

EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE NATACION SOBRE EL VO₂máx EN VARONES ESCOLARES TANNER 4, EN ALTURA MODERADA

“Effects of a swimming program on VO₂máx in Boys school tanner 4, in moderate altitude ”

Vargas Salinas-C¹, Melgarejo Pinto-V², Pérez Pérez-J³ Salcedo-L⁴.

1 Estudiante Maestría en Pedagogía de la Cultura Física.

2 Magister en Maestría en Pedagogía de la Cultura Física y Esp. En Administración de la Educación Física, El deporte y la Recreación.

3 PhD. en Actividad Física y Deporte y Magister en Educación avanzada.

4 Docente investigador. Estadística, UPTC.

Correo electrónico: shs@uptc.edu.co

Recibido:	20	01	2013	Revisado:	22	02	2013
Corregido:	13	03	2013	Aceptado:	15	04	2013

Estilo de referencias: Vancouver X APA 6 Harvard ICONTEC

RESUMEN:

El propósito investigativo es conocer el comportamiento del consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) en varones escolares Tanner 4, residentes en Tunja a una altura moderada (2775 msnm). Para determinar la respuesta del sistema cardiopulmonar y sanguíneo a la exposición a la hipoxia relativa de ± el 12%.1, fenómeno estudiado a nivel del mar como en alta altitud. Método: Se midió el VO₂máx indirecto por medio de la prueba ciclo-ergométrica incremental máxima, pre y pos programa de natación metodología ATR de nueve semanas con énfasis en la resistencia aeróbica en 14 varones escolares de 14 a 16 años, Tanner 4. Resultados. El VO₂máx en el test inicial para el grupo experimental y para el grupo control fue de 62±5,3 y 58,7±4,8 ml.kg-1.min-1, respectivamente. En el test final para el grupo experimental y para el grupo control fue de 64,3±5,3 y 53,9 ± 3,1 ml.kg-1.min-1. El grupo experimental muestra un incremento porcentual del 3,7%. y el grupo control una disminución del 9,1%. Conclusiones. El programa de natación ATR de 9 semanas es recomendable para el desarrollo del VO₂max en varones escolares Tanner 4, a una altura

moderada, porque los resultados muestran en el grupo experimental un valor superior al del grupo Control. Se muestran niveles de confianza de 99%, 93% y 95% por diferencia entre la M del test inicial y el test final, respectivamente para: Grupo experimental, Grupo de control y la Comparación entre los grupos.

Palabras claves: altura moderada, escolares, natación, Tanner y VO₂máx.

ABSTRACT

The **research aim** is to understand the behavior of maximum oxygen consumption (VO₂max) in school boys Tanner 4, residents in Tunja at moderate altitude (2775 m). To determine the response of the cardiopulmonary system and blood exposure to relative hypoxia of 12% ± 0.1, phenomenon studied at sea level and at high altitude. **Method:** indirect VO₂max was measured using the test-cycle ergometer maximal incremental, pre-and post-swim program for nine weeks ATR methodology with emphasis on aerobic endurance in 14 male students aged 14 to 16 years, Tanner 4. **Results.** VO₂max in the initial test for the experimental group and the control group was 62±5,3 and 58,7±4,8 ml.kg-1.min-1, respectively. In the final test, for the experimental group and the control group was 64,3±5,3 and 53,9±3,1 ml.kg-1.min-1. The experimental group shows a percentage increase of 3.7%. And the control group decreased 8.2%. **Conclusions.** The swimming program ATR 9 weeks is recommended for development of VO₂max in school boys Tanner 4, at a moderate height, because the results in the experimental group showed a higher value than the control group. Showing confidence levels of 99%, 93% and 95% difference between the M & DS test and post-tests, respectively: experimental group, control group and the comparison between groups.

Key words: moderate height, school, swimming, and Tanner VO₂máx.

INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene como propósito conocer los efectos de un programa de natación sobre el VO₂max en varones escolares entre edades de 14 a 16 años, Tanner 4, teniendo en cuenta que no se conocen investigaciones realizadas en Colombia, en esta etapa de la maduración sexual y determinar la incidencia del programa.

Con el fin de ilustrar académicamente este trabajo de investigación, a continuación se realiza una conceptualización de: Consumo máximo de oxígeno, maduración sexual según Tanner y la natación y el VO₂máx.

El Consumo máximo de Oxígeno

Es un parámetro fisiológico que expresa la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo y se expresa en $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (1)(2); el VO_2 directo corresponde al tipo de pruebas de metodología directa de la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo y que se realizan en laboratorios y con equipamiento de análisis de gases (O_2 y CO_2) muy sofisticados, que tienen alta precisión y fiabilidad. Ejemplo: Metamax II, Cosmed K4, Medgraphics, Collins, Sensor medics y otros (2); el VO_2 máximo Indirecto corresponde al tipo de pruebas realizables en campo, para medir la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo, pero que no cuentan con la misma exactitud que las directas, sin embargo ofrecen grandes ventajas: bajo costo, evaluación a grupos numerosos, practicidad, se realizan en el mismo lugar de entrenamiento, etc. por lo que son consideradas de gran utilidad. Se usan ecuaciones y fórmulas matemáticas para hacer cálculos y obtener valores aproximados. Se utilizan protocolos similares a los aplicados en el laboratorio (2) Entonces el consumo de oxígeno es una medida cuantitativa de la potencia aeróbica, según Hill 1927, citado por Sergeyevich y Dmitriyevich, 2001. Los investigadores consideran que es el reflejo universal de las posibilidades funcionales del organismo y que su magnitud se correlaciona en forma directa con la resistencia no solo a las cargas físicas sino con otras situaciones que requieren significativa tensión de los mecanismos homeostáticos como la hipoxia, la hipercapnia e hipertemia y demás (3). Diferentes estudios han aportado información respecto de los factores que determinan el VO_2 máximo mostrando que estos son los establecidos por las funciones del metabolismo de la respiración externa y del sistema circulatorio de la sangre. En el caso de la respiración externa este factor está ligado con la aptitud de los pulmones para la difusión del oxígeno y en la caso de la circulación con la función de bombeo del corazón y el máximo volumen minuto, débito cardiaco (Q_{max}) y con este en el transporte sistémico de máximo de O_2 (3).

Maduración sexual según Tanner y ejercicio.

Al iniciar un estudio sobre los efectos de la natación sobre el VO_2 max en adolescentes Tanner 4, es indispensable referir al médico James Tanner, quien al término de la segunda guerra mundial inició un trabajo de investigación para evaluar los estados de desnutrición en la población de niños; sin embargo sus estudios fueron más allá de lo programado y terminó documentando no solo el desarrollo físico sino también el desarrollo sexual entregando al mundo y la ciencia la ESCALA TANNER, como una guía ilustrada y descriptiva de lo que percibía como la etapa de la pubertad; publicación que dio su nacimiento en 1955 y una nueva versión en el año 1962, ya con modificaciones; a partir de ese entonces esta guía es de uso obligado en asuntos de salud y de apoyo para docentes no solo de medicina y salud general, sino también para los profesores de

Educación Física y Deportes y/o entrenadores deportivos (4). La guía ilustrada y descriptiva muestra los cambios en las características físicas y morfológicas externas del y la adolescente que se aproxima a su etapa puberal: en los varones el vello púbico, axilar y bigote, el glande y los testículos y en las mujeres los senos y el vello púbico, además de la forma de la cadera.

Siendo interés del investigador conocer cómo se comporta el organismo de un adolescente en la etapa 4 según Tanner, a las actividades propias de la natación, se consultó evidencia investigativa sobre el particular, una de las cuales reportó que examinado el cortisol, testosterona y GH, sus respuestas al ejercicio en los adolescentes en diferentes edades de desarrollo, "muestran que el cortisol suprarrenal al hacer ejercicio es muy similar entre los adultos y los adolescentes en etapa Tanner 4 y 5. Sin embargo, la respuesta de la testosterona a gonadal ejercicio es menor en la etapa 4 de Tanner que en la Etapa 5 en jóvenes o en los adultos". Igualmente describen que "para las glándulas endocrinas que producen estas hormonas, el cortisol, la testosterona y la GH, responden al ejercicio físico como un estímulo estresante, pero relativa a la testosterona y GH la cantidad total de hormona que se produce es contraria a la de los adultos jóvenes (testosterona, GH) (5).

Para concluir sobre los aspectos a tener en cuenta sobre la maduración sexual y la respuesta hormonal al ejercicio, los autores conceptuaron:

"Las diferencias de testosterona y GH observados en descanso y durante el ejercicio en el estadio de Tanner 4 de los adolescentes, probablemente reflejan los niveles de desarrollo menos maduros del sistema endocrino dentro de ese grupo de edad. Como se podrá concluir que en la Etapa Tanner 5, los adolescentes son mucho más similares en sus respuestas a la de los adultos jóvenes que los adolescentes en la Etapa Tanner 4. Esto sugiere (que en este nivel de edad) un período de un año de tiempo es crítico para el desarrollo progresivo no sólo del sistema endocrino, sino también del músculo esquelético y cardiopulmonar (como implícito en los cambios observados en la masa corporal, así como en el VO_2 pico)" (6).

Natación, Resistencia aeróbica y $VO_{2máx}$.

La natación es la habilidad que permite al ser humano desplazarse en el agua, por la acción propulsora realizada por los movimientos rítmicos, repetitivos y coordinados de los miembros superiores, inferiores y el cuerpo, y que le permitirá mantenerse en la superficie y vencer la resistencia que ofrece el agua para desplazarse en ella (7)(8)(19). siendo uno de los deportes más completos que existen, pues ejercita la mayoría de los músculos del cuerpo; hecho que se refleja positivamente en el aparato locomotor y en los sistemas cardiovascular y respiratorio. Adicionalmente a esto, la natación tiene una gran ventaja frente a otras modalidades deportivas y es que puede ser practicada por

cualquier persona, su aprendizaje puede darse a cualquier edad) (7). Además de ser una actividad divertida y relajante, es muy beneficiosa para la salud, por lo que cada vez más los profesionales de la medicina recomiendan su práctica con fines terapéuticos siendo además considerada como una actividad de "bajo impacto", pues dentro del agua el peso corporal se reduce notablemente, neutralizándose casi en un 75%, a diferencia de otros deportes como correr, donde el impacto es casi tres veces el peso del mismo cuerpo. Las causas de dichas reacciones motrices pueden ser puramente físicas (como ocurre, por ejemplo, en el principio de Arquímedes), o pueden tener su origen en un registro totalmente diferente (tal es el caso de la tonicidad muscular asociada al bloqueo afectivo en algunos contactos con el medio acuático)"(9). En el aprendizaje y desarrollo de la técnica se deben tener en cuenta las fases de: - Relación entre respiración y flotación. - Relación entre respiración y equilibrio. - Relación entre respiración y estabilización. - Relación entre respiración y propulsión. - Relación entre respiración y energía. Para los distintos sistemas del organismo aporta los siguientes beneficios: 1. En Desarrollo orgánico en general, mejora la circulación sanguínea, mejora de las funciones pulmonares, Aumento de la resistencia, causa estimulación del metabolismo. Entre otros. 2. En el desarrollo muscular participan los grandes grupos musculares causando estímulos para la Tonificación muscular, facilita la relajación muscular y mejora la movilidad articular. 3. En el desarrollo de la coordinación motriz y la adquisición de nuevas experiencias en movimientos de ingravidez y 4. Mejora de la actitud o postura (7).

La Resistencia aeróbica es una capacidad condicional definida por Harre como "La capacidad de la resistencia a la fatiga en movimientos deportivos de larga duración", al igual que en "cargas de una intensidad relativamente alta" (2). Según Zintl, F. 1.991, "Es la capacidad de resistir psíquica y físicamente a una cargas durante largo tiempo produciéndose finalmente un cansancio".¹⁰ por lo cual se produce una pérdida del rendimiento de manera insuperable debido a la intensidad y a la duración del esfuerzo o de carga soportada. Con relación a los tipos de deporte individual se diferencian tres funciones de la resistencia: 1. posibilita mantener una intensidad deseada el mayor tiempo posible. 2. contribuye para que no, llegue rápidamente la fatiga después de un entrenamiento con alta intensidad. 3. produce una recuperación más rápida ⁶. Esta capacidad condicional depende en gran medida del óptimo funcionamiento de los sistemas cardiovascular y ventilatorio que involucra principalmente a las fibras musculares de contracción lenta, las tipo 1. Ejemplo en el deporte, son todas las carreras atletismo por encima de las pruebas con distancias superiores a los 1500 m (11).

El máximo consumo de oxígeno (VO_{2max}) es el principal indicador de las posibilidades aerobias de la persona, debido a que integra múltiples funciones orgánicas (ventilatorias,

cardiovasculares, sanguíneas, musculares) (20), por lo cual tiene una estrecha relación con el nivel de acondicionamiento y con el estado de salud. El Colegio Americano de Medicina del Deporte recomienda que para el mejoramiento del $VO_{2\text{máx}}$ deben realizarse mínimo 3 sesiones por semana a una intensidad de ejercicio del 80% controlado con frecuencia cardíaca máxima y que los niños también pueden mejorar su $VO_{2\text{máx}}$ si se respetan estos criterios (13). Gi Broman y Col. 2006 en High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women, determinaron que “Son muchos los efectos generados por la práctica de natación en cualquier tiempo y edad, pero que de cierto modo se advierten como fundamentales para mejorar los procesos de entrenamiento y de salud respectivamente en los deportistas o quienes simplemente practican dicha actividad acuática” lo cual demuestra que con acierto este trabajo pretende demostrar la utilidad de un programa de natación sobre el $VO_{2\text{max}}$ en varones escolares (12). Mandigout, S. y Col. 2002. En Effect of two aerobic training regimens on the cardiorespiratory response of prepubertal boys and girls presentan los resultados de investigación con una muestra conformada de 84 niños pre-púberes entre 10 y 11 años. Dos grupos, EG1 y EG2, que participaron en un programa de entrenamiento en resistencia de 13 semanas (intensidad: de más de 80% de tasa cardíaca máxima para ambos grupos; frecuencia: 3 y 2 sesiones por semana; duración: 25-35 minutos y 15-20 minutos por sesión en la zona objetivo, para EG1 y EG2, respectivamente). Otro grupo de 28 niños servía como un grupo control. Cada sujeto fue evaluado mediante un test de ejercicio continuo y progresivo hasta el agotamiento en cicloergómetro para evaluar $VO_{2\text{máx}}$ antes y después del periodo de estudio de 13 semanas. Concluyeron que se vio un incremento de $VO_{2\text{máx}}$ (sobre promedio +7%) solo en los niños que participaron en un programa de entrenamiento organizado sobre la base de tres sesiones por semana, con intensidades de ejercicio de más de 80% de tasa cardíaca máxima por al menos 25 minutos por sesión. Esta investigación realizada con pre púberes facilita tomar decisiones sobre una propuesta de investigación similar en varones Tanner 4. El Colegio Americano de Medicina del Deporte ha evaluado positivamente más de 8 investigaciones cuyo objetivo es demostrar la eficiencia de la natación y las actividades acuáticas sobre el $VO_{2\text{max}}$ (13).

EL CENTRO JUVENIL EMILIANI

La población objeto de esta investigación, son adolescentes escolares, pertenecen al **EL CENTRO JUVENIL EMILIANI**, se presenta su misión, visión, de organización administrativa, académica y demás. Es una organización canónica no gubernamental, sin ánimo de lucro con Personería Jurídica reconocida por el Ministerio de Justicia mediante resolución No. 2491 del 26 de julio de 1966 y con Nit. No. 860.027.139-2. La autoridad máxima es el Consejo Provincial de la Provincia Andina de la Orden Religiosa de los Padres Somascos representada por el Preósito Provincial. La administración está delegada en la Comunidad local de los Padres Somascos en cabeza del Superior,

nombrado por el Provincial, quien de común acuerdo con la Comunidad Local elige al Director y a los demás miembros que dirigen su funcionamiento. En ella se considera, “como sujeto de la educación, al hombre concebido como persona, ser único e irrepetible, racional, consciente de su existir, libre y, por lo tanto, responsable de sus actos y con el derecho y el deber de auto-realizarse. Subordinado a Dios como su Creador, con vocación a pertenecer a una sociedad que respete su ser y en el cual respeta la dignidad de sus semejantes y, en ella, es sujeto de derechos y deberes. La Institución es de inspiración católica. . .” (14). **MISIÓN** El Centro Juvenil Emiliani acoge en la modalidad de internado niños, adolescentes y jóvenes que han sido vulnerados en sus derechos fundamentales, víctimas del abandono familiar y/o en riesgo psicosocial, con el propósito de formarlos como hombres íntegros para la sociedad y la iglesia, mediante la incorporación de principios éticos, la instrucción laboral, la vivencia solidaria y la construcción de un proyecto de vida autónoma e independiente. **VISIÓN** EL Centro Juvenil Emiliani ofrecerá un servicio formativo integral de excelente calidad, mediante la continua implementación de nuevas tecnologías y estrategias pedagógicas que garanticen el restablecimiento de derechos de los niños, adolescentes y jóvenes acogidos en el programa, orientando estas acciones desde los principios pedagógicos de San Jerónimo Emiliani, Devoción, Trabajo y Caridad.

Metodología. El propósito de la investigación respondió a la hipótesis ¿Un programa de natación de nueve semanas con la metodología ATR, incrementa el $VO_2\max$, en varones escolares Tanner 4, en la altura moderada? **El enfoque** es Empírico analítico de tipo cuasi - experimental, cuantitativo; la población fue de 45 varones escolares entre las edades de 14 a 16 años, sanos La muestra intencionada y a conveniencia fueron 21 escolares Tanner 4, entre las edades de 14 a 16 años y quienes que se valoraron medicamente estableciendo que se encuentran en la escala 4 de Tanner, quienes firmaron el consentimiento informado. De acuerdo a los resultados obtenidos en el test inicial luego de la aplicación de t de Student, arrojó 21 divididos en grupo experimental 10 varones y grupo control 11 varones, al cual se le aplicó la planificación de natación únicamente al grupo experimental, dos estilos libre y espalda, mediante la utilización del sistema de entrenamiento ATR, en un macrociclo de trabajo. El grupo experimental se dividió en dos grupos de trabajo, el primero (1), por los alumnos que obtuvieron los resultados en el test inicial de cicloergometro entre los $54,76 \text{ ml.kg}^{-1}\text{min}^{-1}$ a $62,25 \text{ ml.kg}^{-1}\text{min}^{-1}$, y el segundo 2 grupo por los comprendidos entre los $66 \text{ ml.kg}^{-1}\text{min}^{-1}$ a $67,77 \text{ ml.kg}^{-1}\text{min}^{-1}$. La investigación se ejecutó en cuatro fases: 1. selección de la muestra. 2. T de student grupo experimental y control. 3. Aplicación del programa de natación, metodología ATR y la 4. Aplicación del test final. **Análisis Estadístico:** Se analizaron

estadísticamente los resultados teniendo en cuenta el test inicial y el final para las variables Peso (kg), Talla (m), FC en reposo ($l \cdot \text{min}^{-1}$), FCmáx ($l \cdot \text{min}^{-1}$), Wattios, FC recup, IMC (p/m^2), VO₂ max ($kg^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) que hacen parte del estudio, inicialmente, se construye una tabla con las estadísticas descriptivas de media, desviación estándar, mínimo y máximo valor. Para cada una de las variables se elabora un diagrama de caja; el cual es un gráfico que suministra información sobre los valores mínimo y máximo, la mediana, los cuartiles uno y tres, sobre la existencia de valores atípicos y la simetría de la distribución de los datos. Los diagramas de caja permiten realizar una comparación del comportamiento de los datos para cada variable y cada uno de los grupos: Control inicial y final y, experimental inicial y final. Para la variable VO₂ máximo se realiza un diagrama de medias, en el cual se presenta el valor promedio de esta variable agrupada por grupo experimental y grupo control y según el test inicial o final. Para la variable VO₂ máximo se realiza una prueba t para dos muestras con el fin de establecer si existe diferencia significativa entre los promedios de los grupos experimental y de control. Dicha prueba se lleva a cabo para los datos obtenidos en el Test Inicial y luego para los del Test Final. Puesto que se tiene información de la variable VO₂ máximo para el mismo individuo en dos momentos diferentes: Test Inicial y Test, tanto para el grupo control como para el grupo experimental, se realiza una prueba t para medias de dos muestras emparejadas con el fin de establecer si existe diferencia significativa entre los promedios de los dos test. Por último y con el fin de establecer la relación de asociación entre las diferentes variables del presente estudio, se elabora una tabla en la cual se presenta el valor de la correlación de Pearson junto con su significancia.

El programa se desarrolló durante nueve (9) semanas atendiendo a los principios metodológicos del ATR, con la planificación gráfica que se muestran en las tablas No. 1 y 2. Microciclos de preparación de los grupos 1 y 2.

MACROCICLO DE PREPARACIÓN GRUPO 2 (A.T.R.) 62 km (1:2)								
55% MESOCICLO ACUMULACIÓN 34,1 Km 2:1			30% MESOCICLO, TRANSFORMACIÓN 18,6 Km 2:1			15% MESOCICLO REALIZACIÓN 9,3 Km 1:2		
Semana del 03/07 al 07/07/12	Semana del 10/07 al 14/07/12	Semana del 17/07 al 21/07/12 (1:3)	Semana del 24/07 al 28/07/12	Semana del 31/07 al 04/08/12	Semana del 07/08 al 11/08/12 (1:4)	Semana del 14/08 al 18/08/12	Semana del 21/08 al 25/08/12 (1:4)	Semana del 28/08 al 01/09/12 (1:4)
10,625 m	13,813 m	9,563 m	5,846 m	7,440 m	5,314 m	3,427 m	3,182 m	2,692 m
M=2,000 m	M=2,532 m	M=2,459 m	M=1,151 m	M=1,488 m	M=1,498 m	M=782 m	M=1,090 m	M=1,077 m
M=2,205 m	M=2,764 m	M=2,185 m	M=1,240 m	M=1,598 m	M=1,226 m	M=842 m	M=727 m	M=646 m
J=2,300 m	J=2,992 m	J=1,914 m	J=1,328 m	J=1,700 m	J=1,091 m	J=661 m	J=545 m	J=431 m
V=2,500 m	V=3,223 m	V=1,639 m	V=1,062 m	V=1,381 m	V=954 m	V=601 m	V=456 m	V=323 m
S=1,804 m	S=2,302 m	S=Cal=1,366 m (CONTROL)	S=974 m	S=1,273 m	S=Cal=545 m (CONTROL L)	S=541 m	S=364 m	S=Cal=215 m (CONTROL)
≡ 265	≡ 300	≡ 175	≡ 330	≡ 350	≡ 195	≡ 285	≡ 175	≡ 125
CONTROL: 21/07/2012			CONTROL 11/08/2012			CONTROL FINAL 01/09/2012		
INTENSIDAD								
40%	55%	60%	65%	75%	80%	85%	90%	98%

MACROCICLO DE PREPARACIÓN GRUPO 1 (A.T.R.) 52 km (1:2)								
55% MESOCICLO ACUMULACIÓN 28,6 Km 2:1			30% MESOCICLO, TRANSFORMACIÓN 15,6 Km 2:1			15% MESOCICLO REALIZACIÓN 7,8 Km 1:2		
Semana del	Semana del	Semana del	Semana del	Semana del	Semana del	Semana del	Semana del	Semana del
03/07 al	10/07 al	17/07 al	24/07 al	31/07 al	07/08 al	14/08 al	21/08 al	28/08 al
07/07/12	14/07/12	21/07/12	28/07/12	04/08/12	11/08/12	18/08/12	25/08/12	01/09/12
(4:1)	(4:1)	(1:3)	(3:2)	(3:2)	(1:4)	(2:3)	(1:4)	(1:4)
9,152 m	11,44 m	8,008 m	5,46 m	6,24 m	3,9m	3,12 m	2,496 m	2,184 m
M=	M=	M=	M=	M=	M=	M=	M=	M=
1,710 m	2,153 m	1,792 m	1,092m	1,235 m	891 m	652m	550 m	546 m
M=	M=	M=	M=	M=	M=	M=	M=	M=
1,838 m	2,297 m	1,713 m	1,149 m	1,390 m	846 m	722 m	519 m	491 m
J= 1,924 m	J=2,393 m	J=1,593 m	J=1,295 m	J=1,544 m	J= 780m	J=621 m	J=499 m	J=436 m
V=	V=	V=	V=	V=	V=	V=	V=	V=
2,055 m	2,539 m	1,513 m	1,005 m	1,083 m	723 m	577 m	479 m	384 m
S= 1,625 m	S=2,058 m	S=Cal=1,397m (CONTROL)	S= 919 m	S=988 m	S=Cal= 660 m (CONTROL)	S=548 m	S=449 m	S=Cal=327m (CONTROL)
214	239	201	190	202	175	216	250	200
CONTROL: 21/07/2012			CONTROL 11/08/2012			CONTROL FINAL 01/09/2012		
INTENSIDAD								
35%	50%	55%	60%	75%	80%	85%	90%	98%

RESULTADOS

Resultados Generales. Mediante aplicación de la T de Student se seleccionaron los grupos experimental y control, cuya interpretación estadística se presenta en la tabla No 3 en la que se encuentran los datos de edad, talla en metros, peso en kilogramos, índice de masa corporal, frecuencia cardiaca de reposo, frecuencia cardiaca máxima x MRC, VO2max indirecto y wattios movilizados:

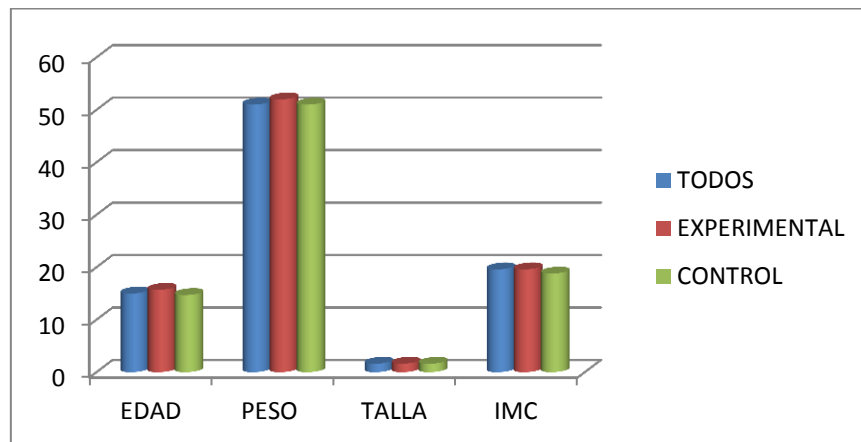
Tabla No 3 Datos antropométricos básicos de la muestra de estudio, T de Student para selección de los grupos experimental y control.

RESULTADOS TEST DE HEBESTREIT									EN CENTRO JUVENIL EMILIANII			FECHA: 23 Y 24 DE JUNIO de 2012			
No.	EDAD	PESO EN KG	TALLA EN M	IMC	FC en reposo. Lat.min	FC máx. X MRC	VO2max indirecto ml.kg.mi	Wattios	aleatorio()	Aleatorio	k	nk	ck	Seleccionado	Seleccionado
1	14	38	1,53	16,23	84	192	61	190	0,236626272	0,778658453	1	0	0,454545455	0	Control
2	16	58,7	1,71	20,07	65	185	62,2	300	0,564772801	0,429405499	2	0	0,476190476	1	Experimental
3	16	49,5	1,64	18,40	65	191	62,25	267	0,260262283	0,347566196	3	1	0,45	1	Experimental
4	14	44,3	1,48	20,22	81	198	52,27	198	0,700749508	0,953328922	4	2	0,421052632	0	Control
5	16	55,4	1,66	20,10	55	185	54,76	245	0,288233073	0,938374577	5	2	0,444444444	1	Experimental
6	14	48,8	1,58	19,55	73	189	60,11	240	0,991902071	0,681843041	6	3	0,411764706	0	Control
7	14	51	1,63	19,20	65	190	66	227	0,816037253	0,228871909	7	3	0,4375	1	Experimental
8	14	44,3	1,53	18,92	52	181	55,07	242	0,32538855	0,362728672	8	4	0,4	1	Experimental
9	16	54	1,66	19,60	67	189	55,07	270	0,359042019	0,10403184	9	5	0,357142857	0	Control
10	16	58,9	1,76	19,01	60	182	61	290	0,857939096	0,844991477	10	5	0,384615385	0	Control
11	14	60,3	1,83	18,01	80	190	55,35	270	0,787052183	0,697048857	11	5	0,416666667	0	Control
12	14	48,7	1,66	17,67	74	186	66,61	236	0,299951588	0,632507532	12	5	0,454545455	0	Control
13	15	49,2	1,62	18,75	66	192	66,5	242	0,368236667	0,557665254	13	5	0,5	0	Control
14	15	55,8	1,65	20,50	60	187	66,6	308	0,111880539	0,80521776	14	5	0,555555556	0	Control
15	15	48,2	1,52	20,86	53	191	67,7	264	0,22821202	0,538095973	15	5	0,625	1	Experimental
16	16	59,2	1,66	21,48	55	192	61	296	0,652021097	0,843726502	16	6	0,571428571	0	Control
17	15	51	1,6	19,92	72	200	65,96	227	0,20260481	0,107267504	17	6	0,666666667	1	Experimental
18	16	49,4	1,59	19,54	54	187	66,48	278	0,400604096	0,072604047	18	7	0,6	1	Experimental
19	16	61,9	1,59	24,48	71	198	66,4	341	0,0709089	0,501773455	19	8	0,5	0	Control
20	16	54,4	1,63	20,47	51	180	65,9	297	0,967230997	0,065913371	20	8	0,666666667	1	Experimental
21	16	61	1,72	20,62	56	180	66,4	336	0,089182909	0,03007952	21	9	0,5	1	Experimental

Se presentan la media y la Desviación Estándar de las variables básicas antropométricas talla y peso para la edad, y el IMC. Como puede observarse en la tabla No 4.

Tabla No 4. M y DS de las Variables básicas antropométricas de la muestra (n=14) general y por grupos experimental y control.

VARIABLES	EDAD	PESO	TALLA	IMC
TODOS	15 ± 0,9	51,9 ± 7	1,62 ± 0,08	19,6 ± 2,1
EXPERIMENTAL	15,7± 0,7	52,7 ± 5,8	1,63 ± 0,06	19,6 ± 0,7
CONTROL	14,7± 0,9	51,1 ± 8,4	1,61± 0,01	18,8 ± 3



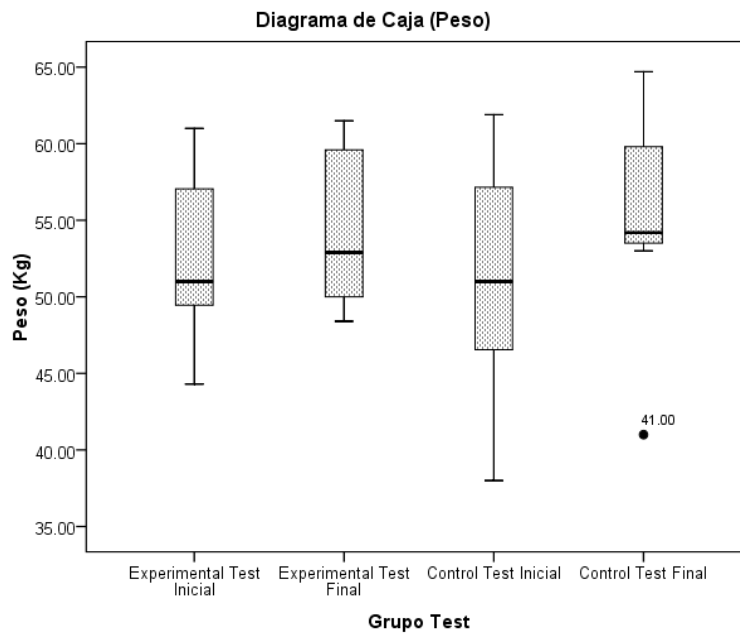
Gráfica No 1. M y DS de las Variables básicas antropométricas de la muestra (n=14) general y por grupos experimental y control.

En la tabla No. 5 Se presentan los resultados del control realizado a las variables básicas antropométricas al inicio y al final del programa. Dato mínimo, dato máximo, la media y la desviación típica, en los cuales estadísticamente no se encuentran cambios significativos o sustanciales que incidieran en los resultados de las variables de estudio.

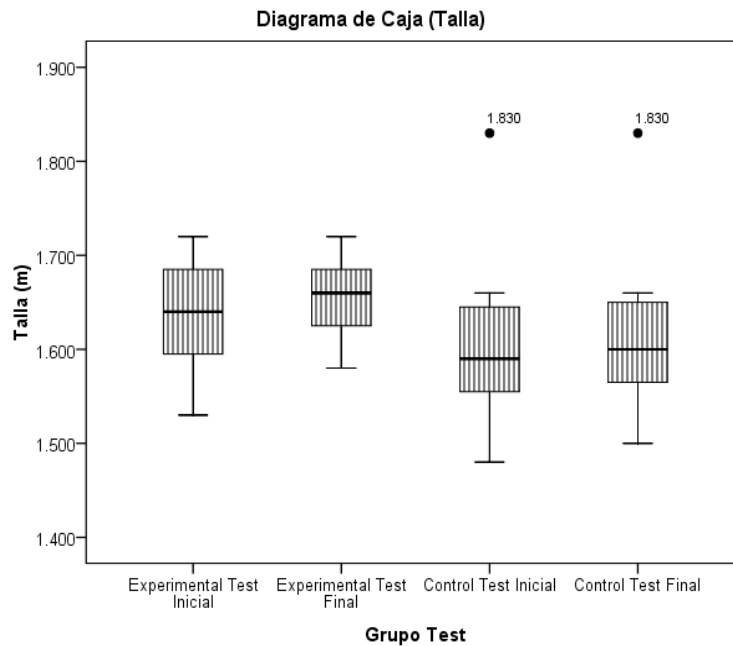
Tabla No 5. Media, dato mínimo, dato máximo, y la desviación típica de la muestra, grupo experimental y control.

VARIABLES BASICAS		peso (Kg)	Talla (m)	IMC
Experimental Test Inicial o pre-test	Media	52,76	1,636	19,643
	Mínimo	44,3	1,53	18,4
	Máximo	61	1,72	20,6
	Desv.típ	5,87	0,068	0,766
Experimental Test Final o post-test	Media	54,57	1,654	20,143
	Mínimo	48,4	1,58	18,9
	Máximo	61,5	1,72	21,8
	Desv.típ	5,5	0,05	1,11

Control Inicial o pre-test	Test	Media	51,19	1,614	18,871
		Mínimo	38	1,48	15,1
		Máximo	61,9	1,83	24,5
		Desv.típ	8,49	0,112	3,023
Control Final o post - test	Test	Media	55,21	1,623	20,829
		Mínimo	41	1,5	17,2
		Máximo	64,7	1,83	24,2
		Desv.típ	7,77	0,107	2,512



Gráfica No. 2 Diagrama del peso. Grupos experimental y control, test inicial y test final



Gráfica No. 3. Diagrama de la talla de los Grupos experimental y control, test inicial y test final

Por ser el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) la variable dependiente del presente estudio en la tabla No. 6 se muestra el resumen de medias y desviación estándar para VO_2 máx indirecto, del Test Inicial de los grupos Control y Experimental y resultado de la prueba t para dos muestras considerando varianzas iguales.

Tabla No 6. Resumen de medias y desviación estándar para VO_2 máx indirecto del Test Inicial de los grupos Control y Experimental, resultado de la prueba t.

Variable Dependiente	Media \pm Desviación	t	g.l	sig
VO_2 máx indirecto ml/kg/min				
Test Inicial				
Grupo Control	58,757 \pm 4,815	-1,223	12	0,245
Grupo Experimental	62,076 \pm 5,321			
NOTA: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales				

De acuerdo al valor t reportado en tabla anterior (-1,223) y al valor de significancia (0,245) se puede concluir que no hay suficiente evidencia para afirmar que las medias, de “VO₂máx indirecto (ml.kg-1min-1)” en el Test Inicial en los grupos Control y Experimental, son diferentes.

En la tabla No. 7 se muestran la media y desviación estándar de VO₂máx indirecto para el Test Final de los grupos Control y Experimental y resultado de la prueba t.

Tabla No 7. Resumen de medias y desviación estándar para VO₂máx indirecto del Test Inicial de los grupos Control y Experimental, resultado de la prueba t.

Variable Dependiente	Media ± Desviación	T	g.l	sig
V02max indirecto ml.kg-1min-1 Test Final				
Grupo Control	53,9 ± 3,1	4,456	12	0,0007
Grupo Experimental	64,3 ± 5,3			
NOTA: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales				

En la tabla No. 8 se presenta el resumen de medias y desviación estándar de VO₂máx indirecto para el Grupo Experimental en el Test Inicial y Final y resultado de la prueba t para muestras emparejadas.

Tabla No. 8. M y DS para VO₂máx indirecto, Grupo Experimental en el Test Inicial y Final y resultado de la prueba t para muestras emparejadas.

Variable Dependiente	Media ± Desviación	t	g.l	sig
V02max indirecto ml.kg-1min-1 Grupo Experimental				
Test Inicial	62,076 ± 5,321	-1,903	6	0,106
Test Final	64,36 ± 5,326			
NOTA: Prueba t para medias de dos muestras				

emparejadas

En la tabla No. 9 se muestran el resumen de medias y desviación estándar de para VO₂máx indirecto para el Grupo Control en el Test Inicial y Final y resultado de la prueba t para muestras emparejadas.

Tabla No. 9. M y DS para VO₂máx indirecto, Grupo Control en el Test Inicial y Final y resultado de la prueba t para muestras emparejadas.

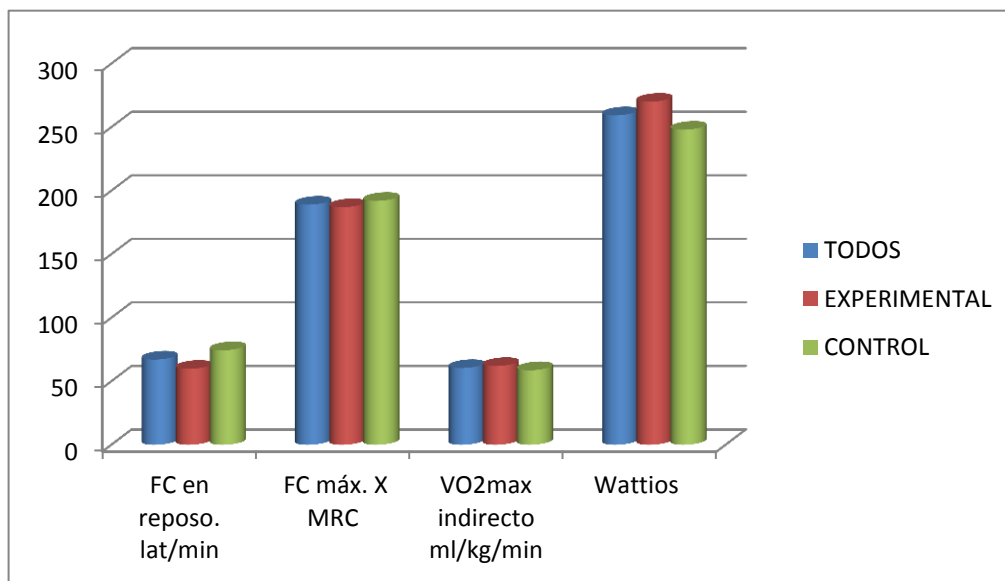
Variable Dependiente	Media ± Desviación	t	g.l	sig
VO ₂ max indirecto ml.kg-1min-1 Grupo Control				
Test Inicial	58,757 ± 4,815	2,274	6	0,063
Test Final	53,957 ± 3,123			

NOTA: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

Adicionalmente también se muestran en la tabla No 10, los datos generales del comportamiento de la FC de reposo y FC máxima como el consumo máximo indirecto de O₂ en test incremental y maximal de Hebestreit, de los grupos experimental y control de la prueba inicial o pre-test.

Tabla No. 10. Comportamiento de la FC de reposo y FCmáx, el VO₂máx y los Watts, en la muestra, grupo experimental y control de la prueba inicial. Protocolo Hebestreit

VARIABLES	FC en reposo. lat/min	en FC máx. X MRC	VO2max indirecto ml.kg.min ⁻¹	Wattios
TODOS	67,1	189	60,4	259,3
EXPERIMENTAL	59,8	187	62	270
CONTROL	74,4	192	58,7	248

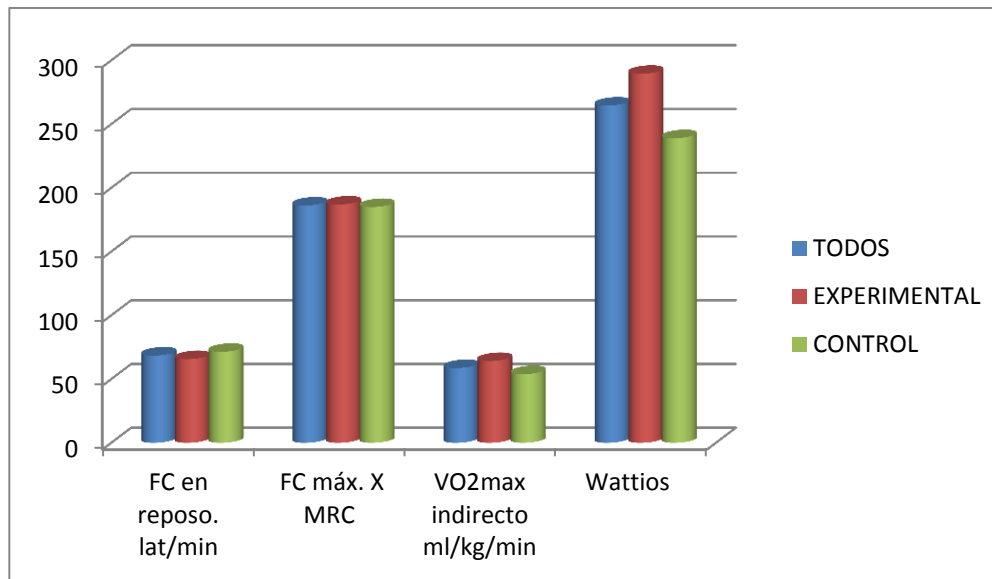


Gráfica No. 4. Comportamiento de la FC de reposo y FCmáx, el VO₂máx y los Watts, en la muestra, grupo experimental y control de la prueba inicial. Protocolo Hebestreit.

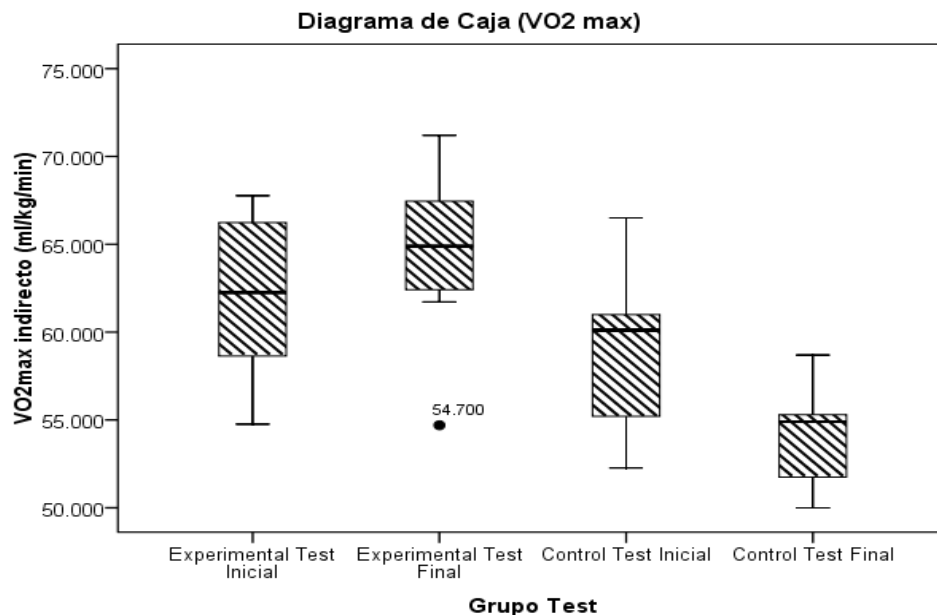
En resumen, en la Tabla 11 y gráficas 5 y 6 se muestran los datos de la Frecuencia Cardiaca en reposo y máxima en esfuerzo, como el VO₂ indirecto y los wattios movilizados por la muestra, en el test final o post-Test.

Tabla No 11. Comportamiento de la FC de reposo, FC máxima, VO₂max y wattios el test final

VARIABLES	FC reposo. lat/min	en FC máx. X MRC	VO ₂ max indirecto ml.kg- 1min-1	Wattios
TODOS	68,5	186,2	58,7	264,6
EXPERIMENTAL	66	187	64,3	290
CONTROL	71,4	185	53,9	240



Gráfica No. 5. Comportamiento de la FC de reposo, FC máxima, VO₂max y wattios el test final



Gráfica No. 6. Diagrama del VO2max ind. Grupos experimental y control en los test inicial y test final.

DISCUSION.

De acuerdo al valor t reportado en la tabla No. 7 (4,456) y al valor de significancia (0,0007) se puede concluir que hay suficiente evidencia para afirmar que las medias de "VO₂máx indirecto (ml.kg⁻¹min⁻¹) en el Test Final del Grupo Experimental presenta mayor nivel de VO₂máx indirecto (ml.kg⁻¹min⁻¹), con un nivel de confianza del 99%, producto de encontrarse en la etapa de maduración sexual Tanner 4 que corresponde a la fase de crecimiento longitudinal y además participaron del programa de natación de 9 semanas.

Según el valor t reportado en tabla No. 8 (-1,903) y el valor de significancia (0,106) se puede concluir, a un nivel de confianza del 95%, que no hay suficiente evidencia para afirmar que las medias de "VO₂máx indirecto (ml.kg⁻¹min⁻¹)" en el Grupo Experimental, de los resultados del Test Inicial y Final, sean diferentes.

Como el valor t reportado en tabla No. 9 (2,274) y el valor de significancia de (0,063) se puede concluir que no hay suficiente evidencia para afirmar que las medias de "VO₂máx indirecto (ml.kg⁻¹min⁻¹)" en el Grupo Control en el Test Inicial y Final, son diferentes; se considera un nivel de confianza del 93%. El Test Inicial presenta un mayor nivel de VO₂máx indirecto (ml.kg⁻¹min⁻¹). En la comparación de estos resultados se puede deducir que esta disminución del VO₂max se debió al aumento del peso y la talla corporal por estar en la etapa Tanner 4 de maduración sexual cuya característica es la fase de crecimiento longitudinal así como también que no participaron del programa de natación y no tuvieron un sistema de ejercicio físico planificado.

En relación a las investigaciones tomadas como referencia y en comparación con los resultados obtenidos por esta investigación, se muestran los siguientes hallazgos:

En el trabajo de investigación "The effect of a six weeks aerobic and anaerobic intermittent swimming on VO₂max and some lung volumes and capacities in student athletes". 2011. Rezaimanesh, D. y Amiri-Farsani, P. reportan que el resultado indica que las seis semanas de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos intermitentes de natación mejoran el VO₂max en ambos grupos y que la mayor incidencia se encuentra en el volumen de reserva espiratorio y en la capacidad y volumen pulmonar. Sin embargo se debe destacar la diferencia entre los valores de VO₂max reportados con los de la población de este estudio puesto que hay una diferencia de los 44 y 46 ml.kg⁻¹.min⁻¹ que comparados con los 64 y 62 ml.kg⁻¹.min⁻¹ de esta investigación, muestran una mejor capacidad y potencia aeróbica luego de un programa de 9 semanas de practica planificada, sistemática y continuo.¹⁵ Los resultados reportados por Roels B, y col. 2005, en Specificity of VO₂MAX and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers, y cuyo objetivo fue Comparar la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx), el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx) y el umbral ventilatorio (VT;% VO₂max) durante ergometría en bicicleta y natación estilo libre entre nadadores y triatletas muestran en los nadadores un VO₂máx promedio de 58,4. y 51,3 ml.kg⁻¹min⁻¹, y en los triatletas 53,0 68,2 ml.kg⁻¹min⁻¹, valores muy similares a los logados por los varones escolares Tanner 4 de este estudio. Igualmente con la FCmax fue significativamente diferente en el ciclismo y la natación, en la prueba los triatletas alcanzaron 188,6 - 174,8 l.min⁻¹ y prueba de natación, la HRmax fue significativamente mayor en los nadadores que en los triatletas 174,8 - 184,6 l.min⁻¹, igual a los valores o

resultados similares a los alcanzados en los varones Tanner 4 de este estudio. Se debe significar la diferencia de la población puesto que estos son entrenados y los de este estudio no, como también que estas pruebas son realizadas a nivel del mar y los de este estudio las realizan expuestos a una hipoxia relativa de 12% (16). La investigación de Barbosa, N. y Col. 2007. Realizada en escolares residentes en Bogotá, capital de Colombia para validar un cuestionario de actividad física midió en prueba de esfuerzo maximal e incremental en cicloergómetro, el VO_{2max} y la FC_{max} cuyos resultados muestran unos valores de VO_{2max} indirecto de $46,2 \pm 5,9$ $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ con una diferencia muy significativa con los reportados en esta investigación que son de 64 y 62 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, datos que muestran una mejor capacidad y potencia aeróbica luego del programa de 9 semanas de practica planificada, sistemática y continuo. Sobre la FC_{max} los jóvenes de Bogotá mostraron $188,6 \pm 8,3$ $l.min^{-1}$ que comparados con los de este estudio son inferiores en 4 a 6 $l.min^{-1}$ que en prueba de esfuerzo son representativos (17). La investigación de Melgarejo, V. y Col. 2012. Estableció unos valores de frecuencia cardiacas maximales por edades en varones y mujeres en prueba de esfuerzo incremental en cicloergómetro, protocolo Hebestreit, en las que determinó como FC_{max} para varones de 14 años $191,4 \pm 7,7$ $l.min^{-1}$ para los varones de 15 años $193,1 \pm 13,1$ $l.min^{-1}$ y para los varones de 16 años $194,8 \pm 6,7$ $l.min^{-1}$. Comparados con los de este estudio se encuentra que los varones del grupo experimental alcanzaron una media de $191,6 \pm 4,1$ $l.min^{-1}$ y los varones del grupo control lograron $186,1 \pm 6,7$ $l.min^{-1}$ concluyendo que los dos grupo se han comportado de manera similar y que estadísticamente no hay diferencias; precisando que la FC_{max} es directamente proporcional con el VO_{2max} (18).

CONCLUSIONES. 1. El programa de natación ATR de 9 semanas, dinámica de cargas 1:2 y 5 sesiones por microciclo es recomendable para el desarrollo y/o mejoramiento del VO_{2max} en varones escolares Tanner 4, en altura moderada, porque en el grupo experimental su valor fue superior al del grupo Control en el test final. El análisis estadístico permite afirmar un nivel de confianza del 99%.

2. Los resultados del Test Inicial y Final en el Grupo Experimental se obtienen a un nivel de confianza del 95% con un incremento del 3,6% en el VO_{2max} .

3. Los resultados del Test Inicial y Final en el Grupo Control se obtienen a un nivel de confianza del 93%, con una disminución del 9,1% en el VO_{2max} .

Se recomienda realizar estos estudios en poblaciones más grandes y aleatorizadas en ciudades de similar altitud a la de Tunja, para que se puedan validar las conclusiones y elaborar baremos y percentiles con el fin de demostrar consistentemente la eficiencia de un programa de natación, metodología ATR, sobre el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardiaca en varones Tanner 4. residentes en altura moderada.

REFERENCIAS

1. Heath, D. and Williams. 1981. Man at high altitude. Edit. Churchill livingstone. 2da. Ed.
2. Miethe, A. Perez, G. Martinez, E. Samulski, D. 1979. Entrenamiento Deportivo. Convenio Colombo – Aleman de Educación Física, Deporte y Recreación. Tomo 7. p 122.
3. Sergeyeovich, V. y Dmitriyevich, V. 2001. Fisiología del Ejercicio. Edit. Paidotribo. 2da. ed.
4. Tanner, JM. 1962, Growth and adolescence. Oxford, Blackwell Scientific publications.
5. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. 1965. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children. Arch Dis Child.
6. Hackney, A. Viru, M. VanBruggen, M. Janson, T. Karelson, K. Viru, A. 2011. Comparison of the hormonal responses to exhaustive incremental exercise in adolescent and young adult males. Arq Bras Endocrinol Metab.
7. Ruiz Pérez, S. 2005. Natación: teoría y práctica. Revista Kinesis.
8. Vilte, E. y Gómez, J. 1995. La enseñanza de la natación. España: Stadium.
9. Chollet, D. 2003. Natación deportiva. Zaragoza : INDE.
10. Zintl, F. 1991. Entrenamiento de la resistencia. Edit. Martínez Roca. Barcelona.
11. Berdeal, A. Antonio, L. 2005. Test funcionales: cineantropometría y prescripción del entrenamiento en el deporte y la actividad física. Armenia: Kinesis.
12. Broman, G. Quintana, M. Lindberg, T. Jansson, E. Lennart Kaijser, L. 2006. High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. Eur J Appl Physiol.
13. Mandigout, S. Melin, A. Lecoq, AM. Courteix, D. and Obert, P. 2002. Effect of two aerobic training regimens on the cardiorespiratory response of prepubertal boys and girls. Acta Paediatr 91: 403 - 408.
14. Wilmore y Costill. 2002. Fisiología del ejercicio. ed. 6a.
15. Proyecto Educativo Institucional, PEI. 2009. Centro Juvenil Emilianni.
16. Rezaimanesh, D. y Amiri-Farsani, P. 2011. The effect of a six weeks aerobic and anaerobic intermittent swimming on VO_{2max} and some lung volumes and capacities in student athletes”.
17. Roels B, y Col. 2005. Specificity of VO_{2max} and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers.
18. Barbosa, N. Sánchez, C. Vera, J. Perez, W. Thalabard, J. Rieu, M. 2007. A physical activity questionnaire: Reproducibility and validity. Journal of Sports Science and Medicine. 6. 505 - 518.
18. Melgarejo, V. Barbosa, N. Patiño, E y Salcedo, L. 2012. Cuantificación de la Actividad Física y Comportamiento de la Frecuencia Cardiaca, en Reposo y máxima, en altura moderada. Trabajo de

Grado de La Maestría en Pedagogía de la Cultura Física. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

19. Federación Internacional de Natación FINA. 2009-2013. Reglas de Natación.
20. Wilmore y Costill. 2002. Fisiología del ejercicio. ed. 6a.

COMO CITAR ESTE ARTICULO:

Vargas Salinas-C, Melgarejo Pinto-V, Pérez Pérez-J Salcedo-L (2013). Efectos de un programa de natacion sobre el vo2máx en varones escolares tanner 4, en altura moderada. Rev.salud.hist.sanid.on-line 2013;8(2): 13-35 (julio-diciembre). Consultado (fecha)

*Los textos publicados en esta revista pueden ser reproducidos citando las fuentes.
Todos los contenidos de los artículos publicados, son responsabilidad de sus autores.*

Copyright. Revista Salud Historia y Sanidad ©
Grupo de Investigación en Salud Pública GISP-UPTC
Grupo de investigación Historia de la salud de Boyacá.

Tunja 2013