

APROXIMACIÓN PRÁCTICA PARA UN DIAGNÓSTICO MORFOLÓGICO Y FUNCIONAL DE DEPORTISTAS DISCAPACITADOS

Juan Carlos Cortés Ruiz,¹ Marco A. Ojeda M.²
y Felipe Gómez Ballesteros³

¹*Escuela Nacional de Antropología e Historia*

²*Universidad Nacional Autónoma de México*

³*Instituto de Seguridad Social y Servicios para los Trabajadores del Estado*

RESUMEN

Después de realizar una serie de evaluaciones a un grupo de 40 deportistas con secuelas de poliomielitis (20 hombres y 20 mujeres), seleccionados para representar a México en los X Juegos Paralímpicos de Atlanta, Georgia 1996, y las integrantes del equipo de basquetbol sobre sillas de ruedas, que obtuvo el campeonato panamericano en 1995, se procedió a analizar la información para buscar las características que pudieran servir para reconocer diferencias entre los deportistas de basquetbol, natación y lanzamiento en atletismo. Se encontró que la evaluación morfológica por medio de la antropometría aplicada para la obtención de la composición corporal, y la evaluación funcional realizada en cicloergómetro de manivela para calcular el consumo de oxígeno, permiten hacer un seguimiento de la evolución de los deportistas y establecer un diagnóstico prospectivo. Asimismo el procedimiento de análisis y representación gráfica de los resultados facilita la interpretación y favorece la comunicación entre entrenadores, deportistas y asesores científicos. En este análisis se presenta una propuesta metodológica para la evaluación del deportista discapacitado.

PALABRAS CLAVE: discapacidad, antropometría, morfofuncional, paralímpicos, VO₂.

ABSTRACT

Following a series of evaluations on a group of 40 athletes (20 men and 20 women) with sequels of poliomyelitis, who were selected to represent Mexico in the 10th 1996 Atlanta Paralympic Games, and the members of the wheelchair basketball team that won the 1995 Panamerican Championship, the obtained information was analyzed to search for traits that could serve to recognize the differences between the basketball, swimming and throwing events athletes. It was found that the morphological evaluation through anthropometry applied to gather corporal composition data and the functional evaluation through the foot pedal cycloergometer to asses oxygen consumption, allow making a follow up in the evolution of athletes and determining a prospective diagnosis. Also, the analytical procedure and the graphic representation of results allow the interpretation and favors communication among coaches, athletes and scientific advisers. In these analyses a methodological proposal for the evaluation of the handicapped athlete is presented.

KEY WORDS: disabilities, anthropometry, morphofunctional, Paralympic Games, VO₂.

INTRODUCCIÓN

Sin duda, desde la antropología la discusión sobre la discapacidad es muy amplia, pero en este trabajo el interés se centra en analizar al deportista discapacitado y ofrecer una metodología que permita, dentro de la especificidad por nivel de discapacidad y deporte que practique el sujeto, realizar una evaluación morfofuncional que permita hacer un seguimiento de la evolución de los deportistas y establecer un diagnóstico prospectivo.

Los juegos en sillas de ruedas practicados en forma organizada, iniciaron hasta después de la Segunda Guerra Mundial como parte de la rehabilitación de veteranos de guerra, primero con el basquetbol y después con otros deportes, al mismo tiempo que se amplió la variabilidad en el tipo de discapacidad. Para 1948 en Stoke Mandeville, Inglaterra, se organizaron los primeros juegos en un evento internacional y, para 1960, al término de los juegos olímpicos, se llevaron a cabo por primera vez los juegos paralímpicos (Olimpiada para parapléjicos) en la ciudad de Roma, con una participación de 400 deportistas (Adams, 1978; Shepard, 1990). En 1976 acudieron a Toronto por primera vez los atletas ciegos y amputados de 38 países. Uno

de los mayores logros en esta ocasión fue la asistencia de más de 100 000 espectadores. A la más reciente edición de estos juegos en Sydney 2000, asistieron 122 países y 3 824 atletas.

La primera participación de México en eventos de esta naturaleza y en el contexto internacional, se registra a fines de los sesenta. En 1990 se convirtió en campeón panamericano en los juegos de Venezuela, al conseguir 230 medallas. En los juegos paralímpicos de Barcelona, España, los atletas mexicanos consiguieron 12 preseas; en el mundial de atletismo en Berlín lograron 12 medallas y en 1995, en los juegos mundiales de Stoke Mandeville, se postularon como la mejor delegación al obtener 104 medallas.

La historia de los juegos paralímpicos no ha sido muy larga, desde la perspectiva médica en general, los pacientes dejan de serlo cuando se reintegran a la vida cotidiana. Sólo en fechas relativamente recientes se han interesado por brindar a los discapacitados un ambiente diseñando ergonómicamente, en espacios, herramientas de trabajo y utensilios de uso cotidiano.

Este trabajo surge por la necesidad de contar dentro del ámbito deportivo con un procedimiento de evaluación confiable, objetivo y reproducible, para reconocer la adaptación del sujeto a la actividad física. Este procedimiento debería de proporcionar un resultado que no se viera modificado por las condiciones de atrofia-ausencia-disminución de movilidad de extremidades.

ANTECEDENTES

Aun cuando la información existente en la bibliografía internacional es limitada, hay algunos trabajos que pretenden brindar orientaciones para la evaluación de discapacitados, pero adolecen de información que integre aspectos morfológicos y funcionales.

Por otra parte, está orientada principalmente a parapléjicos o amputados, población cualitativa y funcionalmente distinta de los individuos con secuelas de polio, como la mayor parte de la población discapacitada que practica deporte de este nivel en México.

Debido a que en los sujetos con alguna discapacidad el desplazamiento es un proceso más complejo, una de las principales preocupaciones observada en trabajos recientes en esta población, y

particularmente cuando practican actividad física, es establecer pruebas confiables de capacidad física, con resultados que no se vean alterados por la inmovilidad o ausencia de una o más extremidades del cuerpo (Nag *et al.*, 1982).

Longmuir y Shepard (1995) aplicaron el "Canadian Aerobic Fitness Test" para obtener el consumo máximo de oxígeno por ergometría de brazo en 41 sujetos de ambos sexos de 20 a 60 años de edad, con incapacidad, que acudían a un programa deportivo.

En relación con las pruebas de fuerza máxima, Hutzler (*et al.*, 1995) realizó un trabajo con 11 hombres basquetbolistas de elite. Veeger *et al.* (1991) evaluaron el consumo máximo de oxígeno en 48 deportistas discapacitados de ocho disciplinas deportivas, pertenecientes a la selección francesa de silla sobre ruedas.

En todos los casos, una de las limitantes es la dimensión de la muestra, en donde por lo regular se reúne a sujetos con diferentes grados y etiología de discapacidad, que en el caso de deportistas da origen a la gran diversidad de las categorías de competencia con las diferencias morfológicas inherentes a cada una, además en los trabajos citados se hace referencia principalmente a grupos de parapléjicos.

La evaluación de la composición corporal en el caso de los sujetos con discapacidad se ve limitada por la utilización de los procedimientos convencionales para no discapacitados, debido a la longitud de los miembros, densidad ósea y el grado de lesión en cada segmento, por lo que se ha recomendado que, al igual que en algunas poblaciones de no discapacitados, se utilice la medida directa de los pliegues o la sumatoria de los mismos para definir la proporción de los componentes corporales.

MATERIAL

La población estudiada incluye a deportistas con secuelas de polio-mielitis (SP), seleccionados para participar en los X juegos paralímpicos de Atlanta, Georgia. La delegación obtuvo tres medallas de oro que incluyen una marca mundial y olímpica y una marca olímpica, cinco medallas de plata y tres de bronce, así como cinco sujetos que se colocaron entre el cuarto y sexto lugar, por arriba del 70% de sus

oponentes (cuadro 1). Como parte del examen morfofuncional se evaluó a los sujetos antes de su participación en los juegos paralímpicos.

Cuadro 1
Distribución de frecuencia de los sujetos por deporte
y clasificación de acuerdo con (CISM)

Deporte	Especialidad	n	Clasificación
sexo femenino			
Atletismo	Velocidad	1	T2
	Lanzamientos	3	F8 (3)
Basquetbol		11	1.5 (2); 2.0 (2); 2.5 (3); 3.0 (1); 4.0 (3)
Natación		3	S3 (2); S5
Tenis de mesa		2	TT4 ; TT5
	Total	20	
<hr/>			
Sexo varonil			
Atletismo	Fondo	3	T4 (2); TW4
	Velocidad	1	T2
	Lanzamientos	3	F3 (2); F8
Basquetbol		10	1; 1.5; 2; 2.5; 3; 3.5; 4(3); T12
Halterofilia		1	
Natación		1	S8
Tenis de mesa		1	TT5
	Total	20	

Fuente: Paralimpics, Barcelona 1992.

MÉTODO

La clasificación de los atletas se realizó de acuerdo con el sistema que se usó en los juegos paralímpicos de Barcelona 1992, que consiste en agrupar al deportista según su potencial funcional remanente, tomando como base el nivel de discapacidad anatómica y, en los casos de poliomielitis u otra discapacidad similar, se evalúa individualmente el potencial muscular y se compara con el lesionado medular para ser acordes con la International Sport Wheelchair Federation (ISWF) (Paralimpics, Barcelona 1992).

La evaluación funcional se realizó siguiendo el procedimiento descrito por Peggy y Davis (1991), con un ergómetro (*Monark*) para miembros superiores, de freno mecánico, con poste de elevación variable para ajustar la altura del *fulcrum* del pedal para alinearse a la altura de los hombros y la silla con sujetadores para tronco y cadera, la prueba es de carácter maximal, tomando los criterios del American College of Sports Medicine (1991) y de acuerdo con las modificaciones propuestas por Ojeda y de Garay (1995).

Uno de los principales puntos que se destaca es la modificación en la técnica antropométrica, con el fin de poder cumplir con el objetivo principal de ésta, que es poder medir el cuerpo humano de manera confiable, objetiva y con un procedimiento que pueda ser reproducido.

De esta forma, cuando era factible se observó el procedimiento descrito por Lohman y Roche (1991), con las siguientes consideraciones específicas:

- Estatura total: Se solicitó a los sujetos que se mantuvieran erigidos; cuando esto no era posible o no se podían sostener, la medición se hizo con el sujeto acostado, en donde el plano de Frankfort fue conseguido a partir de trazar una línea perpendicular respecto a la superficie de reposo.

- Estatura sentado: Se realizó con las mismas observaciones que la estatura; se le pide al sujeto que flexione las rodillas o, en su defecto, con la ayuda de un asistente se le levantaron las piernas para colocar las ramas del antropómetro en los glúteos.

- El peso se tomó en una báscula clínica de pesas, con aproximación a 100 g, en donde podían ser pesados con aparatos ortopédicos y después pesar los aparatos por separado, o bien, sentados sobre la plataforma de la báscula, lo cual requirió de especial cuidado para que las piernas flexionadas estuvieran dentro de la superficie de la plataforma.

- Los pliegues cutáneos se midieron con un plicómetro *Slim-Guide*, de ambos lados.

- En todos los casos se realizaron anotaciones adicionales para poder ubicar con mayor precisión los puntos que se asocian con la máxima prominencia y perímetro máximo, entre otros.

Para la ubicación de los puntos de medición se observó el procedimiento descrito por Lohman y Roche (1991). Todas las medidas

bilaterales se tomaron del lado derecho, siguiendo la norma para evaluar deportistas, con excepción de los casos en los que la atrofia del segmento fuera en este hemicuerpo.

El área muscular del brazo (AMB) y el área grasa del brazo (AGB) se calcularon con el procedimiento descrito por Gurney y Jellife (1973), haciendo extensiva su aplicación para el área muscular de la pantorrilla (AMP) y el área grasa (AGP), así como para las áreas muscular y grasa de muslo (AMM y AGM) y tórax (AMT y AGT).

$$AMB = \frac{\text{Cir. brazo extendido} - 3.1416 * \text{pliegue de triceps [cms]}^2}{4 * 3.1416} \quad AGB = \frac{\text{Cir. brazo extendido}}{4 * 3.1416} - AMB$$

Para el cálculo del Phantom se utilizó el procedimiento descrito por Ross (1992), pero los valores se sustituyeron por los promedios de la muestra total con sus respectivas desviaciones estándar, y por la estatura total, la estatura sentado (83.01 cm).

$$Z = \frac{1}{s} \times \left(l \times \left(\frac{83.01}{E} \right)^d \right) - p$$

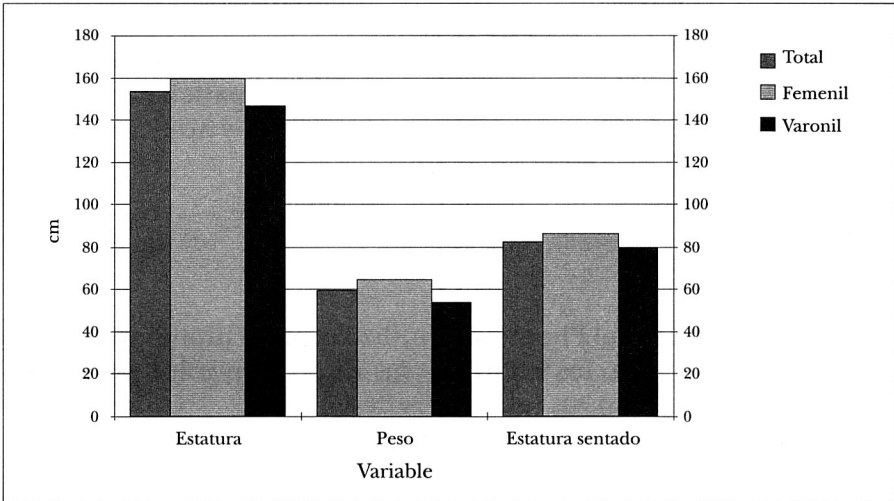
Donde: Z = al valor de proporcionalidad que le corresponde a la variable estudiada; I = al valor de la variable estudiada; s = desviación estándar de la referencia de esta misma población; E = estatura sentado del sujeto (cm); d = exponente, l = alturas, longitudes, diámetros, circunferencias y pliegues cutáneos.

Para el análisis de la información se utilizó el programa de estadísticas SPSS V 6.0, con el cual se hicieron los cálculos de medias, desviaciones, error estándar y pruebas de comparación entre grupos (t de Student y ANOVA).

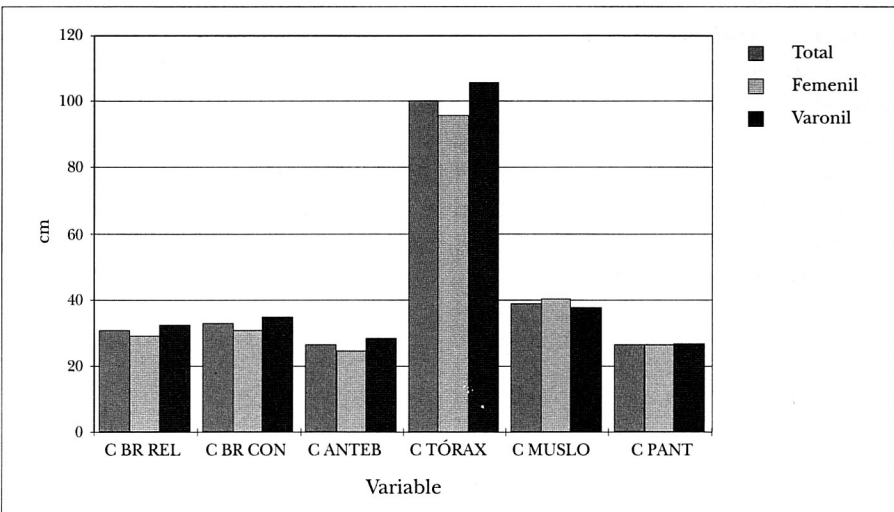
RESULTADOS

En el análisis de los valores absolutos (gráfica 1), como era de esperarse, se observan mayores dimensiones en el promedio de estatura y peso en el sexo masculino (p < 0.01), diferencia que persiste en las circunferencias, con excepción del muslo que es mayor en población femenina

sin ser significativamente distinto y prácticamente iguales en la circunferencia de pantorrilla con 26.61 ± 6.77 cm en mujeres y 26.65 ± 6.8 cm en hombres (gráfica 2, cuadro 2, 3).



Gráfica 1. Comparación de valores promedio de estatura, estatura sentado y peso por sexo.



Gráfica 2. Comparación de valores promedio circunferencias por sexo.

Cuadro 2
**Promedio y desviación estándar de las variables observadas
 por sexo y edad**

Variable	General		Femenil		Varonil		F PH	V PH
	media	ds	media	ds	media	ds		
N	40		20		20			
Edad	33.1	5.1	32.6	4.6	33.6	5.6		
Estatura	153.43	11.11	146.99	8.86	159.86	9.37	0.20	0.23
Peso	59.37	12.41	54.17	9.86	64.58	12.73	0.40	0.05
Estatura sentado	83.01	4.95	79.60	3.56	86.42	3.63	0.00	0.00
Pliegue subescapular	21.63	8.70	23.83	8.12	19.43	8.91	0.41	-0.31
Pliegue tríceps	14.26	6.26	17.95	5.29	10.58	4.88	0.76	-0.63
Pliegue bicipital	8.59	4.24	10.45	3.84	6.73	3.86	0.58	-0.48
Pliegue pectoral	19.10	7.52	22.88	5.97	15.33	7.10	0.68	-0.55
Pliegue medio axilar	21.61	6.56	24.05	5.75	19.18	6.55	0.59	-0.44
Pliegue supra espinal	16.26	7.79	18.53	7.84	14.00	7.23	0.43	-0.33
Pliegue suprailiaco	20.20	7.90	21.98	7.84	18.43	7.75	0.39	-0.28
Pliegue abdominal	26.79	9.22	28.40	9.62	25.18	8.75	0.36	-0.24
Pliegue muslo	20.78	7.38	24.50	7.32	17.05	5.38	0.70	-0.56
Pliegue pantorrilla	15.67	5.11	18.60	4.38	12.58	3.91	0.79	-0.66
Circunferencia brazo relajado	31.00	4.47	29.42	4.37	32.59	4.07	0.03	0.18
Circunferencia brazo Contraído	32.87	4.89	30.82	4.75	34.92	4.22	-0.05	0.24
Circunferencia antebrazo	26.63	3.15	24.73	2.56	28.53	2.48	-0.14	0.38
Circunferencia tórax	100.58	9.37	95.38	6.55	105.78	8.96	0.05	0.28
Circunferencia muslo	39.05	10.31	40.15	10.09	37.95	10.68	0.34	-0.20
Circunferencia pantorrilla	26.63	6.70	26.61	6.77	26.65	6.80	0.23	-0.09
Diámetro fémur	8.81	0.96	8.53	0.92	9.08	0.94	0.24	0.05
Diámetro humero	6.63	0.65	6.23	0.58	7.04	0.43	-0.06	0.36
Diámetro biestilion	5.42	0.57	5.04	0.46	5.81	0.39	-0.15	0.42

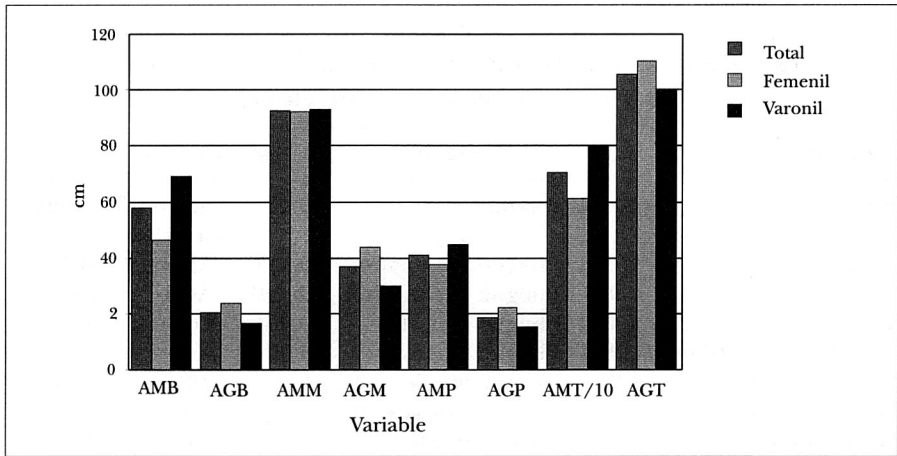
Como era de esperarse, existe un importante dimorfismo sexual en la dimensión de pliegues cutáneos por sexo, los valores más altos los presenta el sexo femenino con una gran significancia, con excepción del pliegue abdominal (gráfica 3). Estas diferencias entre hombres y mujeres se reflejan también en las dimensiones de áreas de grasa y muscular por segmento, con mayores dimensiones de grasa en el sexo femenino, y muscular en el masculino, con excepción del AMM, donde no se observa una diferencia importante. Mientras que en el caso de los diámetros las diferencias fueron significativas con una $p < 0.01$ sólo en el biestilión (cuadro 4).

Cuadro 3

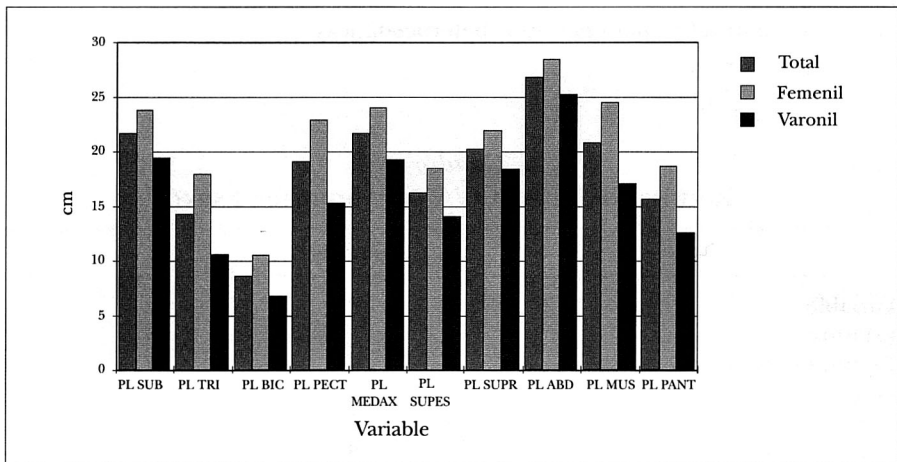
Promedio y desviación estándar de las variables de composición y funcionales por sexo y edad

Variable	General		Femenil		Varonil		F PH	V PH
	media	ds	media	ds	media	ds		
AMB	57.87	20.55	46.31	15.68	69.43	18.43	-0.29	0.40
AGB	20.16	9.19	23.98	8.77	16.34	8.12	0.73	-0.50
AMM	92.67	58.49	92.06	59.64	93.28	58.86	0.18	-0.07
AGM	36.91	16.28	43.88	16.28	29.95	13.28	0.76	-0.52
AMP	41.23	26.09	37.85	24.11	44.77	28.24	0.05	0.05
AGP	18.68	7.92	21.96	8.46	15.22	5.70	0.75	-0.53
AMT	706.24	137.35	616.45	67.79	796.02	130.99	-0.11	0.37
AGT	105.56	46.10	110.65	42.66	100.47	49.87	0.40	-0.22
Vo ₂ Alcanzado	17.45	5.26	14.91	2.38	19.06	5.96	-0.48	0.31
Pwc150	0.75	0.43	0.49	0.14	0.91	0.48	-0.58	0.37
Frecuencia Alc.	166.77	16.43	170.92	12.37	164.16	18.38	0.25	-0.16
Recup. 5 min	93.00	13.26	90.83	12.64	94.37	13.80	-0.16	0.10
Frecuencia	68.16	9.82	69.61	8.83	66.85	10.69	0.15	-0.13
TAS	111.05	11.34	108.89	11.83	113.00	10.81	-0.19	0.17
TAD	74.61	9.03	73.06	9.87	76.00	8.21	-0.17	0.15

Rec. = recuperación, Tas= tensión arterial sistólica, Tad= tensión arterial diastólica. Ds = desviación estándar; T= total ; F = femenil; V= varonil; Ph= valor estandarizado, área muscular del brazo (AMB), área grasa del brazo (AGB), área muscular de pantorrilla (AMP), área grasa de pantorrilla (AGP), área muscular de muslo (AMM), área grasa de muslo (AGM), área grasa de tórax (AGT), área muscular de tórax (AMT).



Gráfica 3. Comparación de valores promedio de áreas por sexo.



Gráfica 4. Comparación de valores promedio de pliegues por sexo.

En relación con las variables funcionales, se encontró a los hombres con un mayor VO₂ y PWC150, indicadores que al interpretarse en forma conjunta con la frecuencia alcanzada y recuperación, señalan una mayor capacidad de respuesta al ejercicio.

En el análisis de los valores absolutos por deportes (cuadro 5), al realizar la prueba múltiple de varianzas (ANOVA), se encontró que los deportistas con mayor cantidad de diferencias significativas ($p < 0.05$), al

Cuadro 4
Significancia de *t* en la prueba de igualdad entre sexos,
a partir de los valores absolutos

Variable	<i>p</i> *	Variable	<i>p</i> *	Variable	<i>p</i> *
Estatura	< 0.001	A fémur	0.07	Pliegue pantorrilla	< 0.001
Estatura sentado	< 0.001	Pliegue subescapular	0.111	AMB	< 0.001
Peso	0.006	Pliegue tricipital	< 0.001	AGB	0.007
Circ. Tórax	< 0.001	Pliegue bicipital	0.004	AGM	0.005
Circ. brazo contraído	0.006	Pliegue pectoral	0.001	AGP	0.006
Cir. brazo relajado	0.023	Pliegue medio axilar	0.017	AMT	< 0.001
Circ. antebrazo	< 0.001	Pliegue supraespinal	0.065	PWC	0.007
A. biestilion	< 0.001	Pliegue muslo	0.001	VO ₂	0.012°

* En los casos listados se comprobó la igualdad de las varianzas por la prueba de Levene's.

° Se aplicó la prueba *t* para muestras heterocedáticas.

Cuadro 5
Resultados de ANOVA por deportes y sexo

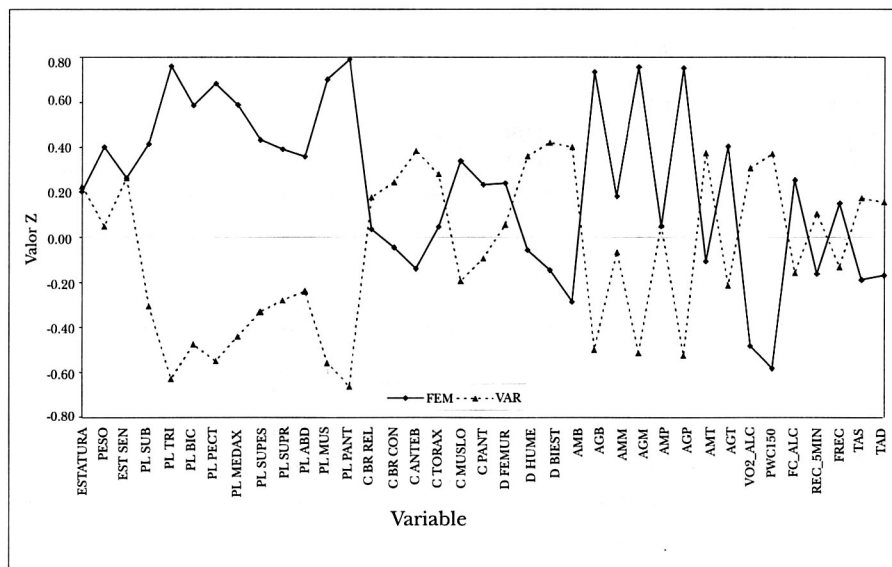
Variable	Deporte		
	1	2	3
Estatura			6
Estatura sentado		6	6
Peso		6	6
C. tórax		6	6
C. antebrazo		6	6/5
C. muslo	5		
C. pantorrilla		4	
A. húmero		6	6/5
A. biestilion		6	6/5
AGM		5/6	
AMM		5	

El cruce de columnas y líneas indica los deportes con diferencias significativas en cada variable ($p < 0.05$).

Donde: 1 = Atletismo, lanzamientos femenil 4 = Atletismo lanzamientos varonil
 2 = Basquetbol femenil 5 = Atletismo fondo varonil
 3 = Natación femenil 6 = Basquetbol varonil

aplicar la prueba de Scheffé, con los otros deportes fue el basquetbol varonil, con natación femenil y basquetbol femenil; mientras que el lanzamiento varonil no presentó diferencias. Al no encontrar diferencias intragrupos de hombres y mujeres, resalta la gran heterogeneidad entre sexos.

En el análisis de valores estandarizados como producto de la estatura sentado, la diferencia entre sexos se hace más amplia en todos los pliegues. En las circunferencias, la diferencia es regional, con mayor perímetro en tórax y miembros superiores en los hombres y menor perímetro en muslo y pantorrilla, aun cuando la única diferencia estadísticamente significativa en los perímetros es en antebrazo ($p = 0.04$). En las áreas, sólo el AMB y AMT son mayores en los hombres ($p < 0.001$), el AGB y AGP son significativamente mayores en las mujeres ($p = 0.001$). Con respecto a las capacidades funcionales estandarizadas por valor Z, se observa el mayor VO₂ alcanzado y el PWC150 con una recuperación aparentemente más lenta en hombres (gráfica 5, cuadro 6, 7 y 8).



Gráfica 5. Comparación de los valores calculados por Phantom por sexo.

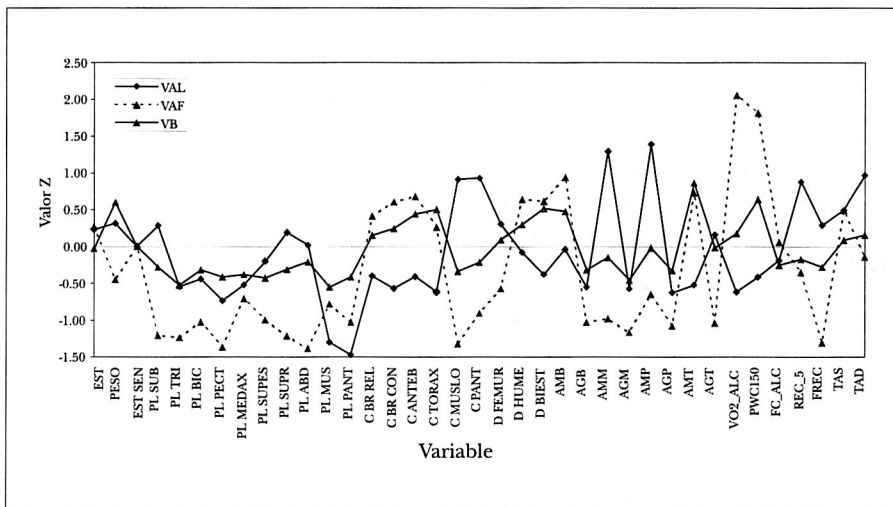
Cuadro 6
 Promedio de los valores estandarizados por especialidad
 deportiva y sexo

Deporte Variable	Femenil			Varonil		
	Atletismo Lanzamientos	Basquetbol	Natación	Atletismo Lanzamientos	Atletismo Fondo	Basquetbol
Estatura	0.19	0.02	-0.56	0.23	0.27	-0.03
Peso	0.68	-0.40	-0.96	0.31	-0.45	0.60
Pl. subescapular	0.97	0.21	0.02	0.28	-1.21	-0.28
Pl. tríceps	0.95	0.64	0.46	-0.54	-1.24	-0.53
Pl. bicipital	0.41	0.56	0.50	-0.44	-1.02	-0.32
Pl. pectoral	0.97	0.50	0.19	-0.74	-1.37	-0.41
Pl. medio axilar	0.50	0.55	0.13	-0.52	-0.71	-0.38
Pl. supra espinal	1.02	0.07	0.30	-0.20	-1.00	-0.43
Pl. suprailiaco	1.05	-0.11	0.67	0.19	-1.22	-0.31
Pl. abdominal	1.29	0.13	-0.23	0.02	-1.38	-0.21
Pl. muslo	0.62	0.62	1.18	-1.30	-0.78	-0.55
Pl. pantorrilla	0.59	0.79	0.64	-1.47	-1.02	-0.41
C. brazo relajado	0.16	0.09	-0.72	-0.40	0.41	0.15
C. brazo con.	0.11	0.04	-0.84	-0.57	0.60	0.24
C. antebrazo	-0.19	-0.04	-0.99	-0.41	0.68	0.44
C. tórax	-0.08	-0.21	-0.10	-0.62	0.26	0.50
C. muslo	1.57	-0.04	-0.21	0.91	-1.32	-0.34
C. pantorrilla	1.56	-0.19	-0.21	0.93	-0.91	-0.21
D. fémur	0.77	0.09	-0.73	0.30	-0.58	0.09
D. Húmero	-0.45	0.03	-0.76	-0.08	0.64	0.30
D. Biestilión	-0.55	-0.06	-0.74	-0.38	0.61	0.51

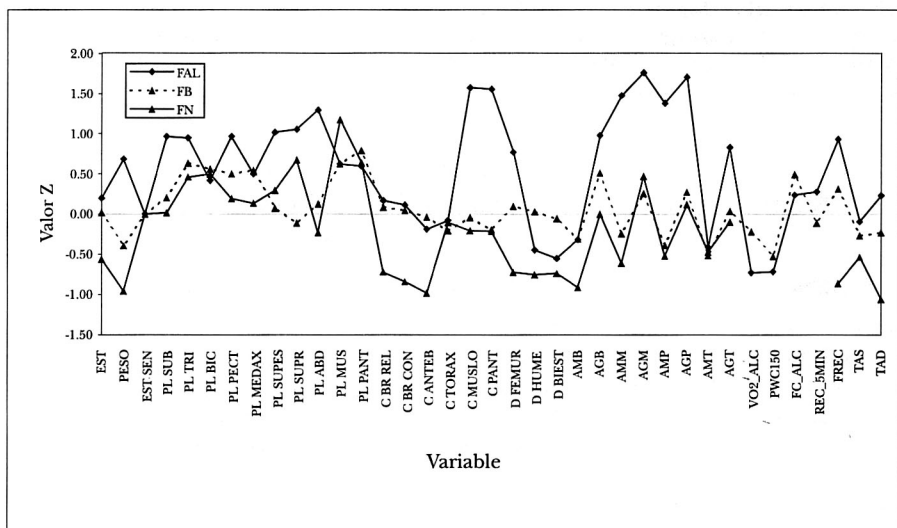
Pl.= Pliegue, C.= Circunferencia, D.= Diámetro.

En el análisis por deportes se conservó la tendencia general en los hombres con algunas diferencias en medidas muy específicas, como circunferencia de muslo, AMM y AMP reducidas en fondistas y elevadas en lanzadores; asimismo resalta la diferencia en el mayor VO₂ y PWC150 y menor frecuencia cardiaca en reposo en los fondistas. En el caso de las mujeres se observa homogeneidad entre las variables con excepción de natación, donde se presentan valores inferiores en la circunferencia de brazo relajado, contraído y antebrazo. En las lanzadoras se encontró una elevada dimensión en segmento inferior (circun-

ferencia muslo y pantorrilla), así como en las AGB, AMM, AGM, AMP, AGP y AGT (gráficas 6, 7).



Gráfica 6. Comparación de los valores calculados por Phantom por deporte en el sexo varonil.



Gráfica 7. Comparación de los valores calculados por Phantom por deporte en el sexo femenil.

Mediante el análisis de varianzas múltiple (ANOVA), y la prueba de Scheffé, de valores estandarizados por deporte, se encontró que el grupo con mayores diferencias respecto a los demás es el de fondistas varoniles, principalmente con las lanzadoras (cuadro 9).

Cuadro 9
Resultados del análisis de la aplicación
de la prueba de Scheffé

Variable	Deportes		
	1	2	3
Circunferencia muslo	5/6		
Pliegue abdominal	5		
AMM	5		
AGM	5/6		
AMT		6	6
VO2		5	5/6
PWC150	5	5/6	5/6
Recuperación			4

Donde:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 = Atletismo, lanzamientos femenil | 4 = Atletismo lanzamientos varonil |
| 2 = Basquetbol femenil | 5 = Atletismo fondo varonil |
| 3 = Natación femenil | 6 = Basquetbol varonil |

El cruce de columnas y líneas indica los deportes con diferencias significativas ($p < 0.05$).

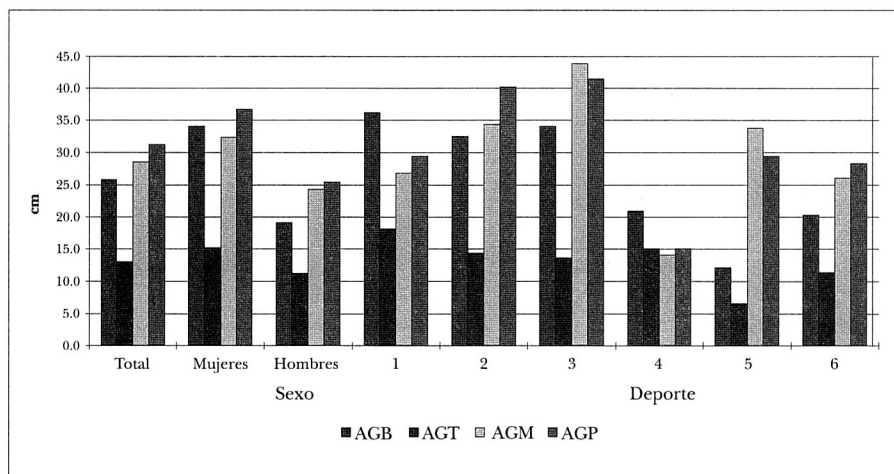
Para tener una idea más clara de las diferencias encontradas en los valores de áreas grasas y musculares, se realizó una evaluación de la presencia porcentual de ambas, y se encontró que la dimensión proporcional promedio de área grasa en relación con la muscular (cuadro 10), en todos los casos, es mayor en las mujeres, diferencia que permanece al subdividir la población por deportes.

Las menores dimensiones en áreas grasas en las mujeres se presentaron en basquetbol, en brazo; natación, en tórax y en lanzamientos, en muslo y pantorrilla. En el caso de los hombres, las menores dimensiones de áreas grasas fueron en brazo y tórax en fondistas, y muslo y pierna para lanzamientos (gráfica 8).

Cuadro 10

Valores porcentuales de áreas musculares y grasas por sexo y deporte

	AMB	AGB	AMT	AGT	AMM	AGM	AMP	AGP
Total	74.2	25.8	87.0	13.0	71.5	28.5	68.8	31.2
Mujeres	65.9	34.1	84.8	15.2	67.7	32.3	63.3	36.7
Hombres	80.9	19.1	88.8	11.2	75.7	24.3	74.6	25.4
1	63.8	36.2	81.9	18.1	73.2	26.8	70.6	29.4
2	67.5	32.5	85.6	14.4	65.6	34.4	59.8	40.2
3	65.9	34.1	86.4	13.6	56.1	43.9	58.5	41.5
4	79.1	20.9	84.9	15.1	85.9	14.1	85.0	15.0
5	87.9	12.1	93.4	6.6	66.2	33.8	70.6	29.4
6	79.7	20.3	88.7	11.3	74.0	26.0	71.7	28.3



Gráfica 8. Comparación de la presencia porcentual de área grasa de brazo, tórax, muslo y pantorrilla por sexo y deporte.

DISCUSIÓN

Al comparar los resultados con otras referencias (Laubach *et al.*, 1981), la estatura total y peso son más bajos, aun cuando la estatura sentado es más elevada, lo que se ha interpretado como una diferencia producto del padecimiento SP en esta muestra y paraplejía en las referencias citadas (cuadro 11).

En la circunferencia de tórax se presenta una proporción similar a la reportada por Laubach (1981), mayor circunferencia de brazo contraído y muy bajo perímetro de pantorrilla. En los pliegues cutáneos se observó una diferencia notable con valores más elevados.

En relación al VO₂ y frecuencia alcanzada, se observaron valores superiores a los resultados descritos por Peggy y Davis (*op. cit.*), siendo los más altos los citados por Veeger (*op. cit.*), aunque debe considerarse la diferencia en los métodos empleados (cuadro 11).

Cuadro 11
Valores de características morfológicas y funcionales descritos en otros estudios

Referencia Variable	Laubach (1981)		Veeger (1991) *		Peggy Davis (1991)	
	media	d.s.	hombres	mujeres	IA	IB / IC
n	33		40	8	14	10
Edad	71.2	12.6	33 ± 6.7	38 ± 8.6	28 ± 4	28.9 ± 6.3
Estatura	** 168.5	6.1	90 ± 6.2	86 ± 6.4	172.6 ± 20	181 ± 6.8
Est. sentado	85.2	4.5	70 ± 14.9	60 ± 8.2	å	
Peso	74.1	15.9			72.1 ± 10.5	70.3 ± 7.7
C. tórax	100.4	9.9				
C. brazo contraído	28.1	3.8				
C. pantorrilla	33.1	3.2				
Pl. tríceps	8.0	3.9				
Pl. bíceps	3.2	1.7				
Pl. subescapular	12.7	6.2				
Pl. pantorrilla	7.1	2.7				
Suma (Pliegues, tríceps, subescapular, tórax)					45.8 ± 21	37.4 ± 23
VO ₂			33 ± 11.3	20.7 ± 3.9	10.2 ± 2.9	14.6 ± 4.3
Frecuencia alcanzada			175 ± 19	172 ± 17	119 ± 13.5	130 ± 27.7

* Prueba de esfuerzo realizada en banda sin fin sobre silla de ruedas.;**estimada; IA/IB/IC son clasificaciones de acuerdo con ISWF.

En relación con la comparación por deportes, los resultados son congruentes, por la asociación de mayor VO₂ y mejor recuperación en los deportistas de fondo, que en los lanzadores y basquetbolistas, mismo que ha sido ya ampliamente documentado por otros autores como:

Autor		ml/kg/min	FCmáx	Tipo de prueba
Coutts y Stogryn (1983)	velocistas	16.9	103	ergometría en silla de ruedas
Wicks (1983)	fondistas	14.7	146	ergometría en silla de ruedas
Zwiren y Bar Or	fondistas	19.6	174	ergómetro de manivela

Hay que resaltar que la aparente recuperación más lenta apreciada en los hombres con base en su frecuencia cardiaca puede deberse al mayor esfuerzo realizado, ya que al alcanzar un VO₂ máximo significativamente más alto, el tiempo de la recuperación de la frecuencia cardiaca podría ser más largo.

A partir del análisis hasta aquí mostrado es posible establecer una guía para la evaluación de deportistas, considerando sólo las medidas con diferencias significativas entre los grupos. Y reconocer las zonas en donde se ubican los sujetos por sexo y deporte a partir de valores estandarizados por la estatura sentado en las variables morfológicas y valor de Z en las funcionales, partiendo de las gráficas 5, 6 y 7.

De esta forma se puede observar que las mujeres, en general, presentan mayores dimensiones en proporción con la estatura, en los pliegues cutáneos, áreas grasas, así como en los valores de Z en frecuencia de reposo y TAS y TAD, y menores circunferencias y AMB, VO₂ y PWC 150.

En la representación gráfica es clara la distinción de los fondistas con menores dimensiones de pliegues cutáneos, áreas musculares y grasas de brazo, muslo y pantorrilla, excepto en AMB, que presentan los valores más altos de toda la población, lo que coincide con el elevado consumo máximo de oxígeno, que sin duda está relacionado con las características de preparación de su deporte.

Asimismo, destacan los elevados valores de los deportistas de lanzamientos, entre los que no se encontró dimorfismo sexual. Predomina la elevada circunferencia de muslo y pantorrilla, así como mayores áreas musculares y grasas en esta zona.

CONSIDERACIONES FINALES

El sistema de evaluación aquí presentado, a partir de la modificación al sistema O-scale y por Z-score, da respuesta a una necesidad real de

atención a deportistas discapacitados. Después de los diferentes análisis realizados, es posible determinar que este método es adecuado, porque permite establecer diferencias por grupos con un alto grado de confiabilidad estadística.

La importancia de estos resultados va más allá de una referencia más, ya que nos brinda la oportunidad de contar con parámetros de comparación para la evaluación de sujetos con otro tipo de discapacidades, cuya principal limitante es, además de la gran variabilidad inherente a la especie humana, la originada por las diferentes adaptaciones del cuerpo humano para hacer frente a padecimientos discapacitantes.

Este procedimiento se utiliza actualmente en las evaluaciones realizadas en el Centro Paralímpico Mexicano.

REFERENCIAS

ADAMS, R. A., A. N. DANIEL Y L RULLMAN

1978 *Juegos, deportes y ejercicios para personas en desventaja física*, Ed. Paidós, 1ed.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE

1991 *Guidelines for exercis testing and prescription*, 4 ed., Lea & Febniger, Ph. London.

COUTS, K. D. Y J. L. STOGRYN

1987 Aerobic and anaerobic power of Canadian Wheelchair Trak Athletes, *Med. Sci. Sports Exercise*, vol. 19.

GURNEY, J. M. Y D. B. JELLIFE

1973 Arm anthropometry in nutritional assessment of body composition, *American Journal of Clinical Nutrition*, 26: 912-915.

HUTZLER, Y., MARTIN GRUNZE Y ROLF KAISER

1995 Physiological and dynamic responses to maximal velocity wheelchair ergometry, *Adapted Physical Activity Quarterly*, 12: 344-361.

LAUBACH, L. L., R. M. GLASER, A. G. SURYAPRASAD

1981 Antropometry of aged male wheelchai dependents patients, *Annals of Human Biology*, 8 (1): 25-29.

LOHMAN, TIMMOTY Y A. F. ROCHE

- 1991 *Anthropometric standarization reference manual*, Human Kinetics, Champaign Ill.

LONGMUIR, P. Y R. J. SHEPARD

- 1995 Reliability and validity of a modified canadian aerobic fitness test for individuals with mobility impairments, *Adapted Physical Activity Quarterly*, 12: 161-175.

NAG, P. K., J. T. PANIKAR, M. G. MALVANKAR, C. K. PRADHANY S. K. CHATTERJEE

- 1982 Performance evaluation of lower extremity disabled people with reference to hand-cranked tricycle propulsion, *Applied Ergonomics*, 13(3): 171-176.

OJEDA, MARCO A. Y E. DE GARAY

- 1995 Protocolo de evaluación del deportista discapacitado. *Manual de la Dirección de Medicina y Ciencias Aplicadas al Deporte*, Comisión Nacional del Deporte, México.

LASKO MCCARTHEY, PEGGY Y JAMES A. DAVIS

- 1991 Protocol dependency of VO₂ max. During arm cycle ergometry in males with quadriplegia, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(9): 1097-1101.

ROSS, W. D.

- 1992 *Human proportionality assessment*, International Conference on Health Revolution and Sport Excellence, N. Delhi.

SHEPARD, ROY J.

- 1990 Fitness in special populations, *Human Kinetics Books*.

VEEGER, H. E. J, M. HADJ YAHMED, L. H. V. VAN DER WOUDE, P. CHARPENTIER

- 1991a Peak oxygen uptake and maximal power output of Olympic wheelchair-dependet athletes, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(10): 1201-1209.

VEEGER, H. E. J, L. H. V. VAN DER WOUDE Y R. H. ROZEDAL

- 1991b Within cycle characteristics of the wheelchair push in sprinting on a wheelchair ergometer, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(2).

PARALIMPICS, BARCELONA'92

1992 *General and functional classification guide*, Ed. COOB'92 S. A. Paralympics Division, Barcelona 1992.

WICKS, J. R. N., N. B. OLDRIGE, B. J. CAMERON Y N. L. JONES

1983 Arm cranking and wheelchair ergometry in elite spinal cord injured athletes, *Med. Sci. Sports Exercise*, 15.

ZWIREN, L. D. Y O. BAR

1974 Responses to exercise of paraplegics who differ in conditioning level, *Med. Sci. Sports*, 7, citado en Hahd Veeger *et al.* 1991.

