

VALIDACIÓN DEL TEST PROGRESIVO DE LA UNIVERSIDAD DE MONTREAL (TPUM) EN LA COMUNIDAD ESCOLAR DE ENSEÑANZA MEDIA DE LA CIUDAD DE TALCA - CHILE

The progresive Montreal university test (PMUT) validation
in Talca City - Chile high school students

Autores:

CASTILLO RETAMAL, Marcelo
Docente de la Universidad Católica del Maule
mcastill@hualo.ucm.cl
CORNEJO AMÉSTICA, Miguel
Docente de la Universidad de Concepción

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue validar el Test Progresivo de la Universidad de Montreal (TPUM) en jóvenes escolares, de enseñanza media, de la ciudad de Talca - Chile, donde la muestra fue de sujetos voluntarios, seleccionados de los colegios y liceos de la ciudad que respondieron a la solicitud de ser estudiados, con un total de 327 individuos, 173 damas y 154 varones, a quienes se les aplicó el TPUM, y algunos de ellos fueron sometidos a tests de comprobación a partir de otros tests conocidos y validados para la cualidad, test de lactato (39 individuos), test de Cooper (40 individuos) y test naveta (96 individuos). Por otro lado, se utilizó estadística descriptiva de media, desviación estándar y rango para caracterizar a los grupos. Finalmente, los resultados muestran que el TPUM es válido para la población estudiada, que mide el VO_2 máx. de forma muy similar a como lo hacen el test de Cooper y el test Naveta, siendo un test de fácil acceso, objetivo y confiable para la determinación de la PAM en los escolares de enseñanza media, científico humanista, de la ciudad de Talca-Chile. Así también se logró establecer que los niveles de potencia aeróbica máxima (PAM) esperada para este rango de edad (14 a 19 años) era el adecuado e incluso superior al estándar internacional.

Palabras Claves: Test de Resistencia Aeróbica, Validación, VO_2 máx.

SUMMARY

The objet of the present article was to validate the Progresive Montreal University Test (PMUT) in scholastic young people, of high school, of the Talca city - Chile, where the sample was the voluntary subjects, selected of the city high school that they responded to the request of being studied, with a total of 327 individuals, 173 girls and 154 boys, to those who it was applied to them the PMUT, and some of them were put under tests of verification to start off the other knows and validated tests for the cuality, lactate test (39 individuals), Cooper test (40 individuals), and naveta test (96 individuals). For other side, descriptive statistic of average was used, deviation standard and rank to characterize at the groups. Finally, the scorers, they show that the PMUT is valid for the studied population that measures the VO_2 máx. Of form very similar to since they do it the Cooper and the naveta tests, being a readily accessible test, objective and reliable for the determination of the MAP in the high school students, scientific humanist, of the Talca City-Chile. Thus also it was managed to establish that the maximal aerobic power (MAP) levels, hoped for this rank of age (14 to 19 years old) it was suitable and the even superior one at international standard.

Key words: Aerobic Endurance Test, Validation, VO_2 max.



INTRODUCCIÓN

El actual momento de la Educación Chilena pasa por transformaciones globales en su actuar. Particularmente en el área o sector de aprendizaje Educación Física, intentando cambiar desde una actividad física deportivada hacia una actividad física funcional, principalmente en el contexto de mejorar la calidad de vida de la población.

Dentro del contexto de la actividad física orientada a la salud, surgen varios requerimientos, tanto en la planificación como en la ejecución y la evaluación de la misma. El objetivo que se persigue es mejorar la condición física general de los individuos, apuntando a tres elementos que, presumiblemente, darían las respuestas esperadas; estos son la resistencia orgánica, la resistencia muscular y la flexibilidad.

Cada una de estas tareas del acondicionamiento físico general tienen su particular forma de abordaje; en el presente estudio se ha querido tomar como punto focal la resistencia orgánica, más específicamente su evaluación, buscando establecer una orientación adecuada ante los requerimientos establecidos por el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2000), en cuanto a la búsqueda y puesta en práctica de los nuevos elementos que serán utilizados como herramientas de apoyo en la formación y desarrollo de los alumnos en el sector de aprendizaje Educación Física.

Sabedores de las características de la manifestación de resistencia a los estímulos a que es sometido un sujeto evaluado, directa o indirectamente, se intentó comprobar la validez de un instrumento muy utilizado en Europa y Norteamérica, el Test Progresivo de la Universidad de Montreal (TPUM), en la población escolar de la comuna de Talca, VII región de Chile, el cual fue escogido por presentar características favorables para evaluar esta cualidad al interior de las clases de Educación Física escolar.

El análisis incluyó relaciones de la nueva metodología con respecto de otros tests indirectos que, estando validados en nuestro país, puede ser referentes para determinar si el instrumento es efectivo o no; así también se llevó a efecto la contrastación a nivel sanguíneo, de acuerdo a niveles de ácido láctico en el torrente, para verificar si los individuos evaluados alcan-

zan aquellos valores estimados para la cualidad. Esta relación corresponde a una validación por criterio de tipo concurrente.

Los individuos testeados corresponden a alumnos de los tres niveles de dependencia administrativa de la Educación Chilena, municipal, particular subvencionado y particular pagado, intentando que sean representativos, en cuanto a matrícula, de cada estrato. Los colegios, y sus alumnos, participantes de este estudio son los que respondieron favorablemente a la solicitud de aquello.

Prioritariamente en nuestro medio escolar, VII región de Chile, se está utilizando una metodología intermitente (test Naveta) para valorar la capacidad aeróbica (CASTILLO, 2000), en su manifestación de potencia, siendo que el trabajo para su desarrollo se basa eminentemente en actividades de carácter continuo, lo cual puede no arrojar los resultados certeros con respecto a lo que se quiere medir, debido al tipo de evaluación que difiere de la forma específica de preparación.

En la actualidad la Reforma Educacional (MINEDUC, 2000) propone en sus planes y programas la mejora de la calidad de vida de los sujetos y la práctica de la actividad física como fundamento para el fin anterior, pero ¿cómo conocemos las mejoras que pueden traer éstas prácticas al cuerpo humano?; dentro de los parámetros y contenidos del sector de aprendizaje Educación Física, se establece el desarrollo de la condición física general del individuo, particularmente nos interesó estudiar la resistencia orgánica, específicamente la evaluación de la potencia aeróbica máxima. Pero, ¿cómo se mide?, existen algunos tests o protocolos, entre los cuales para la población chilena sólo existen dos validados, test de Cooper (APUD) y test naveta (MONTECINOS, 1988), y en la séptima región un alto porcentaje de los profesores de Educación Física ocupa el Test Naveta como instrumento de evaluación (CASTILLO, 2000), el cual contempla un protocolo que no es de carrera continua uniforme, por lo que consideramos que se aleja de la realidad de las clases que son de características de carrera continua uniforme.

Históricamente, los profesores no miden realmente VO_2 máx., sino que solo evalúan (o califican) en función del tiempo que son capaces de mantenerse los individuos en el test, y



luego esos datos los utilizan como pre-test para contrastarlos posteriormente con una nueva estimativa del mismo instrumento usado como post-test e indicar así si los estudiantes mejoran su condición física.

Por otro lado, el Test de Montreal, que es la metodología a proponer como alternativa, es de características continuas en su carrera uniforme y progresiva que solo requiere un reproductor de sonido, la cinta protocolo y un terreno apropiado. Además al ser un test progresivo disminuye el riesgo de lesión (MOLINA, 1992), permitiendo al ejecutante rendir efectivamente de acuerdo con su capacidad. Esto último se acerca al objetivo final que debe propender la educación física escolar, que dice relación con un mejoramiento en la calidad de vida de los individuos, donde las actividades propuestas deben acercarse a las posibilidades individuales, al potenciamiento de las mismas y a la generación de hábitos de vida activos.

Figura 1: Test Progresivo de la Universidad de Montreal (TPUM)



Por otro lado, de acuerdo a antecedentes recogidos en un estudio preliminar (CASTILLO, 2000), se consultó a los sujetos evaluados su percepción respecto al test al cual habían sido antes sometidos (test Naveta) y la nueva metodología (TPUM), indicando que les parecía una actividad más cómoda y menos traumática, en la cual además alcanzaron mejores resultados.

El estudio comparativo de los niveles alcanzados de VO_2 máx., medidos a través de distintas metodologías, nos permitió determinar la similitud de los resultados obtenidos en la medición de la potencia aeróbica máxima. Se desarrolló una correlación de los resultados obtenidos en los distintos tests para verificar (validez de criterio) los mismos (concurrente) (THOMAS Y NELSON, 1996).

Se estimó además que sucede en cada género y grupo de edad, respecto del consumo

de oxígeno, las tendencias de la potencia aeróbica máxima, así como en que estrato o estado de dependencia se observan mayores o menores niveles de rendimiento, respecto de las variables antes mencionadas.

METODOLOGÍA

Este estudio corresponde, según la clasificación de Hernández, a un diseño de investigación no experimental correlacional, de tipo transeccional. (HERNÁNDEZ, 1992).

Se opta por utilizar la técnica de muestra de sujetos voluntarios (PADUA, 2000) del total de liceos y colegios de enseñanza media de la comuna de Talca (urbano diurno) con un total de 3 (correspondiendo uno a cada estrato o nivel de dependencia administrativa). El universo de alumnos de enseñanza media científico humanista de la comuna de Talca, para el año 2000, es de 6832 personas con un promedio de 40 alumnos por curso. Se solicitará la participación de un curso por cada nivel, entre 1° y 4° año medio, en cada colegio, lo que nos da una muestra de 480 individuos aproximadamente, damas y varones. Los establecimientos evaluados serán uno de cada estrato de clasificación administrativa (uno municipal, otro subvencionado y otro particular pagado), el de más alta matrícula por cada estrato y que hayan aceptado participar del estudio.

Una vez definidos los grupos de cada colegio se procederá a la selección de la muestra a partir de los cursos, que cada institución indicará, a los cuales se les aplicará el TPUM, y posteriormente un grupo menor de voluntarios será sometido a nuevos tests (test Naveta, test de Cooper, medición de lactato), lo que permitirá su correlación y posterior validación del TPUM.

RESULTADOS

RECOLECCIÓN DE DATOS.

La recolección de los datos se realizó en los colegios (en total 3) y cursos (en total 14) de muestra en el mes de noviembre de 2001, durante las horas regulares de clases de Educación Física en cada establecimiento. En primer término se les aplicó el test de Montreal al total de individuos (327), posteriormente, y de acuerdo a criterio de voluntarios, se les aplicó un test de lactato ($n = 39$, el mismo día de la aplicación del



TPUM, al inicio y final del mismo), el test de Naveta ($n = 96$) y el test de Cooper ($n = 40$).

En el proceso de recolección participativa, como colaboradores, los profesores de educación física de los colegios involucrados, asignándoseles tareas de control menores, lo que además permitió su integración y proceso de conocimiento del protocolo del TPUM.

La aplicación de los tests, al ser en los mismos recintos escolares, se llevó a efecto en distintos terrenos, pasando de terrenos blandos (maicillo y tierra) hasta terrenos más duros (concreto y baldosas). Las características de estos en cada colegio donde se aplicó el test de Montreal son las siguientes:

A. Colegio Concepción Talca:

Pista atlética de maicillo, con un perímetro de 130 metros, la cual fue acondicionada para abarcar 150 metros; en el recorrido se ubicaron tres puntos de control o balizas.

Figura 2: TPUM en Colegio Concepción.



B. Colegio Juan Piamarta:

Cancha de fútbol de tierra con un perímetro de 250 metros, acondicionada con 5 balizas.

Figura 3: TPUM en Colegio Juan Piamarta

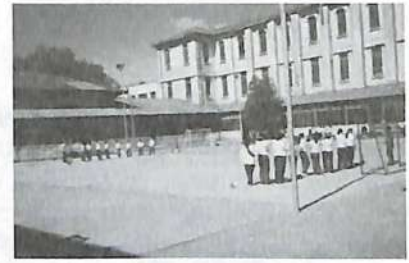


C. Liceo Abate Molina:

Multicanchas de baldosas (2), con un perímetro total de 100 metros, y un total de 2

balizas.

Figura 4: TPUM en Liceo Abate Molina



En todos los espacios se describió una forma ovalada para el recorrido de los alumnos, con el fin de mantener los puntos de control en líneas rectas. En cada caso se procedió inicialmente a medir el recorrido y luego a instalar las balizas, con la separación debida (50 metros entre cada una), en las zonas de control (de al menos 3 metros).

El equipo de amplificación utilizado en la toma del TPUM fue un reproductor de CD'S, marca SONY, modelo CFD-V24, amplificador MCP modelo M04-180B, parlante monofónico; además se utilizó conos para establecer los puntos de control (balizas), una cinta métrica Fiberglas de 50 m., cronómetro Casio, cal y tiza. EL protocolo del test estaba grabado en un CD lo que permitió reproducirlo en las mismas condiciones en cada lugar.

Figura 5: Total de Evaluados con TPUM

	COLEGIO CONCEPCIÓN	COLEGIO J. PIAMARTA	LICEO ABATE MOLINA	TOTAL
DAMAS	29	74	70	173
VARONES	40	54	60	154
TOTAL	69	128	130	327

Los valores promedio de VO_2 máx de los individuos evaluados con TPUM, así como su DS y rango se presentan en la siguiente tabla:

Figura 6: Relación de evaluados con TPUM

	DAMAS	VARONES	X
n	173	154	327
VO_2 máx.	40.73	49.42	44.81
TOTAL	5.40	5.68	6.60
min.	29.97	32.48	29.97
máx.	53.73	66.06	66.06

Para la medición de concentración de ácido láctico en sangre, pre y post esfuerzo, se tomó a dos individuos de cada curso para aplicarles el test. Se utilizó para tal efecto

equipamiento Accusport, con sus respectivos reactivos e instrumental anexo (pipetas, soft click, etc.).

La toma de lactato inicial se desarrollo minutos previos a la largada del test, toma la muestra sanguínea del dedo índice derecho de los individuos. La segunda toma se efectuó una vez que el individuo abandona el test, dentro de los 30 segundos siguientes a este hecho, en el mismo dedo utilizado anteriormente. Una vez conseguida la muestra de sangre, se depositaba en las cintas reactivas y se procedía al análisis fotogramétrico realizado automáticamente por el equipo Accusport, proceso que demoraba 1 minuto en arrojar el resultado de concentración láctica en sangre de los individuos evaluados.

A los individuos sometidos a análisis láctico se les monitoreó la frecuencia cardiaca al inicio y cada tres minutos, a través de un cardiotacómetro (se utilizaron pulsómetros marca Polar, modelo Beat, y marca Timex, modelo Fitness Monitor), con el fin de corroborar que se encontraran en zona de potencia aeróbica o VO_2 máx. (sobre 180 bpm).

La toma del Test de Cooper se realizó con una semana de diferencia del test de Montreal, también en dependencias de los establecimientos educacionales evaluados, con las mismas características de terreno. Sus resultados generales son:

Figura 7: Individuos Evaluados con Test de Cooper

DAMAS	VARONES	TOTAL	VO_2 máx.	VO_2 máx.	VO_2 máx.
			D.	V.	Prom.
19	21	40	35.46 ml.	42.36 ml.	39.00 ml.

La figura 8 nos muestra los valores de VO_2 máx. alcanzados en el Test de Cooper, por género en el total de la muestra, con un valor promedio de 39.00 ml/kg/min, siendo más alto en varones (42.36 ml/kg/min) que en damas (35.46 ml/kg/min).

Figura 8: Relación de VO_2 máx entre Test de Montreal y Test de Cooper

	DAMAS			VARONES		
	19	21	40	19	21	40
VO_2	35.46	42.36	39.00	41.51	48.01	44.84
DS	6.73	6.08	7.22	4.47	5.81	6.10
min.	20.23	25.66	20.23	35.5	38.37	35.5
máx.	43.90	49.89	49.89	50.59	56.93	56.93

Los resultados de VO_2 máx. obtenidos por ambos tests están dentro de los parámetros esperados para la cualidad física de resistencia en estas edades.

El test de Naveta fue aplicado dentro de la siguiente semana, en los mismos establecimientos, obteniéndose los siguientes resultados promedio:

Figura 9: Individuos Evaluados con Test Naveta

DAMAS	VARONES	TOTAL	VO_2 máx.	VO_2 máx.	VO_2 máx.
			D.	V.	Prom.
62	34	96	41.64 ml.	46.67 ml.	43.36 ml.

La figura 10 nos muestra los valores de VO_2 máx. alcanzados en el Test Naveta, por género en el total de la muestra, con un valor promedio de 44.75 ml/kg/min, dentro del rango 32,59 ml/kg/min y 56.97 ml/kg/min.

Figura 10: Relación de VO_2 máx. entre Test de Montreal y Test Naveta

	NAVETA			MONTREAL		
	DAMAS	VARONES	X	DAMAS	VARONES	X
n	62	34	96	62	34	96
VO_2	41.64	46.67	43.036	41.52	46.67	43.34
DS	4.24	5.68	5.37	4.21	5.7	5.36
min.	32.54	35.61	32.54	32.59	35.53	32.59
máx.	50.72	56.97	56.97	50.71	56.93	56.93

Los resultados de VO_2 máx. obtenidos por ambos tests están dentro de los parámetros esperados para la cualidad física de resistencia en estas edades. Además, los valores de VO_2 máx. alcanzados en ambos tests son casi idénticos.

ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Se utilizaron distintos métodos para analizar los datos, debido principalmente a la naturaleza de los mismos.

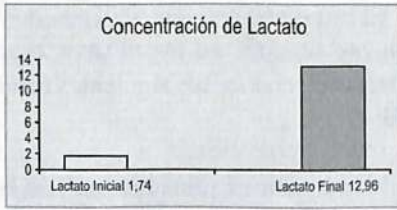
Para el caso de analizar los resultados sanguíneos se utilizó la puntuación Z o "t" de Student, para establecer el grado de significancia y así establecer la confiabilidad del TPUM.

El valor promedio de la concentración de lactato es de 12,96 mmol/100 sangre, y como ya se mencionó, los valores obtenidos sobre 8,0 mmol/100ml sangre después de un test maximal nos indicaría que el test utilizado estaría midiendo potencia aeróbica máxima ó VO_2 máx. Entonces nuestra mx será de 8.0, la Desviación



Estándar (S) a utilizar es de 3.79 y la "n" es de 41 sujetos, y el valor "t" obtenido es de 8,4.

Figura 11: Concentración Lactato TPUM



En la figura 11 se muestra la concentración de lactato inicial o previa a la ejecución del test, que está acorde a lo esperado en un individuo que no ha realizado mayor actividad física (0 a 3 mml/l), y el pos test nos muestra niveles de concentración de lactato final acorde a parámetros fijados en fisiología del ejercicio para determinar que un sujeto alcanzó niveles máximos en la realización de alguna actividad (sobre 7 - 8 mml/l) (ASTRAND, P O., RODAHL, K., 1992).

Figura 12:

	VO ₂ MÁX.	LACTATO INICIO	LACTATO FINAL	DIFERENCIA INICIO-FINAL
PROMEDIO	50.26 ml.	1.80 ml.	12.96 ml.	10.68 ml.
DS	6.56	0.70	3.52	3.38

Figura 13:

	VO ₂ MÁX.	LACTATO INICIO	LACTATO FINAL	DIFERENCIA INICIO-FINAL
PROMEDIO	45.57 ml.	2.01 ml.	13.84 ml.	11.83 ml.
DS	3.77	0.89	3.43	2.93

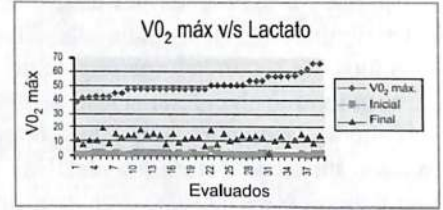
Figura 14:

	VO ₂ MÁX.	LACTATO INICIO	LACTATO FINAL	DIFERENCIA INICIO-FINAL
PROMEDIO	53.89 ml.	1.64 ml.	11.43 ml.	9.79 ml.
DS	5.94	0.47	3.29	3.49

El promedio de concentración de lactato final de la muestra es de 12,96 mml/ml de sangre. Los estadígrafos de tendencia central corroboran este valor, todos superan los 8,0 mml/ml de sangre. Moda = 12,92 mml/ml los puntajes más frecuentes están en torno al intervalo 11,29 a 14,57 mml/ml. Mediana = 13,02 mml/ml (que separa la población en dos mitades, la mitad de la población se ubica claramente por sobre el promedio internacional). El 90% de la muestra

supera el valor promedio internacional de concentración de lactato post esfuerzo.

Figura 15: Comportamiento del lactato respecto del VO₂ máx.



En la figura 15 vemos el comportamiento del lactato en función de los resultados de VO₂ máx. obtenidos, en donde se observa que a VO₂ máx. más alto, no necesariamente en un lactato más alto. Los niveles de lactato son parejos, tanto inicial como final.

Para la prueba de Cooper se utilizó el estadígrafo de correlación lineal de Pearson, de un universo de 6832 alumnos, una población de 327 individuos, con un n = 40. El "r" obtenido, comparados los datos entre ambos testes, es de 0.76.

Para la prueba de Naveta se utilizó el estadígrafo de correlación lineal de Pearson, para contrastar los resultados con el test de Montreal. El universo es de 6832 individuos, con una población de 327 y un "n" de 96 sujetos. El "r" obtenido, comparados los datos entre ambos tests, es de 0.99.

Dado que Z ó t = 8,4 mayor que z tabla = -3,08 y 3,08, los resultados son significativos al nivel del 0,002, por lo tanto concluimos que, a nivel de lactato, la prueba mide significativamente el consumo máximo de oxígeno ya que trabaja con un nivel de significación del 99,8%.

Al comparar los datos de las pruebas de contrastación, concentración láctica, test de Cooper y test Naveta, con los datos obtenidos a través del TPUM se encuentra que estos, los datos, se correlacionan entre ellos, y en todos los casos los valores alcanzados están en los promedios esperados para la cualidad. Los valores de VO₂ máx. obtenidos son similares con todos los tests, además las concentraciones lácticas indican que los individuos alcanzan la zona de potencia aeróbica, lo que es el objetivo de este tipo de tests.



Figura 16: VO₂ máx. por Test

	DAMAS	VARONES	X
PROMEDIO	44.81 ml.	43.36 ml.	39.00 ml.
DESVIACIÓN			
STÁNDAR	6.60	5.37	7.22
MÍNIMO	29.97	32.54	20.23
MÁXIMO	66.06	56.97	49.89

Los datos comparados de los tres tests nos muestran que sus valores promedio corresponden a lo esperado para la cualidad, en las edades estudiadas, dejando en claro que las pruebas con ritmo progresivo de carrera permiten alcanzar valores superiores de VO₂ máx.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIONES

Se establece en el presente estudio, respecto de lo expresado por Astrand, 1992, que los valores de VO₂ máx. obtenidos a través de la Prueba de Montreal están por sobre lo estimado (entre 37 y 41 ml/kg/min), tanto en damas como en varones, para individuos de estas edades. Lo anterior permite pensar que efectivamente el test de Montreal es una metodología que es aplicable en el medio escolar para la evaluación del consumo indirecto de oxígeno.

Los valores de concentración láctica promedio en sangre de los individuos evaluados se encuentran en las zonas esperadas, lactato de inicio en 1,8 mmol y lactato final 12,48 mmol. Al respecto Lamb, 1989, indica que efectivamente se encuentran en zona de consumo máximo de oxígeno los individuos cuando se alcanzan concentraciones lácticas entre 7 y 8 mmol. por lo menos.

Lo anterior, además, se ve refrendado por las tasas de frecuencia cardíaca máxima, que alcanzó un promedio de 200,4 bpm. En estudios presentados por Pérez Barroso (2002) y Villacusa (2001), se establece que el promedio de frecuencia cardíaca máxima alcanza tasas sobre 180 bpm, cuando se han alcanzado 4 mmol de lactato en sangre (umbral anaeróbico). La frecuencia cardíaca es una de las funciones de mayor facilidad de acceso para la verificación del desempeño orgánico durante el esfuerzo, su elevación ocurre por el aumento del número de latidos cardíacos y es una variable constante de la especie humana, no variando de un país a otro. (SOUSA, 2001).

Los valores de VO₂ máx. obtenidos a través de la prueba de Cooper alcanzan un valor promedio para individuos de estas edades (entre 32.75 y 49.89 ml/kg/min), y los valores de VO₂ máx. obtenidos a través de la prueba de Naveta (entre 32.54 y 56.93 ml/kg/min) alcanzan un valor por sobre el promedio esperado, para individuos de estas edades (entre 37 y 41 ml/kg/min), indicado por Astrand, 1992.

Los resultados de VO₂ máx. obtenidos a través de ambos tests (TPUM 44.81 ml, Cooper 41.32 ml) se encuentran en los rangos estimados normales para individuos de edades entre 14 y 18 años. Por tanto se puede advertir que con ambos tests se puede medir confiablemente el VO₂ máx. en estas edades escolares.

De los datos se puede advertir que el promedio de los valores obtenidos a partir de la medición de los tests de Montreal y Naveta es prácticamente igual (44.76 ml y 44.75 ml, respectivamente). Se puede decir, por tanto, que la cantidad de VO₂ máx. alcanzado, para casi la totalidad de los individuos (n = 96) es equivalente, considerando las edades de los individuos, género, condición física, etc.

El procedimiento de toma de muestras (VO₂ máx.) tiene una estructura similar en los tres tests estudiados, principalmente la característica es que son continuos cíclicos y tienen a la carrera como su principal manifestación. Lo anterior puede ser una condicionante al momento de correlacionar los datos, básicamente por efectos de la edad biológica de los individuos, principalmente cuando se verifica que personas de la misma edad cronológica presentan comportamientos aproximados al parámetro fisiológico observado (KATCH y McARDLE, 1990 y 1996, IN: Sousa 2001).

Posiblemente los valores de intervalo presentados de VO₂ máx., que parecen altos o dispersos, se deban al ser analizados con diferentes técnicas, ocurriendo divergencias, no solo por las variables citadas anteriormente, sino por los métodos empleados.

A diferencia de los estudios de validación de los tests de Cooper (APUD) y naveta (MONTECINOS, 1988) para la población chilena, donde se usaron correlaciones de métodos directos con los métodos indirectos, en el caso del presente estudio se trabajó con una correla-



ción respecto de test indirecto versus test indirecto.

De todas maneras, las correlaciones de ambos test con respecto del Test de Montreal, Cooper 0.76 y Naveta 0.99, entran dentro de los rangos considerados como altos (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2001).

CONCLUSIONES

La realidad escolar chilena, respecto de la medición directa del consumo de oxígeno de un grupo curso, no cuenta con recursos para ello, por lo cual se basa, como en el resto del mundo, en tests indirectos para ello. La propuesta metodológica aquí presentada, creemos es viable, de bajo costo y que permite su aplicación masiva, con un pequeño margen de error (6%) (GHITA, 1995), de carácter progresivo, característica que permite minimizar la ocurrencia de accidentes cardiovasculares durante su aplicación.

Inicialmente y a la luz de los datos obtenidos, se puede concluir que el Test de Montreal es de fácil acceso, objetivo y confiable para la determinación de la PAM en los escolares de enseñanza media científico - humanista de la ciudad de Talca.

Los resultados nos indican que el TPUM mide PAM, ya que los niveles de lactato final obtenidos superan los valores estimados para ello. Independientemente del género de los sujetos evaluados, los valores de lactato final superan los 8,0 mmol/ml, por lo tanto el TPUM mide PAM. Así como los niveles de frecuencia cardiaca final alcanzada por los sujetos corresponden a los valores conocidos para estas edades al aplicar un test de consumo de oxígeno.

Uno de los objetivos de este estudio fue verificar si los niveles de lactato sanguíneo en los sujetos sometidos al test eran suficientes para hablar de potencia aeróbica máxima, lo cual se consiguió plenamente.

Respecto de los resultados relacionados del test de Cooper y el test de Montreal, se concluye que esta relación es significativa, desde el punto de vista de la diferencia del consumo de oxígeno, la cual en promedio asciende a 4,94 ml/min de oxígeno, la variación antes mencionada se debe a la diferencia que presentan los protocolos de ambos tests, independiente del

hecho que ambos midan la capacidad aeróbica. El TPUM realiza dicha medición tomando en cuenta tres estadios del movimiento, a saber, la marcha, el trote y la carrera, mientras que el test de Cooper solo incluye el trote y la carrera.

Respecto de la prueba de Naveta, el análisis estadístico nos permite concluir que entre ambos tests existe una excelente correlación, 0,99, para la estimación del VO_2 máx.. Es decir el TPUM y el Test de Naveta son una buena prueba para medir indirectamente la máxima potencia aeróbica en alumnos de enseñanza media de la ciudad de Talca, de ambos sexos y cuyas edades fluctúan entre 14 y 18 años.

Los resultados muestran que el TPUM mide el VO_2 máx. de forma muy similar a como lo hacen el test de Cooper y el test Naveta, ambos validados en Chile, confirmando la hipótesis planteada, que la correlación entre estos tests es alta. Así como también los niveles de concentración láctica.

Lo anterior indica que el uso de cualquiera de los tests aplicados en este estudio, permiten conseguir evaluar la potencia aeróbica máxima en escolares de enseñanza media de la ciudad de Talca.

Con la obtención de estos resultados se puede proponer, como alternativa, la implementación del Test Progresivo de la Universidad de Montreal, TPUM, como test de medición del VO_2 máx. en los estudiantes de enseñanza media de la ciudad de Talca.

Los datos obtenidos dan clara señal de que los valores de VO_2 máx. medidos a sujetos entre 14 y 19 años se encuentran dentro de los márgenes, e incluso por sobre estos, estimados para este grupo etáreo (entre 37 y 41 ml/kg/min).

Como limitación del estudio, al analizar los resultados, podemos indicar que los datos relativos, VO_2 máx, parecen sobrestimados a través de la prueba de Montreal, lo que podría inducir a error al observador al comparar los datos del estudio con referentes internacionales.

Los datos obtenidos no necesariamente son extrapolables a la población escolar de enseñanza media de Talca, debido a lo limitado de la muestra. Pero de todas maneras, es un referente para analizar y determinar a esta herramienta



ta como un instrumento más en la batería de evaluación escolar.

Otra limitación que puede tener el estudio es el hecho de que los valores relativos de consumo de oxígeno parecen sobrestimados, puede deberse al hecho de que el estudio aplicó ecuaciones de regresión originales del test, diseñadas para población anglosajona, y los test de contraste fueron aplicadas ecuaciones de regresión validadas para la población chilena.

Como sugerencia final del estudio es que sea reproducido en una población mayor, en donde se pueda aplicar formulas de regresión validadas para la población escolar chilena.

BIBLIOGRAFÍA

- **ALGARRA, J. L.** *Preparación física para la bicicleta.* España: Dorleta, 1991.
- **ASTRAND, P. O.** *La chaîne de transport d'oxigene facteur limitants.* Colloque de Saint-Etienne 1977.
- **ASTRAND, P. O.; RODAHL, K.** *Fisiología del trabajo físico. Bases biológicas del ejercicio.* 3° Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires Argentina. 1992.
- **BARBANY, J. R.** *Fisiología del esfuerzo.* INEF, Catalunya, 1986.
- **BELARDINELLI, R., et al.** *Oxigenación durante el ejercicio constante.* 1995.
- **BELARDINELLI, R. et al.** *Skeletal Muscle Oxigenation during constant work rate exercise.* *Med Sci. Sport Excer.* 1995.
- **BLÁZQUEZ, D.** *Evaluar en educación física.* Editorial Mexicana, 1992.
- **CASTILLO, M. et al.** *Aplicación del test progresivo aeróbico del curso en pista de la Universidad de Montreal, en alumnos de tres liceos de Talca urbano.* Estudio sin publicar 2000.
- **CHILE. MINISTERIO DE EDUCACIÓN.** *Planes y programas de la educación chilena. Subsector de aprendizaje educación física.* Mineduc, 2000.
- **DICK, F. W.** *Principio del entrenamiento deportivo.* Editorial Deporte y Entrenamiento. S/D.
- **DUNCAN, J.; WENGER, H.; GREEN, H.** *Evaluación fisiológica del deportista.* España: Paidotribo, 1995.
- **FERRERO - CABEDO, J.; FERNÁNDEZ VAQUERO.** *Fisiología del ejercicio. Consumo de oxígeno.* S/D.
- **FETZ, F; FORNEXT, E.** *Test deportivos motores.* Buenos Aires, Argentina: Kapeluz 1976.
- **FISHER, G.** *Test y pruebas físicas.* España: Paidotribo, 1996.
- **FOX, E.** *Fisiología del deporte.* México: Médica Panamericana, 1995.
- **FREEMAN H.** *Introducción a la inferencia estadística.* México: Trillas, 1970.
- **GARCÍA MANSO, J.M.; NAVARRO V., M.; RUIZ CABALLERO, J.A.** *Bases teóricas del entrenamiento deportivo.* Madrid, España: Gymnos, 1996.
- **GARCÍA MANSO, J.M.; NAVARRO V., M.; RUIZ CABALLERO, J.A.** *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte, evaluación de la condición física.* Madrid, España: Gymnos, 1996.
- **GATICA, P.** *La condición física en la población escolar de la región del Maule.* Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, España, 2001.
- **GATICA, P.** *Test progresivo de la carrera naveta de 20 mts. con períodos de trabajo de 1 minuto.* Documento de estudio Escuela Educación Física, Universidad Católica del Maule, 1987.
- **GHITA, M.** *Modelos de investigación de talentos.* *Revista Stadium,* n.174, dic. 1995.
- **GROSSER, M.; STARISCHA S.** *Test de la condición física.* Barcelona, España: Ediciones Martínez. S/D.
- **HARRE D.** *Teoría del entrenamiento deportivo.* Editorial Stadium. Año 1994.
- **HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. et al.** *Metodología de la investigación.* México: Editorial Mc Graw - Hill., Primera Edición, 1997.
- **HEYWARD, V.** *Evaluación y prescripción del ejercicio.* Barcelona, España: Paidotribo. S/D.
- **KOOSIS, D. J.** *Introducción a la inferencia estadística.* México: Limusa, 1974.
- **LAMB, D.** *Fisiología del ejercicio.* 2.ed. Madrid: Editorial Augusto Pila Teleña, 1989.
- _____. *Fisiología del ejercicio, respuestas y adaptaciones.* *Evaluación de la función cardiovascular y del rendimiento de resistencia aeróbica.* Consumo máximo de Oxígeno. 1978.
- **LEGER, L.; BONCHER.** Año 1980. Modificado según Leger y Menciaer. Año 1984.
- **LEGER, L.; HONCHER.** *División de 50 metros.* Año 1980. Modificado según Leger Honcher 1983.
- **LEGER, L.** *Documento de estudio.* Canadá: Universidad de Montreal, 1985. (xerox).



- **MAKAROBAA, H.** *Atletismo. Traducido del ruso por A.V. Postoev. Impreso en URSS 1991.*
- **MARTÍNEZ CORCOLES, P.** *Desarrollo de la Resistencia en el niño, España: Inde, 1996.*
- **MISHCHENKO, V.** *Fisiología del deportista. España: Paidotribo, 1995.*
- **MOLINA, E.** *Estudios de los promedios muestrales del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) por medio de pruebas indirectas, progresivas y maximales. Revista Educación Física Chile, n. 228, oct. 1992.*
- **MONTECINOS, R. et al.** *Archivos de la Sociedad Chilena de Medicina del Deporte, v. 34, jul. 1989.*
- **MORALES, P.** *Medición de actitudes, en psicología y educación: construcción de escalas y problemas metodológicos. España: Tarttalo, S/D.*
- **PADUA, J.** *Muestreo. Apuntes clases de Magíster en Educación Física Universidad Estadual de Campinas, U. De Concepción, 2000.*
- **PÉREZ, A.** *Libro de oro de la preparación física. Edimat Libros, 1998.*
- **PÉREZ BARROSO, A.** *Test de valoración del entrenamiento. Disponible: www.unipublic.com. Acceso en: diciembre 2002.*
- **PILA TELEÑA, A.** *Evaluación de la condición física y los deportes. Madrid: Augusto Pila Teleña, 1985.*
- _____. *Preparación física II. Madrid: Augusto Pila Teleña. S/D.*
- **REVISTA STADIUM, n. 29, dic. 1995.**
- **ROWAR LEGER.** *Universidad Montreal "Versión Hars 1985" (xerox).*
- **SCHMOLINSKY G.** *Atletismo. Madrid: Augusto Pila Teleña, 1995.*
- **SHEPARD R. J.** *La resistencia en los deportes. Editorial Paidotribo. España 1996.*
- **SOUSA, M.** *Teste de banco con carga contínua para análise do colume de oxigênio (VO₂) predito e analizado por tempo de esforço em perssoas treinadas (TRD), ativas (ATV) e destreinadas (DTR) a partir dos 13 anos: proposta de validação. Tese (Doctoral en Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidad Estadual de Campinas, 2001.*
- **THOMAS, J. NELSON, J.** *Research methods in physical activity. Champaign: Human Kinetics, 1996.*
- **VILLACUSA J. M.** *Test para valorar la resistencia aeróbica. www.efdeportes.com*
- **LA FISIOLÓGÍA del lactato y el entrenamiento en deportes. Disponible en: www.lactate.com.**
- **WYLMORE, J.; COSTILL, D.** *Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo, 1998.*

Referencias de los Autores:

- **Profesor Magíster Marcelo Castillo Retamal**
 - Académico Auxiliar Departamento Educación Física.
 - Universidad Católica del Maule, Talca - Chile
 - mcastill@hualo.ucm.cl.
 - Investigador Principal: "Validación del test progresivo de la Universidad de Montreal (tpum) en la comunidad escolar de enseñanza media (urbano con régimen de instrucción diurno) de la ciudad de Talca".
 - Co-investigador en "medición de la condición física del escolar de la VII Región".
 - Co-investigador en "Evaluación de la condición física del CER, VII Región".
 - Co-investigador en "Perfiles de la condición de la selección nacional de atletismo, área medio fondo y fondo".
 - Académico de la Escuela de Educación Física de la Universidad Católica del Maule desde el año 1989.
 - Entrenador de Atletismo a nivel nacional y universitario.
- **Profesor Doctor Miguel Cornejo Améstica**
 - Profesor Departamento Educación Física Universidad de Concepción.

