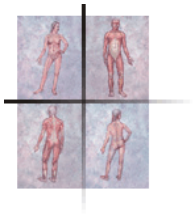
CAPÍTULO 13



ACREDITACION EN ANTROPOMETRIA: UN MODELO AUSTRALIANO

Christopher Gore, Kevin Norton, Tim Olds, Nancy Whittingham, Kim Birchall, Melissa Clough, Briony Dickerson, y Loretta Downie

1. INTRODUCCION

En 1993, el Esquema de Asistencia de Procedimientos Standards para Laboratorios (EAPSL) de la Comisión de Deportes de Australia (CDA) se propuso mejorar la calidad (te las evaluaciones antropométricas llevadas a cabo en los institutos deportivos estatales y en las academias de deporte, que normalmente evalúan a los deportistas de élite. El EAPSL comenzó trabajando con miembros de la Sociedad Internacional de Avances en Cineantropometría (ISAK) para desarrollar cursos de entrenamiento y un programa de acreditación para la antropometría. Al mismo tiempo, diversas Universidades Australianas fueron enseñando antropometría a sus estudiantes, y también fueron llevando a cabo cursos de entrenamiento para profesionales en el área de la salud y el fitness, Si bien muchos profesores estaban utilizando los lineamientos propuestos por ISAK, aún existía una considerable variabilidad en las técnicas antropométricas que se realizaban en Australia. Con esta base como punto de partida, se realizaron intentos para lograr un consenso en antropometría dentro ele Australia. Actualmente, ISAK ha sido aceptada por distintos grupos profesionales australianos como el cuerpo de gobierno para los asuntos relacionados con la práctica y la teoría de la antropometría.

Si bien los cursos iniciales (1993-1994) fueron dirigidos a científicos en el área del deporte, posteriormente fueron genera liza (los, participando ele ellos académicos que trabajaban en las Universidades, estudiantes universitarios en distintas áreas, incluyendo Ciencias del Deporte, Nutrición, Enfermería, Psicología y Ergonomía, y profesionales de la salud y del «fitness», El desarrollo de los cursos nacionales y el sistema de acreditación presentado en este capítulo es uno de los primeros intentos por estandarizar la antropometría a través de un amplio espectro de disciplinas. Una característica de esta estandarización nacional es el establecimiento de una base centralizada ele datos antropométricos, la Base Australiana de Datos Antropométricos (AADBase), que compara las mediciones llevadas a cabo por antropometristas acreditados en toda Australia. Es de esperar que sistemas similares de acreditación se adopten en otros países, de modo que sea común la uniformidad en las técnicas antropométricas y el entrenamiento. Esto permitiría que los datos colectados en diferentes países sean acumulados en una base de datos global, quizás bajo la dirección ele ISAK. En este aspecto, los cursos australianos pueden brindar un modelo para que utilicen otros países.

El concepto de un orden jerárquico de cuatro niveles estuvo basado en los cursos del Consejo Australiano ele Entrenamiento para entrenadores. Los tres primeros niveles (te antropometría son otorgados en base a un entrenamiento formal teórico y práctico. Esto puede estar seguido por un Nivel 4 (antropometrista «de criterio»), el cual es otorgado, por ISAK, quien ha determinado sus propios requerimientos para este nivel de acreditación.

Uno de los elementos claves del esquema Australiano de acreditación es que todos los niveles tienen que presentar los datos del error técnico de medición (ETM), en 20 sujetos, como indicación de la precisión satisfactoria ele las evaluaciones. Este es un método objetivo para mantener el control de calidad de todas las personas que son acreditarlas. Además, sólo los Niveles 3 y 4 son acreditados con responsabilidad para llevar a cabo los cursos de entrenamiento en antropometría, donde los certificados serán entregados por el EAPSL.

Un resultado directo de los primeros cursos de entrenamiento en 1993-1994 fue el desarrollo de normas curriculares para estandarizar los cursos en toda Australia. Las páginas siguientes delinean los requerimientos esenciales para los cursos de Nivel 1, 2, y 3, y dan algunos ejemplos de las formas en que los materiales pueden ser presentados.

2. NORMAS DE ACREDITACION

En términos generales, los cuatro niveles de acreditación en antropometría son:

- Nivel 1 (Técnico - Perfil restringido): una persona que puede demostrar precisión técnica adecuada para medir la estatura de pie, el peso, los nueve pliegues cutáneos, cinco perímetros, y dos diámetros incluidos en las dimensiones antropométricas «restringidas».
- Nivel 2 (Técnico - Perfil completo): una persona que puede demostrar precisión técnica adecuada en las 40 dimensiones antropométricas.
- Nivel 3 (Instructor): Además de la competencia técnica, una persona de Nivel 3 tiene el conocimiento teórico adecuado sobre antropometría, para poder enseñar y acreditar a antropometristas de Nivel 1 y 2.
- Nivel 4 (Antropometrista de criterio): un antropometrista de criterio tiene muchos años de experiencia llevando a cabo mediciones, un alto nivel de conocimiento teórico, ha estado involucrado en varios proyectos antropométricos de gran dimensión, y tiene antecedentes de publicaciones antropometría.

2.1 Antropometrista de Nivel 1 (Técnico - Perfil restringido)

Esta persona estará capacitada para llevar a cabo la evaluación del Perfil Antropométrico Restringido. Además de la altura en posición de pie y el peso corporal, el Perfil Restringido consta de los siguientes sitios:

Pliegues Cutáneos	Perímetros	Diámetros óseos
1 tríceps	1 brazo (relajado)	1 húmero
2 subescapular	2 brazo (flexionado y en tensión)	2 fémur
3 bíceps	3 cintura (mínima)	
4 cresta ilíaca	1 glúteos (cadera)	
5 supraespinal	5 pantorrilla (máx na)	
6 abdominal		
7 muslo frontal		
8 pantorrilla (medial)		
9 axilar medial -		

Pre-requisitos (mínimos):

- Inscripción en el Consejo de Acreditación de «Fitness» de Australia (AFAC) o autoridad estatal equivalente, u otro título que pueda ser considerado apropiado por el Coordinador de Procedimientos Standards del Laboratorio ASC, en asociación con Antropometristas de Criterio reconocidos por ISAK, en Australia.

Se otorgará el certificado luego de:

- La finalización satisfactoria de un curso de antropometría (en el Nivel 1) que contiene los componentes teóricos y prácticos en concordancia con los presentados en el esquema del curso (ver Tabla 1).
- La demostración satisfactoria del procedimiento para evaluar la estatura (le pie, la ubicación de las marcas antropométricas, y manipulación del equipo (calibres de pliegues cutáneos, cinta para perímetros, y calibres deslizantes pequeños) frente a un antropontetrista cle Nivel 3 o Nivel 4. Las marcas antropométricas son acromial, radial, acromial-radial media, xifoidea, ilioespinal, iliocrestíclea; sitios marcados para pliegues cutáneos de tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo frontal, pantorrilla medial, y axilar medial.
- Completar satisfactoriamente al menos dos Perfiles Restringidos en presencia de un antropometrista de Nivel 3 (Instructor) o de Nivel 4 (de Criterio), y completar correctamenté tests repetidos en 20 sujetos. Los FTM inter e intra-evaluador deben estar dentro de los límites establecidos (ver Tabla 7, más adelante).

		Nivel 1	**Nivel 2**	**Nivel 3**
Requisitos previos		AFAC o titulo equivalente	Nivel 1 o estudiante universitario	Nivel 2 o mas titulo universitario, 2 años y > 100 perfiles medios
Practica	Tiempo	6 hs. Teoría 10 hs. practica ~20 hs. de tiempo propio (20 perfiles restringidos repetidos)	10 hs. teoría 14 hs. practica ~20 hs. de tiempo propio (2º perfiles completos repetidos)	**18 hs. teoría** **22 hs. practica** ~20 hs. tiempo propio (20 perfiles completos repetidos)
	Marcación	Perfil Restringido	Perfil Completo	Perfil Completo
	Manejo del equipo	Calibre para pliegues cutáneos, cinta de medición, calibres deslizantes pequeños, estadiometro	Revisión del Nivel 1 mas segmometro, calibres grandes, y calibres de ramas curvas	Igual que el nivel 2
	Mediciones	Perfil restringido, mediciones repetidas en correcto orden.	Perfil completo, mediciones repetidas en correcto orden	Igual que el Nivel 2.
	ETM	Usar datos para calcular el % ETM intra e inter evaluador	Usar datos para calcular ETM, CCI, y ETM para > 2 evaluaciones	Igual que el Nivel 2
	Aplicación dentro del curso	Mediciones repetidas en un mínimo de 10 sujetos (Perfil Restringido)	Mediciones repetidas en un mínimo de 10 sujetos (Perfil Completo)	Simulación de un estudio de gran escala. Enseñar las destrezas. Mediciones repetidas en un mínimo de 10 sujetos.
	Examen	Examen practico. % ETM dentro de los limites establecidos (ver Tabla 7).	Examen practico. % ETM dentro de los limites establecidos (ver Tabla 7).	Examen teórico-practico. % ETM dentro de los limites establecidos
Teoría	Anatomía	Perfil Restringido	Perfil Completo	Perfil Completo
	Composición corporal	Predicción de la adiposidad corporal total a partir de los pliegues cutáneos. Presunciones y errores	Como el Nivel 1, más evaluación cuantitativa de los errores.	Igual que el nivel 2
	Salud	Peso, BMI, Cci/Ca, distribución de la grasa.	Como en el nivel 1, mas cambios en la dieta y en el ejercicio.	Como en el Nivel 2, mas mecanismos fisiológicos/genética.
	Ajustes o magnitudes	Noción general. Similitud geométrica.	Nivel 1 mas fraccionamiento y humanos de referencia (ej., Phantom).	Nivel 2, mas otros sistemas de similitud, haciendo escala de variables funcionales, crecimiento.
	Somatotipo	Noción general. La somatocarta.	Como el Nivel 1, mas cálculos usando la plantilla de calificación, las ecuaciones y computadora. Distribuciones de frecuencia de somatotipos.	Como en el Nivel 2, mas método fotoscopico, historia, cambios en el somatotipo con el crecimiento, edad, ejercicio y dieta.
	Calibración	Calibración Vernier de la separación entre platillos del calibre de pliegues cutáneos. Calibración con bloques de goma espuma de la presión de los platillos. Mantenimiento del calibre.	Como el Nivel 1 mas uso de varillas y espaciadores. Efecto de los errores de calibración sobre el % GC estimado.	Como el Nivel 2, más calibración estática vs. Dinámica, en escala ascendente y descendente.

	Laboratorios de computación	Uso del software antropométrico especifico (ej. LifeSize).	Como en el Nivel 1.	Como en el Nivel 1.
	ETM	% ETM intra vs. Inter-ventricular (2 evaluaciones solamente). Uso del ETM para interpretar los cambios reales, determinar los intervalos de confianza, y reducir el error.	Como en el Nivel 1, mas 3 evaluaciones por sujeto y CCI.	Como en el Nivel 2, más establecimiento de ETM para grandes estudios.
	Antropometría y rendimiento deportivo.	Noción de optimización morfológica. Grasa corporal, estatura, peso, y rendimiento.	Como en el Nivel 1, más proporcionalidad. Evolución del tamaño corporal en deportistas.	Como en el Nivel 2 más aspectos fisiológicos y biomecánicos de la antropometría.
Otras áreas teóricas (opcional)	Imagen corporal		Introducción a la imagen corporal.	Como en el nivel 2, más investigaciones recientes en imagen corporal.
	Ergonomía.		Diseño del lugar de trabajo, aplicación de la antropometría en ergonomía .	Como en el nivel 2, más protecciones corporales.
	Modelos multi-componentes			Modelos que utilizan > 2 componentes. Métodos recientes con alta tecnología.

TABLA 1. *Estructura curricular para el esquema de acreditación Australiano*

Pliegues Cutáneos	**Perímetros**	**Longitudes**
1 tríceps	1 cabeza	1 acromial-radial
2 suhescapular	2 cuello	2 radial-estiloidea
3 bíceps	3 brazo (relajado)	3 med. estil.-dactiloidea
4 cresta ilíaca	4 brazo (flexionado y en tensión)	4 ilioespinal-alt. cajón
5 supráespinal	5 antebrazo (máximo)	5 trocantérea-alt. cajón
6 abdominal	6 muñeca (estiloides distal)	6 troc.-tihial-lateral
7 muslo frontal	7 tórax (mesoesternal)	7 tibial-lateral
8 pantorrilla medial	8 cintura (mínima)	8 tib.med.-maleolar
9 axilar medial	9 glúteos (cadera)	medial
	10 muslo (1 cm debajo del ('lúteo)	
	LI muslo (med. trocantéreo-tihial	
	lateral)	
	12 pantorrilla (máxima)	**Diámetros/Longitudes**
	13 tobillo (mínimo)	I biacrtnnial
		2 biileocrestídeo
		3 longitud de pie
		4 talla sentado
		5 tórax transverso
		6 tórax A-P
		7 húmero
		8 fémur

2.2 Antropometrista de Nivel 2 (Técnico - Perfil Completo)

Esta persona estará capacitada para llevar a cabo la evaluación del Perfil Antropométrico Completo. Además de la altura de pie y el peso corporal, el perfil completo consta de los siguientes sitios (9 pliegues cutáneos, 13 perímetros, 16 diámetros óseos/longitudes segmentarias):

Pre-requisitos (mínimos):

- Finalización satisfactoria del curso de Nivel 1, o haber completado un estudio universitario que pueda ser considerado apropiado por el coordinador (le Procedimientos Standards de Laboratorio ASC, en asociación con Antropometristas de Criterio reconocidos por ISAK, en Australia.

Se otorgará el certificado luego de:

- La finalización satisfactoria (le un curso de antropometría (en el Nivel 2) que contiene los componentes teóricos y prácticos en concordancia con los sugeridos en el esquema del curso (ver Tabla 1).
- La demostración satisfactoria del procedimiento para evaluar la estatura de pie, la ubicación de las marcas antropométricas, y manipulación del equipo (calibres de pliegues cutáneos, cinta para perímetros, calibres deslizantes pequeños, segmómetro, calibre deslizante grande, y calibre de ramas curvas) frente a un antropometrista (le Nivel 3 o Nivel 4. Las marcas antropométricas son acromial, radial, acromial-radial media, estiloidea, estiloidea media, mesoesternal, xifoidea, ilioespinal, trocantérea, iliocrestídea, tibial lateral, tibial medial, maleolar; sitios vareados para pliegues cutáneos de tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo frontal, pantorrilla medial, y axilar medial.
- Completar satisfactoriamente al menos dos Perfiles Completos en presencia de un antropometrista de Nivel 3 (Instructor) o de Nivel 4 (de Criterio), y completar correctamente tests repetidos en 20 sujetos. Los ETM inter e intra-evaluador deben estar dentro de los límites establecidos (ver Tabla 7, más adelante).

2.3 Antropometrista de Nivel 3 (Instructor)

Esta persona estará capacitada para llevar a cabo la evaluación del Perfil Antropométrico Completo (altura parado, peso corporal, 9 pliegues cutáneos, 13 perímetros, 16 diámetros óseos/longitudes segmentarias). El candidato para el Nivel 3 tendrá además, la certificación para enseñar en los cursos de Nivel 1 y 2 utilizando los lineamientos y materiales proporcionados por el Coordinador de procedimientos Standards de Laboratorio del ASC.

Pre-requisitos (mínimo)::

- Título universitario en un área relevante (movimiento humano, anatomía, educación física, nutrición, fisioterapia),
- Finalización del curso de Nivel 2 o curso equivalente, y
- Experiencia significativa (>2 años) en antropometría (al menos 100 Perfiles Completos) u otro título que pueda ser considerado apropiado por el Coordinador de Standards de Laboratorio del ASC en asociación con Antropometristas de Criterio reconocidos por ISAK en Australia.

Se otorgará el certificado luego de:

- La finalización satisfactoria de un curso de antropometría (en el Nivel 3) que contiene los componentes teóricos y prácticos en concordancia con los sugeridos en el esquema del curso (ver Tabla 1).
- La finalización satisfactoria de exámenes tanto teóricos como prácticos que incluyen: La demostración satisfactoria del procedimiento para evaluar la estatura parado, la ubicación de las marcas antropométricas, y manipulación del equipo (calibres de pliegues cutáneos, cinta para perímetros, calibres deslizantes pequeños, segmómetro, calibre deslizante grande, y calibre de ramas curvas) frente a un antropometrista de Nivel 3 o Nivel 4. Las marcas antropométricas son acromial, radial, acromial-radial media, estiloidea, estiloidea media, mesoesternal, xifoidea, ilioespinal, trocantérea, iliocrestídea, tibial lateral, tibial medial, maleolar; sitios marcados para pliegues cutáneos de tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo frontal, pantorrilla medial, y axilar medial.
- Completar satisfactoriamente al plenos dos Perfiles Completos en presencia (le un antro pometrista de Nivel 4 (de Criterio), y completar correctamente tests repetidos en 20 sujetos. Los ETM inter e intra-evaluador deben estar dentro de los límites establecidos (ver Tabla 7 más adelante).

2.4 Antropometrista de Nivel 4 (Antropometrista de Criterio)

Un antropometrista de criterio tiene muchos años de experiencia realizando evaluaciones, un alto nivel de

conocimiento teórico, ha estado involucrado en varios proyectos antropométricos de gran escala, y tiene unos antecedentes importantes de publicaciones en antropometría.

El Nivel 4 sólo puede obtenerse haciendo una presentación directamente a ISAK, a la siguiente dirección: Dr. Alan Martin, President, International Society for the Advancement of Kinanthropometry, School of Physical Education, University of Brithish Columbia, 6081 University Blvd, Vancouver, BC., Canadá V6t 1Z1. Email: Alan_Martin@mtsg.ubc.ca

3. OBJETIVO O META DEL ETM («TEMs target»): REQUERIMIENTOS Y RAZONES

Los ETM representan la dimensión de control de calidad del esquema de acreditación. En cada nivel, los antropometristas necesitan demostrar que los ETM intra-evaluador e inter-evaluador este dentro de los limites prescriptos. Los ETM inter-evaluador son determinados por la comparación entre las evaluaciones llevadas a cabo por el estudiante (o aspirante) y las realizadas por un antropometrista de Nivel 3 o 4 (para los Niveles 1 y 2) o de Nivel 4 (para el Nivel 3), en un numero de sujetos. El estudiante y el antropometrista de Criterio/Instructor deben utilizar el mismo equipo y medir al sujeto en el mismo día. Los ETM intra-evaluador son determinados por mediciones repetidas, llevadas a cabo por el estudiante (o aspirante) con distintos individuos.

Se han realizado distintos estudios con el fin de cuantificar el error técnico inter e intra-evaluador involucrado en las mediciones antropometricas (por ej., Johnston, Hamill & Lemeshow, 1972; Keys & Brozek, 1953; Lohman, 1981; Sloan & Shapiro, 1972; Wilmore & Behnke, 1969); Womersley & Durnin, 1973). Si bien se reconocen las implicancias que los evaluadores puedan tener grandes errores técnicos, muchos autores son incapaces de brindar recomendaciones para la meta de ETM («target») y, cuando lo hacen, a menudo carecen de una razón clara respaldada por la evidencia empírica. Ross y Marfell-Jones (1991) sugieren un límite de tolerancia para los perímetros. En 1984, la Asociación Canadiense de ciencias del Deporte desarrollo, junto con Sport Canadá, un sistema de acreditación para laboratorios asociados con la evaluación fisiológica de deportistas de elite (Quinney, Petersen, Gledhill & Jamnik, 1984). Este esquema recomendaba las siguientes tolerancias:

- altura sentado y peso: 0.5 %
- diámetro biacromial: 1.0 %
- diámetro biepicondilar de fémur: 3.5 %
- sumatoria de ocho pliegues cutáneos: 10 %

Esta claro que los limites de error técnico deberían establecerse de manera de maximizar la precisión y la confiabilidad. En teoría, cuanto menor es el ETM, mejor. Sin embargo, existen restricciones con respecto al tamaño de las metas de ETM o «target»:

- Los TM deberían idealmente estar en proporción con la magnitud de las diferencias fisiológicas que intentan medir.
- Deberíamos saber como el tamaño de los ETM afectara las variables derivadas de los datos antropométricos brutos (tales como el somatotipo, las masas fraccionales, y el porcentaje estimado de grasa corporal).
- Los ETM deben ser alcanzables por la mayoría de los evaluadores, de acuerdo a su nivel de destreza y experiencia.

3.1 Cuan pequeños deben ser los ETM para detectar cambios reales?

Idealmente, los ETM deberían ser suficientemente pequeños como para ser sensibles a los cambios que tendrían que detectar. Frecuentemente, los cambios en las variables antropometricas luego del ejercicio, y/o de las intervenciones alimentarias, son bastante pequeños. Utilizando variables pesadas de tendencia central, hemos revisado 55 estudios que han usado los ejercicios aeróbico como intervención, donde los pliegues cutáneos y otras variables antropometricas fueron evaluados antes, durante y después de los programas de entrenamiento. Estos programas fueron bastante típicos de aquellos llevados a cabo por deportistas recreacionales jóvenes (ver Tablas 2 y 3).

	Hombres	Mujeres
n	1.503	335
Edad	38.9	28.2
Peso (kg)	78.7	65.0
% grasa corporal	18.4	29.2
Semanas	20.9	12.2
Minutos/sesión	34.1	35.4
Sesiones/semana	2.4	5.4
Mediana |▲ ∑PC (%) |	10.9	5.7
% ETM necesario para un intervalo de conf. 68 %	7.7	4.0
% ETM necesario para un intervalo de conf. 95 %	3.9	2.0

***TABLA 2**. Valores medios de las características de los sujetos que participaron en programas de entrenamiento aeróbico, en los cuales se evaluaron los cambios en los pliegues cutáneos, las características de los programas, la mediana de los cambios en el porcentaje absoluto de la sumatoria de pliegues cutáneos (|∑OPC % |), y % ETM intra-evaluador necesario para detectar estos cambios.*

	Hombres	Mujeres
n	1.007	288
Edad	24.3	28.3
Peso (kg)	79.7	66.0
% grasa corporal	21.4	30.3
Semanas	19.1	12.3
Minutos/sesión	32.0	30.7
Sesiones/semana	2.2	5.4
Mediana |▲ ∑Pe (%) |	1.7	1.5
% ETM necesario para un intervalo de conf. 68 %	1.2	1.1
% ETM necesario para un intervalo de conf. 95 %	0.6	0.5

***TABLA 3.** Valores medios de las características de los sujetos que participaron en programas de entrenamiento aeróbico en los cuales se evaluaron los cambios de perímetros, las características de los programas, la mediana de los cambios en el porcentaje absoluto de la sumatoria de perímetros (|∑Pe%|), y % ETM intra-evaluador necesario para detectar estos cambios.*

La mediana del cambio absoluto es la sumatoria de pliegues cutáneos (∑PC) expresada en porcentaje de los valores originales, fue de 10.9 % en los hombres (n = 1.503), y 5.7 % en las mujeres (n = 35). Para detectar estos cambios en cualquier individuo con una confianza del 68 % seria necesario un ETM de 7.7 % en los hombres, y de 4.0 % en las mujeres. Estas cifras sugieren que tales cambios pueden no ser capaces de ser detectados con confianza por algunos antropometristas en una medición individual, a menos que se tomen múltiples mediciones para reducir el error. La mediana del cambio absoluto en la sumatoria de perímetros en estos estudios, expresada como porcentaje de los valores iniciales, fue de 1.7 % en los hombres (n = 1.007) y 1.5 % en las mujeres (n = 288). Para detectar estos cambios en cualquier individuo con una confianza del 68 % seria necesario un ETM intra-ventricular de 1.2 % en los hombres, y 1.1 % en las mujeres. Para una confianza del 95 %, los ETM necesarios serian 0.6 % en los hombres y 0.5 5 en las mujeres.

Además hemos revisado 25 estudios con programas de entrenamiento de resistencia, en los cuales se llevaron a cabo mediciones antropometricas a lo largos de los mismos. En las Tablas 4 y 5 se muestran detalles de los programas de entrenamiento.

	Hombres	Mujeres
n	80	122
Edad	26.9	24.5
Peso (kg)	78.9	59.9
% grasa corporal	16.5	26.5
Semanas	11.0	12.3
Minutos/sesión	38.3	36.9
Sesiones/semana	2.7	2.6
Mediana |▲ ∑PC (%) |	9.3	9.3
% ETM necesario para un intervalo de conf. 68 %	6.6	6.6
% ETM necesario para un intervalo de conf. 95 %	3.3	3.3

TABLA 4. *Valores medios de las características de los sujetos que participaron en programas de entrenamiento de resistencia en los cuales se evaluaron los cambios en los pliegues cutáneos, las características de los programas, la mediana de los cambios en el porcentaje absoluto de la sumatoria de pliegues cutáneos (|∑Pe%|), y % ETM intra-evaluador necesario para detectar estos cambios.*

	Hombres	Mujeres
n	190	61
Edad	23.7	20.6
Peso (kg)	83.6	60.7
% grasa corporal	14.6	24.5
Semanas	6.5	11.7
Minutos/sesión	37.5	44.5
Sesiones/semana	3.0	2.2
Mediana |▲ ∑Pe (%) |	2.0	0.4
% ETM necesario para un intervalo de conf. 68 %	1.4	0.3
% ETM necesario para un intervalo de conf. 95 %	0.7	0.1

TABLA 5. *Valores medios de las características de los sujetos que participaron en programas de entrenamiento de resistencia en los cuales se evaluaron los cambios en los perímetros, las características de los programas, la mediana de los cambios en el porcentaje absoluto de la sumatoria de perímetros (|∑Pe%|), y % ETM intra-evaluador necesario para detectar estos cambios.*

La mediana del cambio absoluto en la sumatoria de pliegues cutáneos (∑PC) expresada en porcentaje de los valores originales fue de 9.3 %, tanto en los hombres (n = 80) como en las mujeres (n = 122). Para detectar estos cambios en cualquier individuo, con una confianza del 68 %, seria necesario un ETM intra-evaluador de 6.6 %. Para una confianza del 95 %, se necesitara un ETM de 3.3 %. En estos estudios, la mediana del cambio absoluto en la sumatoria de perímetros, expresada como porcentaje de los valores iniciales, fue de 2.0 % en los hombres (n = 190) y 0.4 % en las mujeres (n = 61). Para detectar estos cambios en cualquier individuo, con una confianza del 68 %, seria necesario un ETM intra-evaluador de 1.4 % en los hombres y 0.3 % en las mujeres. Para una confianza del 95 %, los ETM necesarios deberían ser 0.7 % en los hombres y 0.1 % en las mujeres.

En los deportistas de elite, las variables antropometricas con frecuencia siguen un patrón cíclico basado en las distintas etapas de la temporada de entrenamiento. Existen muy pocos datos sobre la variabilidad, dentro de la temporada, en las variables antropometricas superficiales de los deportistas. La tabla 6 muestra los datos de la sumatoria de seis pliegues cutáneos para un ciclista olímpico que gano medalla de oro, y que fu evaluado 12 veces en un periodo de siete meses (N. Craig, comunicación personal). La variabilidad general en el grosor de los pliegues cutáneos es bastante grande (CV = 20.7 %). La Tabla 6 muestra los ETM que serian necesarios para detectar, con una confianza del 95 %, el cambio desde los valores basales (16 de noviembre, 1987) hasta cada una de las fechas posteriores de evaluación (3er. Columna), y desde cada evaluación hasta la siguiente (4ta. Columna). Las mediciones de pliegues cutáneos tuvieron lugar cada 2 semanas aproximadamente, y para este individuo se necesitara un nivel muy alto de destreza para estar un 95 5 seguro de un cambio real. Las alternativas disponibles para un antropometrista con un menor nivel de destreza son utilizar mediciones múltiples, o espaciar mas las evaluaciones.

		ETM necesario	
Fecha	**∑PC**	**(a) basal**	**(b) previo**
16 nov 87	54.8		
25 nov 87	48.5	4.3	4.3
2 dic 87	45.8	6.4	2.1
9 dic 87	44.0	7.9	1.4
13 ene 88	38.7	12.3	4.5
27 ene 88	32.9	17.5	5.7
2 feb 88	34.7	16.6	1.9
17 feb 88	32.7	18.8	2.1
2 mar 88	30.6	21.2	2.3
16 mar 88	30.3	22.1	0.4
18 may 88	34.7	18.2	4.8
2 jun 88	33.7	19.4	1.1

TABLA 6. *Sumatoria de 6 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, muslo frontal, pantorrilla medial) en un ciclista olímpico ganador de medalla de oro, durante el periodo de 6 meses, y los 5 ETM intra-evaluador necesarios para estar 95 % seguros de un cambio real: (a) desde la evaluación basal el 16 de noviembre de 1987; y (b) desde la evaluación previa.*

3.2 Implicancias de la magnitud del ETM para las variables derivadas

Los datos antropométricos brutos (o crudos), a menudo son utilizados para estimar variables derivadas, tales como la densidad corporal, el porcentaje graso, los somatotipos, y las masas fraccionales. En algunas de estas variables derivadas solo hay una variable de entrada para la cual se ha determinado el ETM. Por ejemplo, la densidad corporal se calcula utilizando la ecuación de Durnin y Womersley (1974) que usa la sumatoria de pliegues cutáneos como única variable de entrada. En situaciones tales como esta, es fácil calcular el efecto de la magnitud del ETM sobre la variable derivada (en este caso, la densidad corporal y, por lo tanto, el porcentaje graso). Por ejemplo, utilizando los datos promedio de pliegues cutáneos del estudio de DASET (1992), una mujer australiana de 20-29 años tiene una sumatoria de 4 pliegues de 61.4 mm. Esto equivale a un porcentaje estimado de grasa corporal de 31.1 % usando la ecuación de Durnin y Womersley (1974). Los limites de confianza de 95 % para este porcentaje graso estimado, para un evaluador con un ETM de 10 %, el intervalo de confianza seria entre 26.5 % y 34.9 % - limites que quizás son mas estrechos de los que podrían esperarse.

Cuando las variable derivadas utilizan variables de entrada para las cuales los ETM deben determinarse en forma separada (por ejemplo, el calculo del índice del índice de mesomorfismo requiere tanto perímetros como pliegues cutáneos), es mucho mas problemático modelar el efecto de las magnitudes de los ETM sobre la magnitud de la variable derivada. Esto se debe a que las magnitudes de los ETM y los signos de las diferencias en la medición, probablemente, no son independientes. Los evaluadores pueden equivocarse consistentemente en una dirección, o cuando un evaluador muestra un gran error de medición en un área, también podría mostrar sistemáticamente un gran error en otra área.

3.3 Objetivo o meta del ETM propuesto (ETM «target»)

Estas consideraciones y la experiencia a partir de numerosos cursos de entrenamiento nos permite expresar algunas sugerencias tentativas con respecto a las metas de ETM «target» para distintos niveles. Los limites propuestos se muestran en la Tabla 7. Si bien esta claro que los antropometristas con ETM de esta magnitud no podrían, en muchos casos, detectar con confiabilidad cambios en un individuo luego de programas recreacionales típicos, o en atletas competitivos en los cuales se realizan evaluaciones repetidas en intervalos cortos de tiempo, probablemente es irreal establecer normas mas estrictas de ETM. En estos casos, se deberían emplear estrategias alternativas de mediciones múltiples y/o periodos mas largos entre evaluaciones. Se deberían permitir algo de flexibilidad en la aplicación de los ETM «target» para los sitios que no son pliegues cutáneos, particularmente para los diámetros óseos, y para sitios que están afectados por movimientos respiratorios (ver Ross, Kerr, Carter, Ackland, & Bach, 1994, Tabla B.1).

		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
		a Post-curso	**b** Post-perfiles	**a** Post-curso	**b** Post-perfiles	**a** Post-curso	**b** Post-perfiles
Inter-evaluador	Pliegues cutáneos	12.5	10.0	10.0	7.5	10.0	7.5
	Otros	2.5	2.0	2.0	1.5	2.0	1.5
Intra-evaluador	Pliegues Cutáneos	10.0	7.5	7.5	5.0	7.5	5.0
	Otros	2.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0

TABLA 7. *ETM «target» propuestos, para comparaciones inter-evaluador e intra-evaluador, para los tres niveles de acreditación: (a) luego del curso de entrenamiento; (b) luego de la finalización de 20 perfiles repetidos. Observar que para los Niveles 2 y 3, los ETM «target» son iguales.*

4. LINEAMIENTOS Y GUIAS PARA DETERMINAR LOS ETM

Los ETM variaran de acuerdo a la naturaleza de los sitios medidos, a la población evaluada, y al equipo y condiciones de evaluación Por lo tanto, es importante, estandarizar la determinación de los ETM.

4.1 La especificidad de la población medida

Los ETM normalmente son expresados como porcentajes de los valores medios debido a que uno podría esperar errores absolutos mayores en sujetos más grandes. Sin embargo, esto puede no crear enteramente un «campo de juego nivelado» entre sujetos de distintos grosores de pliegues, quizás porque los sujetos mas obesos tienen los problemas adicionales de la ubicación de los sitios, una compresibilidad variable, etc. Por lo tanto, cuando se determinan los ETM, los evaluadores deberían utilizar sujetos con grosores de pliegues cutáneos similares a los que ellos van a evaluar.

Es probable que los ETM varíen con sujetos de otras características (distinto sexo, por ejemplo). Por ello, la regla general es que los ETM deberían estar determinados en sujetos lo mas parecidos posible a la población «target». Para aquellos involucrados en la evaluación de deportistas, este hecho probablemente supondrá que se establezcan ETM específicos para el deporte. Aquellos evaluadores comprometidos en la medición de un amplio rango de sujetos (como en los centros de «fitness»), deberían determinar sus ETM en poblaciones ampliamente variables.

4.2 Aspectos relacionados con el procedimiento

Distintos aspectos del procedimiento para determinar los ETM puede afectar la magnitud del ETM. Entre estos se encuentran el tiempo entre mediciones repetidas, y si las marcas anatómicas son borradas o relocalizadas entre evaluaciones. A menudo, los ETM intra-evaluador son calculados sin remarcar al sujeto (durante una situación de examen). Esto debería hacerse para reducir el ETM, de modo que los valores reportados aquí podrían representar ETM mas bajos de los que se encontrarían en situaciones en las cuales las mediciones fueron realizadas con un día de separación.

Cuando las evaluaciones son realizadas en ocasiones diferentes en la misma persona, entra en juego algún grado de variación biológica. Se registraran menores pliegues cutáneos si uno esta bien hidratado un día, y lo contrario si esta deshidratado otro día. Esto se debe a que la deshidratación aumenta la tensión en la piel, volviéndola mas tirante, y produciendo que los platillos del calibre tiendan a separarse (Consolazio, Johnson, 7 Pécora, 1963, p. 303). La estatura normalmente es 1-2 cm menor por la tarde que en la mañana , ya que los discos intervertebrales se van comprimiendo durante el transcurso del día. Los baños saunas, las duchas, el ejercicio con sobrecarga, y la fase menstrual, también pueden afectarlas mediciones antropometricas. Por lo tanto, es importante cuando se establecen los ETM, reproducir las condiciones ambientales de modo de minimizar las fuentes de variabilidad biológica.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Consolazio, C.F., Johnson, R.E., & Pécora, L.J. (1963)
Physicological measurements of metabolic function in man.
London: McGraw-Hill.

Departament of the Arts, Sport, the Environment and territories (1992).
Pilot survey of the fitness of Australians.
Canberra: Australian Government Publishing Service.

Durnin, J.V.G.A., & Womerseley, J. (1974)
Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness:
Measurements on 481 men and women aged 16 to 72 years.
British Journal of nutrition, 32, 77-97.

Johnston, F.E., Hamill, P.V.V., & Lemeshow, J. (1972)
Skinfold thickness of children 6-11 years. (United States National Health Survey, Series 11,
Number 120, I-60). Washington, DC: U.S. Departament of Health, Education and Welfare.

Keys, A., & Brozek, J. (1953)
Body fat in adult man.
Physicological Reviews, 33, 245-325.

Lohman, T.G. (1981)
Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review.
Human Biology, 53, 181-225.

Quinney, H.A, Petersen, S.R., Gledhill, N., & Jamnik, V. (1984)
Accreditation of elite athlete testing laboratories in Canada.
In: T. Reilly, J. Watkins, & J. Borms (Eds.), **Kinanthropometry III (pp. 233-238). London: E & F.N. Spon**.

Ross, W.D., Kerr., Carter, J.E.L., Ackland, T.R., & Bach, T.M. (1994)
Appendix B: Anthropometric techniques: precision and accuracy.
In J.E.L. Carter & T.R. Ackland (Eds), **Kinanthropometry in aquatic sports** (pp. 158-169).
Champaign, Illinois: Human Kinetics).

Ross, W.D., & Marfell-Jones, M.T. (1991)
Kinanthropometry
In: J.D. Macdougall, H.A. Wenger, & H.J. Green (Eds**.), Physicological testing of the high**
Performance athlete (2nd ed., pp. 223-308).
Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Sloan, A.W., & Shapiro, H. (1972)
A comparison of skinfold measurements with three standard calipers.
Human biology, 44, 29-36.

Wilmore, J.H., & Behnke, A.R. (1969).
An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men.
Journal of Applied Physiology, 27, 25-31.

Womersley, J., & durnin, J.V.G.A. (1973).
An experimental study on variability of measurement of skinfold thickness on young adults.
Human Biology, 45, 281-292.