,0	21,8
9,5	13,6	14,4	15,3	16,6	18,3	19,5	20,5	22,4
10,0	13,7	14,6	15,5	16,8	18,7	19,9	21,0	22,9
10,5	13,9	14,7	15,7	17,2	19,1	20,4	21,5	23,5
11,0	14,1	14,9	16,0	17,4	19,5	20,8	22,0	24,1

11,5	14,3	15,2	16,2	17,8	19,8	21,4	22,5	24,7
12,0	14,5	15,4	16,5	18,1	20,2	21,8	22,9	25,2
12,5	14,7	15,6	16,8	18,4	20,6	22,2	23,4	25,7
13,0	14,9	15,9	17,1	18,7	21,0	22,5	23,9	26,3
13,5	15,2	16,2	17,4	19,0	21,3	22,9	24,3	26,7
14,0	15,4	16,4	17,6	19,4	21,7	23,3	24,6	27,3
14,5	15,6	16,7	17,9	19,6	22,0	23,7	25,1	27,7
15,0	15,9	16,9	18,2	19,9	22,3	24,0	25,4	28,1
15,5	16,2	17,2	18,4	20,2	22,6	24,4	25,8	28,5
16,0	16,4	17,4	18,7	20,5	22,9	24,7	26,1	28,9
16,5	16,6	17,6	18,9	20,7	23,1	24,9	26,4	29,3
17,0	16,8	17,8	19,1	20,9	23,4	25,2	26,7	29,6
17,5	17,0	18,0	19,3	21,1	23,6	25,4	27,0	29,9
18,0	17,2	18,2	19,4	21,2	23,8	25,6	27,2	30,3

Calificación del IMC	
IMC < p 10	Bajo peso
IMC entre p 10 y p <85	Normal
IMC entre p 85 y p <95	Riesgo de obesidad
IMC ≥ p 95	Obesidad

11.4 Anexo N° 4. Porcentaje de grasa corporal.

Ecuación de Siri:

$$\% \text{ Grasa corporal} = (4.95/D) - 4.5 * 100$$

D= densidad

Se calcula mediante la fórmula de Durnin y Womersley (1974):

$$\text{Densidad} = 1.1765 - 0.0744 * X$$

X= logaritmo decimal de la suma de cuatro pliegues: bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco, medida en mm.

Calificación del % grasa corporal	
Mujeres	
20-30%	Normal
31-33%	Sobrepeso
> 33%	Obesidad
Hombres	
12-20%	Normal
21-25%	Sobrepeso
> 25%	Obesidad

11.5 Anexo N° 5. Encuesta inicial.

Datos personales.

Nombre: _____
Edad: _____ Fecha de nacimiento: _____
Teléfono: _____ Mail: _____
Deporte: _____
Club: _____

Responda las siguientes preguntas, marcando con una cruz en el lugar correspondiente:

1.- ¿Hace cuánto tiempo realiza natación de forma competitiva?

Hace 2 años o más _____ Menos de 2 años _____

2.- ¿Realiza pruebas de natación de 100, 200, 400 y 800 mts., estilo libre?

Sí _____ No _____

3.- ¿Ha abandonado parcial o totalmente su entrenamiento de natación durante el último mes?

Sí _____ No _____

4.- ¿Tiene alguna secuela (dolor, inflamación, disminución del movimiento, falta de fuerza muscular o deformidad) de lesión musculoesquelética (esguince, desgarro muscular, fractura, etc.)? Si su respuesta es positiva, indique la secuela y la lesión.

Sí _____ No _____
(_____)

5.- ¿Tiene algún problema respiratorio u otro relevante para su salud (Enfermedades cardíacas, Diabetes, Hipertensión arterial, Enfermedades vasculares, etc.)? Si su respuesta es positiva indique qué enfermedad es.

Sí _____ No _____
(_____)

6.- ¿Está tomando algún medicamento? Si su respuesta es positiva, indique el nombre del fármaco, la dosis y hace cuanto tiempo lo está tomando.

Sí _____ No _____
(Nombre _____, dosis _____, tiempo _____)

11.6 Anexo N° 6. Consentimiento informado.

Tesis: Determinación de la distancia a la que se produce fatiga muscular inspiratoria, en nadadores seleccionados

El propósito de esta investigación es determinar si la fatiga muscular inspiratoria se produce a los 100, 200, 400 u 800 mts., en nadadores de alta competición.

Se evaluarán cuatro pruebas de natación (100, 200, 400 y 800 mts.), midiéndose al inicio y al final de cada una la presión inspiratoria máxima y el esfuerzo percibido. Previo a esta valoración, se realizará un estudio piloto, con el fin de familiarizar a los participantes con el proceso de medición.

Le solicitamos mantener el mismo entrenamiento de natación, previo y durante el estudio, sin variar la realización de actividades físicas fuera de la piscina, ni tampoco su régimen alimenticio. Es necesario que cumpla al pie de la letra las indicaciones mencionadas, para evitar que los resultados obtenidos varíen.

Toda la información recolectada será manejada de manera estrictamente confidencial y sólo será utilizada en el marco de la investigación. Por lo tanto, los resultados deberán ser publicados pero sin revelar los nombres o identidad de los participantes y se podrá hacer llegar una copia de los resultados a los voluntarios del estudio, cuando ellos lo deseen.

Su participación en el estudio es totalmente voluntaria y no significará ningún gasto monetario para Ud. Si en algún momento desea abandonar el estudio, se encuentra en total libertad de hacerlo, sin necesidad de comunicar los motivos a los encargados de la investigación.

Yo _____, con fecha ___ de _____ del 2009, declaro haber entendido el propósito de este estudio y estar interesado(a) en participar en él.

Firma del apoderado

Firma del nadador

Tesistas: Gabriela Oviedo Pares (gabyoviedopares@hotmail.com)

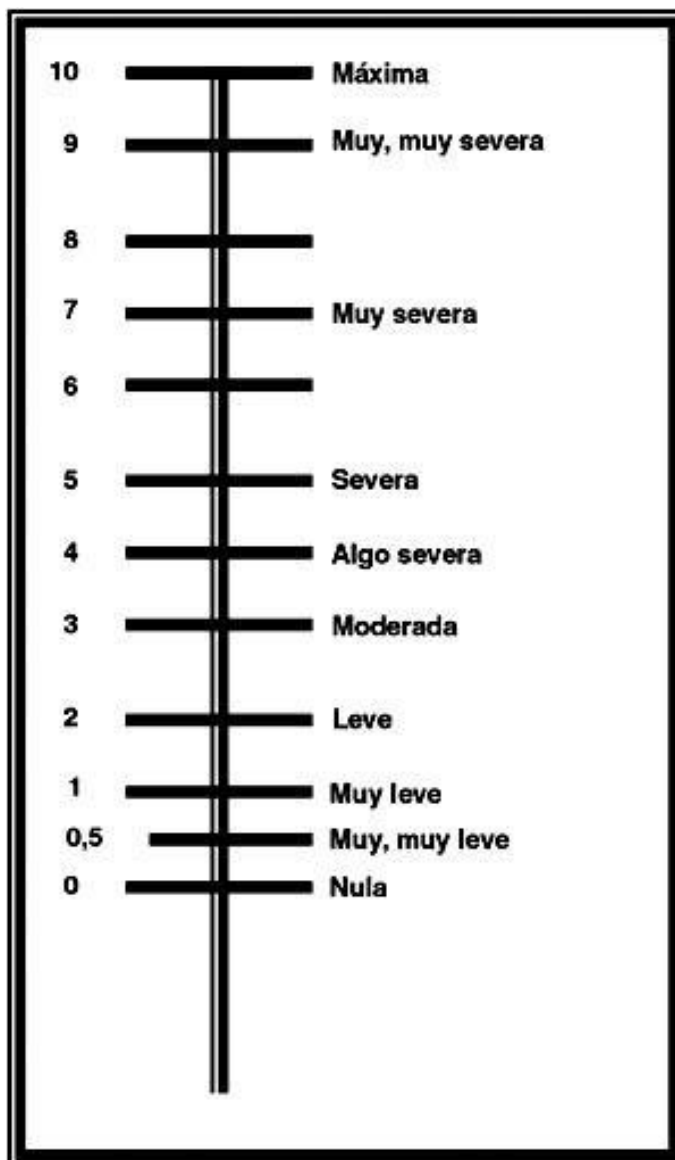
Gigliola Piano Villavicencio (gigliolapiano@gmail.com)

Virginia Rubio Henríquez (vikyrubio@gmail.com)

Profesor Guía: Klgo. Juan Cristian Rojas Montero.

Carrera de Kinesiología, fono: 2508881- 2508885, Universidad de Valparaíso, Chile.

11.7 Anexo N° 7. Escala de Borg modificada.



11.8 Anexo N° 8. Marcas de tiempo de nadadores de Categoría Juvenil A y Juvenil B, del Club Enaba, V Región de Valparaíso, en diversas pruebas de natación.

Nadadores	Mejor marca				Tiempo de test			
	100	200	400	800	100	200	400	800
Hombres								
1	1.02'	2.21'	5.05'	9,20'	1.04'	2.25'	5.16'	9,53'
2	1.04'	2.22'	5.00'	9,10'	1.07'	2.28'	5.17'	9,58'
3	1.03'	2.23'	5.01'	9,20'	1.05'	2.27'	5.14'	9,53'
4	1.03'	2.22'	5.02'	9,50'	1.06'	2.26'	5.16'	9,59'
5	1.03'	2.20'	5.00'	9,30'	1.07'	2.27'	5.17'	9,54'
6	1.04'	2.21'	5.00'	9,15'	1.06'	2.28'	5.20'	9,49'
7	1.01'	2.22'	5.02'	9,54'	1.04'	2.25'	5.19'	10,11'
8	1,01'	2.21'	5.00'	9,10'	1,05'	2.26'	5.16'	9,50'
Γ	1,02'	2,21'	5,01'	9,26'	1,05'	2,26'	5,17'	9,60'
Mujeres								
1	1.02'	2.26'	5.00'	9,25'	1.07'	2.29'	5.12'	9,59'
2	1.03'	2.22'	5.00'	9,15'	1.06'	2.27'	5.11'	9,49'
3	1.06'	2.24'	5.00'	9,10'	1.09'	2.30'	5.14'	9,53'
4	1.04'	2.25'	5.05'	9,56'	1.09'	2.31'	5.16'	10,15'
5	1.06'	2.26'	5.03'	9,40'	1.07'	2.35'	5.13'	10,13'
6	1.06'	2.21'	5.02'	9,35'	1.08'	2.32'	5.15'	9,50'
Γ	1,04'	2,24'	5,01'	9,30'	1,07'	2,31'	5,14'	10,13'

