

# ANTROPOMETRÍA, FUERZA Y APTITUD MOTORA

ROBERT M. MALINA, Ph.D.

*Reproducido del Capítulo original publicado en el libro Anthropometry: the Individual and the Population; S.J. Ulijaszek and C.G.N. Mascie-Taylor (Eds.), Cambridge University Press, Cap. 11, pp. 160-177, 1994. Traducido y publicado con el permiso del autor y del Editor (Cambridge University Press)*

## INTRODUCCIÓN

El tamaño corporal, las proporciones, el físico y la composición son factores que influyen en la aptitud física. Históricamente, la estatura y el peso, ambos indicadores del tamaño global del cuerpo, han sido usados extensivamente, junto con la edad y el sexo, en un esfuerzo por identificar algunas combinaciones óptimas de estas variables para clasificar a los niños/as, a los jóvenes, y a los adultos jóvenes, en una variedad de actividades físicas. Rutinariamente, se utiliza el grosor de los pliegues cutáneos para estimar la composición corporal, y ahora se los incluye en baterías de tests para determinar la aptitud física. El tamaño corporal, específicamente el peso corporal, es el marco de referencia standard al expresar los parámetros fisiológicos, tales como el  $VO_{max}$ . Por lo tanto, la antropometría es fundamental para el estudio de la aptitud física en la población en general, y en las poblaciones especiales, incluyendo a los deportistas de élite y a aquellos crónicamente estresados por la desnutrición.

El presente capítulo considera las correlaciones de la aptitud física, construida a partir de una primera revisión (Malina, 1975). Esta se limita a las muestras de niños/as y jóvenes normalmente alimentados, pero también considera datos de muestras en minusválidos y en desnutridos. La adiposidad como factor que afecta a la aptitud física está considerada separadamente, así como la posibilidad de un tamaño corporal óptimo para la aptitud física y la performance.

## Aptitud Física y Performance

La performance es vista dentro del contexto de esfuerzos de fuerza y de motricidad estandarizados, los cuales han sido históricamente definidos como los componentes de la aptitud física. Sin embargo, más recientemente, la definición de aptitud física ha tomado una perspectiva relacionada con la salud, en la cual la aptitud es considerada como resistencia cardiorespiratoria, como fuerza y resistencia muscular abdominal, flexibilidad de la parte baja de la espalda, y la adiposidad o «gordura» (Malina, 1991). De allí que se usen los términos «aptitud física relacionada con la salud» y «aptitud motora relacionada con la salud». El concepto de aptitud física continúa su evolución al hacerse evidentes los componentes morfológicos, musculares, motores, cardiorespiratorios y metabólicos de la aptitud física y fisiológica, descriptos por Bouchard y Shephard (1993).

## Consejos y Limitaciones

Las estadísticas básicas en los estudios que relacionan la antropometría con la performance y la aptitud física son coeficientes de orden de cero y de correlación parcial. Los siguientes coeficientes se enumeran como una guía para la interpretación de las correlaciones: < de 0.30: bajo; de 0.30 a 0.60: moderado; de 0.60 a 0.85: moderadamente alto; > de 0.85: alto. El significado estadístico de los coeficientes de correlación está, en gran medida, relacionado al tamaño de la muestra, y al rango de las dos variables que estén siendo correlacionadas. Esto se hace especialmente evidente en los estudios que reportan correlaciones significativas bajas en

muestras grandes. Por otro lado, el significado biológico o funcional de la relación aparente, o la falta de relación, también necesita ser considerado. Además del análisis de correlación, se consideran varios ensayos de análisis multivariado de la antropometría y la performance.

## TAMAÑO CORPORAL Y APTITUD FÍSICA RELACIONADOS A LA PERFORMANCE

### Análisis de las Correlaciones

Generalmente, en chicos y jóvenes de 4 a 18 años de edad (Tabla 11.1) las correlaciones entre estatura y peso, y la performance, en una variedad de trabajos motores, son generalmente de bajas a moderadas y de una utilidad predictiva limitada. Las correlaciones no difieren por sexo, raza o por «status» socioeconómico. Los ítems en los cuales el cuerpo es proyectado (carreras y saltos) muestran, aunque no de una manera consistente, correlaciones negativas con el peso del cuerpo. Los ítems en los cuales el cuerpo es elevado (flexiones de brazos), o sostenido en el aire (toma en flexión de brazos en la barra, suspendido), muestran correlaciones consistentemente negativas con el peso del cuerpo, habiendo alcanzado algunas de ellas, el rango de moderado. En contraste, las correlaciones entre estatura y peso con una variedad de gestos de fuerza son más elevadas que aquéllas correlaciones con la aptitud motora, y generalmente caen en el rango de moderadas (Tabla 11.2). Por lo tanto, cuanto mayor peso y estatura tengan los individuos, existirá la tendencia a que sean más fuertes. Al igual que para la aptitud motora, las correlaciones no difieren por sexo, raza o «status» socioeconómico.

Los estudios de correlaciones en jóvenes adultos, hombres y mujeres, generalmente estudiantes universitarios, producen resultados similares a aquéllos observados en los chicos y en los jóvenes. En general, la estatura y el peso están pobremente correlacionados con la aptitud motora, y moderadamente correlacionados con varios tests de fuerza. El rango de estas últimas correlaciones va de +0.27 a +0.66 (Malina, 1975).

*TABLA 11.1. Correlaciones entre estatura y peso, con la aptitud motora en chicos/as y jóvenes, de 4 a 18 años de edad*

Merret (1992): sexos combinados excepto cuando se lo indica

	4 años		5 años	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Carrera de 20 yd. (1)	-0.28	-0.56	0.45	0.28
Salto en largo	0.09	0.00	0.33	0.13
Escalamiento (agilidad) (1)	-0.34	-0.48	0.16	0.22
Equilibrio estático	-0.13	-0.18	0.38	0.15
Lanzamiento en distancia				
Varones	0.46	0.44	0.17	-0.04
mujeres	-0.01	0.04	0.34	-0.18

Seils (1951)

	Varones 7.6 ± 0.5 años		Mujeres 7.5 ± 0.4 años	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Carrera 40 yd. (1)	0.06	-0.08	0.05	-0.06
Salto en largo	0.13	-0.06	-0.21	-0.27
Salto de costado (agilidad)	-0.10	-0.02	-0.23	-0.13
Equilibrio estático	-0.03	-0.07	-0.05	-0.06
Lanzamiento en distancia	0.02	-0.11	-0.33	-0.00

Rarick & Oyster (1964)

	Varones 8.3 ± 0.7 años	
	Estatura	Peso
Carrera de 30 yd. (1)	0.19	0.07
Salto en largo	0.26	0.08
Velocidad de lanzamiento	0.49	0.35

Rocha Ferreira y cols. (1991): Chicos brasileños de 8 años de edad de bajo nivel socioeconómico

	Varones		Mujeres	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Carrera de 50 m. (1)	0.21	0.12	0.14	-0.03
Salto en largo	0.03	-0.01	0.12	-0.09
Test ir/volver (agilidad) (1)	0.20	0.09	0.31	0.13
Carrera en distancia (9 min.)	0.11	-0.06	0.02	-0.24

R.M. Malina (no publicados): rangos de correlaciones específicas por edad, en chicos de E.E.U.U., negros y blancos, de 6 a 11 años de edad.

	Varones		Mujeres	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Carrera de 35 yd. (1)	-0.33 a 0.34	-0.56 a 0.21	-0.28 a 0.60	-0.32 a 0.68
Salto en largo	-0.27 a 0.41	-0.39 a 0.39	-0.12 a 0.57	-0.34 a 0.41
Lanzamiento en distancia	0.03 a 0.49	-0.03 a 0.46	-0.15 a 0.52	-0.11 a 0.60

Espenshade (1963): rangos de correlaciones específicas por edad, en chicos de 10 a 17 años de edad

	Varones 7.6 ± 0.5 años		Mujeres 7.5 ± 0.4 años	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Carrera 50 yd. (2)	-0.35 a 0.18	-0.14 a 0.30	-0.13 a 0.02	0.04 a 0.24
Salto en largo	0.04 a 0.34	-0.13 a 0.14	0.05 a 0.22	-0.03 a -0.22
Lanzamiento en distancia	0.02 a 0.44	0.04 a 0.31	0.04 a 0.31	0.02 a 0.29
Flexiones de Brazos	-0.24 a 0.01	-0.35 a -0.10		
Empuje de rodillas			-0.22 a 0.00	-0.22 a -0.03
Sentadillas	-0.04 a 0.06	-0.13 a -0.05	-0.09 a 0.07	-0.18 a 0.10

Montoye y cols. (1972): rangos de correlaciones específicas por edad, en chicos de 9 a 18 años de edad

	Varones		Mujeres	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Carrera de 50 yd. (2)	-0.41 a 0.01	-0.11 a 0.26	-0.26 a 0.08	0.09 a 0.45
Salto en largo	-0.02 a 0.42	-0.30 a 0.22	-0.02 a 0.34	-0.35 a 0.02
Test de Ir y Volver (2)	-0.31 a 0.10	-0.08 a 0.37	-0.20 a 0.07	-0.04 a 0.40
Carrera de 600 yd. (2).	-0.36 a 0.12	-0.04 a 0.46	-0.11 a 0.10	0.23 a 0.52
Lanzamiento en Sónbol	0.19 a 0.45	0.15 a 0.36	-0.05 a 0.38	-0.05 a 0.31
Flexiones de brazos, sostenidos en la barra con brazos flexionados	-0.34 a 0.04	-0.50 a -0.15	_____	_____
Sentadillas	-0.17 a 0.11	-0.09 a 0.18	-0.26 a 0.08	-0.47 a -0.35
			-0.11 a 0.05	-0.19 a 0.03

(1) Los Signos (+) o (-) en los eventos de carrera por tiempo han sido invertidos porque un tiempo más bajo significa una mejor performance

(2) No hay certeza que en estos estudios, el tiempo haya sido invertido. Son expresados como aparecen en los reportes específicos.

Dada la asociación entre edad, estatura y peso, las correlaciones parciales de segundo orden entre tamaño corporal y performance, en chicos con edades de 4 a 11 años, están resumidas en la Tabla 11.3. Las correlaciones no difieren entre chicos y chicas, o entre jóvenes de razas diferentes, o con diferentes antecedentes socioeconómicos y nutricionales. Las correlaciones parciales son variables, pero varias tendencias son aparentes. Aunque no se muestre en la tabla, la edad está positivamente correlacionada con la fuerza y la aptitud motora, aún cuando la estatura y el peso estén controlados, lo cual enfatiza el rol de la maduración neuromuscular y de la experiencia, en la performance de fuerza o en tareas motoras. Por otro lado, luego del control de las variables edad y estatura, el peso corporal tiende a tener una influencia negativa sobre la performance, especialmente en aquellos esfuerzos en los que el cuerpo es proyectado, mientras que luego del control por edad y peso corporal, las correlaciones entre estatura y performance tienden a ser positiva.

TABLA 11.2. Correlaciones entre estatura y peso, con la fuerza estática, en chicos/as de 4 a 11 años de edad.

Gabbard y Patterson (1980): sexos combinados, edades de 3 a 5 años

	Estatura	Peso
Fuerza de Prehensión Palmar (der. a -0.38 a 0.15 izq.)		-0.34 a 0.33

Merret (1992): sexos combinados, edades de 3 a 5 años

	Estatura	Peso
Fuerza de Prehensión Palmar (der. a 0.12 a 0.46 izq.)		0.05 a 0.29

Rarick y Oyster (1964): Varones de  $8.3 \pm 0.7$  años

	Estatura	Peso
Flexión de muñeca	0.68	0.63
Flexión de codo	0.74	0.71
Rotación media del hombro	0.40	0.43
Adducción del hombro	0.53	0.54
Extensión de tobillo	0.72	0.73
Extensión de rodilla	0.73	0.67
Flexión de cadera	.053	0.48
Extensión de cadera	0.66	0.61

Rocha Ferreira y cols. (1991): Chicos brasileños de 8 años de edad de bajo nivel socioeconómico

	Varones		Mujeres	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Fuerza de Prehensión Palmar	0.47	0.48	0.52	0.31

R.M. Malina (datos no publicados): Rangos de correlaciones específicas por edad, en chicos de E.E.U.U., negros y blancos, de 6 a 11 años de edad

	Varones		Mujeres	
	Estatura	Peso	Estatura	Peso
Fuerza de Prehensión Palmar (derecha)	0.26 a 0.76	0.34 a 0.79	0.01 a 0.75 0.77	0.16 a 0.76
Fuerza de Prehensión Palmar (izquierda)	0.22 a 0.82	0.24 a 0.91	-0.23 a 0.54 0.76	0.06 a 0.76
Extensiones	0.03 a 0.67	0.16 a 0.73	-0.01 a 0.72 0.60	0.24 a 0.76
Flexiones	-0.10 a 0.53	0.17 a -0.73	0.08 a 0.72 0.77	0.15 a 0.76

TABLA 11.3. Correlaciones parciales de segundo orden entre aptitud motora y el tamaño corporal: estatura controlada por edad y peso (Es.EdPe), y peso controlado por edad y estatura (Pe.Ed Es)

Merret (1992): sexos combinados, excepto cuando está indicado					
	4 años		4 años		
	Es.EdPe	Pe.Ed Es	Es.EdPe	Pe.Ed Es	
Carrera de 20 yd. (1)	0.65	-0.76	0.27	-0.08	
Salto en largo	0.03	-0.01	0.25	-0.13	
Escalonamiento (agilidad)(1)	-0.24	-0.17	-0.07	0.18	
Equilibrio estático	0.05	-0.12	0.49	-0.28	
Lanzamiento en distancia					
Varones	0.03	0.13	0.53	-0.53	
Mujeres	-0.52	0.44	0.38	-0.46	
Fuerza de Prehensión					
Palmar (derecha)	0.10	-0.09	0.45	-0.13	
Fuerza de Prehensión					
Palmar (izquierda)	0.13	-0.02	0.23	-0.09	

Seils (1951)					
	Varones 7.6 ± 0.5 años		Mujeres 7.5 ± 0.4 años		
	Es.EdPe	Pe.Ed Es	Es.EdPe	Pe.Ed Es	
Carrera 40 yd. (1)	-0.04	-0.04	0.16	-0.17	
Salto en largo	0.16	-0.20	0.15	-0.29	
Salto de costado (agilidad)	-0.25	-0.07	-0.24	0.08	
Equilibrio estático	-0.01	-0.13	0.03	-0.08	
Lanzamiento en distancia	0.05	-0.15	0.10	-0.08	

Rarick y Oyster (1964): Varones de 8.3 ± 0.7 años		
	Es.EdPe	Pe.Ed Es
Carrera de 40 yd. (1)	0.12	-0.12
Salto en largo	0.16	-0.27
Velocidad de lanzamiento	0.23	-0.14
Fuerza:		
• Flexión de muñeca	0.28	0.12
• Flexión de codo	0.30	0.21
• Rotación media del hombro	0.09	0.18
• Adducción del hombro	0.06	0.19
• Extensión de tobillo	0.21	0.35
• Extensión de rodilla	0.36	0.11
• Flexión de cadera	0.17	0.03
• Extensión de caderas	0.24	0.11

Rocha Ferreira y cols. (1991): sexos combinados, excepto cuando está indicado				
	Varones	Mujeres		
	Es.EdPe	Pe.Ed	Es.EdPe	Pe.Ed
Carrera de 50 m. (1)	0.14	-0.07	0.18	-0.13
Salto en largo	0.07	-0.06	0.24	-0.22
Test de Ir y Volver (agilidad) (1)	0.19	-0.12	0.28	-0.07
Carrera en distancia	0.27	-0.26	0.24	-0.31
Fuerza de Prehensión Palmar	0.14	0.19	0.42	-0.03

R.M. Malina (no publicados): chicos de E.E.U.U., negros y blancos, de 6 a 11 años de edad

	Varones	Mujeres		<i>Pe.Ed</i>
	<i>Es.EdPe</i> <i>E<sub>c</sub></i>	<i>Pe.Ed</i>	<i>Es.EdPe</i> <i>E<sub>c</sub></i>	
Carrera 35 yd. (1)	0.20	-0.24	0.18	-0.05
Salto en largo	0.35	-0.42	0.31	-0.31
Lanzamiento, distancia	0.31	-0.09	0.04	0.06
Fuerza de Prehensión Palmar	0.32	0.29	0.16	0.25
Fuerza de Extensión	0.05	0.29	-0.06	0.28
Fuerza de Flexión	0.07	0.30	-0.02	0.29

Malina y Buschang (1985): Chicos indígenas del sur de Méjico, crónicamente desnutridos, de 6 a 11 años de edad

	Varones	Mujeres		<i>Pe.Ed</i>
	<i>Es.EdPe</i> <i>E<sub>c</sub></i>	<i>Pe.Ed</i>	<i>Es.EdPe</i> <i>E<sub>c</sub></i>	
Carrera de 35 yd. (1)	0.25	-0.19	0.32	-0.17
Salto en largo	0.24	-0.04	0.35	0.01
Lanzamiento, distancia				
• < 9 años	0.18	0.04	0.35	-0.06
• > o igual a 9 años	0.23	0.24	0.23	0.01
Fuerza de Prehensión Palmar (derecha)	0.13	0.28	0.26	0.30
Fuerza de Prehensión Palmar (izquierda)	0.07	0.39	0.22	0.37

Los datos sobre la relación entre otras dimensiones antropométricas (excepto el grosor de los pliegues cutáneos, ver más adelante) son extremadamente limitados, y las correlaciones disponibles son similares a aquéllas para la estatura y peso. Por ej., el rango de las correlaciones entre el largo de las piernas y la performance, en una variedad de acciones motoras es de -0.10 a +0.39, en individuos, durante 6 años a través de edad universitaria (Malina, 1975).

Estos valores son similares a los de la estatura. Por el otro lado, las circunferencias de los miembros se correlacionan con la fuerza, aproximadamente al mismo nivel que el peso corporal, por ej., +0.46 a +0.62 entre la circunferencia del antebrazo y la fuerza de prehensión palmar, y +0.51 a +0.62 entre la circunferencia corregida del brazo y la fuerza de prehensión palmar, en chicos y las chicas de 6 a 12 años de edad (Malina, 1975). El rango de las correlaciones entre la fuerza de prehensión palmar, la fuerza de los flexores del codo y de los extensores del codo, con la circunferencia del brazo y del antebrazo, van en un rango de +0.19 a +0.70, en varones adultos (Roberts, Provins y Morton, 1959).

## ANÁLISIS MULTIVARIADOS

Los resultados de análisis de regresión, paso por paso, con edad/ estatura/peso vs. performance, desarrollada en una variedad de tests de aptitud física, no sólo enfatizan la importancia de la edad y el tamaño del cuerpo, sino que también indican la variación que existe en relación al sexo y a la tarea o esfuerzo a realizar. En chicos con edades de 9 a 18 años, la estatura y el peso inciden en un porcentaje similar de variación en la flexibilidad del tronco y en la fuerza abdominal, en varones y en mujeres (5-18 %). Sin embargo, en las otras mediciones (tal como la fuerza de hombros - Flexiones dinámicas de brazos, para los varones; flexión de brazos y mantenerse colgado, en mujeres -, el salto en largo, el test de Ir y Volver, la carrera de 50 yardas, el lanzamiento en el softbol, la carrera de 600 yardas), la edad, la estatura y el peso influyen más en la variación en las performances de los varones (33-61%), que en las de las mujeres (18-36%) (Montoye, Frantz y Kozar, 1972). Esto parece enfatizar la necesidad de considerar otras dimensiones antropométricas, y tal vez, variables culturales, a la hora de explicar la variación en la performance, especialmente en la del sexo femenino.

Para examinar la variación adicional en la aptitud motora y en la fuerza, que pueda ser explicada por otras dimensiones antropométricas, se han usado análisis de regresión múltiple, en chicos de 4-5 años de edad, normalmente nutridos (Merret, 1992), en chicos de Brasil de 8 años de edad, con un bajo «status» socioeconómico (Rocha Ferreira, 1987), y en chicos indígenas del

sur de Méjico, de 6 a 15 años de edad, crónicamente desnutridos (Malina y Buschang, 1985). En estos análisis, se hicieron análisis de regresión entre la fuerza y la aptitud motora con varias dimensiones antropométricas residuales, por ej., longitudes segmentarias de miembros, diámetros óseos, circunferencias de miembros, y pliegues cutáneos, basados en los efectos combinados de la edad, la estatura y el peso. En las tres muestras con diferentes antecedentes nutricionales y de salud, unas pocas variables sumaron significativamente para describir la variación remanente en fuerza y en la performance motora, luego que la edad, la estatura y el peso fueran controlados. Sin embargo, la adiposidad subcutánea tiende a ejercer una influencia negativa sobre la performance de los jóvenes adecuadamente nutridos, débiles y desnutridos. Sin embargo, parecería que el tamaño del cuerpo «per se» es el factor significativo que influye la fuerza y la aptitud motora en los sujetos, a estas edades.

En un análisis diferente, se redujeron 15 dimensiones antropométricas, vía un análisis de componentes principales, y se aplicó un análisis de regresión múltiple en la relación entre la performance y dichos componentes principales (Malina y Moriyama, 1991), en chicos de 6-10 años. Cuatro componentes principales de las características antropométricas generaron alrededor del 90 % de la variancia. Solamente dos tuvieron valores de un dígito o más, el primero relacionado a la masa corporal con énfasis en la grasa subcutánea (66-76 % de la variancia), y el segundo en relación a la longitud de los huesos (11-16 % de la variancia). El tercero y el cuarto componente, con valores con dígitos menores a 1, estuvieron relacionados con la robustez del esqueleto y con la muscularidad relativa (6-9 % de la variancia). Sin embargo, es importante hacer notar que los últimos dos componentes, que explicaron un porcentaje de la variancia relativamente pequeño en relación a las dimensiones antropométricas, con pocas excepciones, en cambio incidieron en un mayor porcentaje de la variancia en cuatro mediciones de fuerza estática y lanzamiento de una pelota de beisbol a distancia (una medida de potencia y coordinación). Los primeras dos componentes, que explicaron la mayoría de la variancia de las dimensiones antropométricas, incidieron en la mayoría de la variancia en el esfuerzo de la carrera y del salto, ambos eventos en los cuales el cuerpo debe moverse a través del espacio.

Aunque las dimensiones antropométricas expliquen una porción sustancial de la variancia en la performance, una proporción considerable no es influida por las dimensiones incluidas en este análisis. Esto sugiere que otras variables (morfológicas, de maduración y sociales) deben incluirse en dichos análisis. Por ejemplo, entre chicos de 8-11 años la edad, la estatura y el peso explicaron un 10-44 % de la variancia en la performance en tests de aptitud juvenil: Flexiones y extensiones de brazos, test de ir y volver, salto en largo, carrera de 50 yardas, lanzamiento de pelota de sófbol, carrera de 600 yardas (Cureton, Boileau y Lohman, 1975). Cuando fueron agregadas las mediciones de composición corporal (por métodos de densidad corporal, por concentración de potasio, o por pliegues cutáneos), el porcentaje de variancia aumentó significativamente en todos los tests, excepto en el test de extensiones de brazos.

Dado que la fuerza y la aptitud motora se ven influenciados por factores motivacionales y otros factores del medio ambiente cultural, es apropiado incluir tales variables en los análisis multivariados, particularmente dentro del contexto del examen de las diferencias entre sexos, en la performance y en la aptitud física. Por ejemplo, entre chicos de 5 años de edad, sólo las variables antropométricas pueden predecir la performance de lanzamiento de los varones, mientras que una combinación de variables antropométricas y del medio ambiente familiar puede predecir la performance de lanzamiento de las mujeres (Nelson y cols., 1986).

## **ADIPOSIDAD ("GORDURA") Y APTITUD FÍSICA**

### **Adiposidad ("Gordura") «per se»**

Hay mucha preocupación acerca de la adiposidad o gordura relativa, y la mala aptitud física en niños y jóvenes; generalmente, la gordura ejerce una influencia negativa sobre la aptitud. Las correlaciones entre la gordura (que en general, es medida por el grosor de los pliegues cutáneos)

y la aptitud motora, son consistentemente negativas, y de bajas a moderadas durante la niñez (Tabla 11.4) y la adolescencia (Tabla 11.5). La correlación negativa se hace más evidente en aquellos eventos que requieren la proyección (saltos), movimientos rápidos (piques, carreras con cambio de dirección) y levantamientos (elevación de las piernas) del cuerpo, y sostener el cuerpo alejado del piso (flexiones de brazos en barra). La adiposidad o “gordura” subcutánea también está negativamente correlacionada a la aptitud cardiorespiratoria, como lo refleja la recuperación de la frecuencia cardíaca en un test standard de escalones. Por el otro lado, el grosor de los pliegues cutáneos, esencialmente, no tiene correlación, o está positivamente correlacionado con performances en esfuerzos que involucren la proyección o el equilibrio de un objeto (lanzamiento a distancia, equilibrio en una barra), la velocidad de movimientos del brazo (test de coordinación con las manos, «plate tapping»), y la flexibilidad de la parte inferior de la espalda (flexibilidad de alcance sentado, en un banco). En el caso del lanzamiento de la pelota de fútbol a distancia, la correlación positiva refleja el tamaño más grande de los niños más obesos (Malina, Skrabanek y Little, 1989). Aunque los datos son menos extensos y amplios, aparecen correlaciones de magnitud similar cuando se usan las estimaciones del total de la masa adiposa corporal, o del % relativo de la grasa (Malina, 1992).

*TABLA 11.4. Rangos de correlaciones específicas por edad, entre el grosor de los pliegues cutáneos tricipital, subescapular y axilar medio vs. la performance en jóvenes Americanos, blancos y negros, de 6-11 años de edad.*

	Varones	Mujeres
Carrera da 35 yd. (1 )	-0.56 a 0.13	-0.39 a 0.31
Salto en largo	-0.58 a -0.05	-0.61 a -0.14
Lanzamiento a distancia	-0.35 a 0.19	-0.60 a 0.30
Prehensión palmar derecha	-0.03 a 0.60	-0.06 a 0.85
Prehensión palmar izquierda Fuerza de extensión	-0.12 a 0.57	-0.21 a 0.72
	0.00 a 0.58	-0.18 a 0.45
Fuerza de tracción	-0.02 a 0.58	-0.14 a 0.56

*Fuente: R. M. Malina (datos no publicados)*

*(1) Los signos para los eventos de carrera por tiempo, han sido invertidos porque un tiempo menor significa una mejor performance.*

*TABLA 11.5. Rangos de correlaciones específicas por edad, entre la sumatoria de cuatro pliegues cutáneos y tests de aptitud motora, en varones Belgas, de 12-20 años de edad*

Test (factor aptitudinal)	<i>r</i>	Correlación parcial con control de estatura y peso
' Balance de equilibrio con un bastón sobre el dedo (coordinación ojo-mano)	0.00 a -0.07	0.00 a -0.07
'Test de toque de platillos (velocidad movimiento de brazos)	0.00 a -0.06	0.00 a -0.11
Flexibilidad de la parte baja de la espalda (flexibilidad)	0.00 a -0.13	-0.15 a -0.25
' Salto vertical (fuerza explosiva)	-0.18 a -0.37	-0.28 a -0.40
' Tracción estática de brazos (fuerza estática)	0.00 a 0.21	-0.28 a -0.40
Flexion de brazos colgado (fuerza funcional)	-0.28 a -0.44	-0.13 a -0.30
Elevación de piernas (fuerza de tronco)	0.00 a -0.26	-0.17 a -0.33
Ir y volver (velocidad de carrera)	0.00 a -0.27	-0.18 a -0.32
Frecuencia cardíaca luego del ejercicio (recuperación del pulso)	0.00 a -0.28	0.00 a -0.21

*Fuente: Adaptado de Beunen y cols. (1983)*

En un análisis de tests de aptitud física relacionados 5 con la salud, llevados a cabo en chicos de 6 a 16 años de edad, la sumatoria de pliegues cutáneos subescapular y del tríceps (un componente de test de aptitud física relacionado con la salud) está inversamente correlacionada con la performance de la carrera en distancia y con las repeticiones de sentadillas ( $r= 0.11$  a  $-0.18$ ), y no está correlacionada con el test de flexibilidad en banco ( $R= -0.00$  y  $+0.05$ ). Dadas las bajas correlaciones, es muy pequeño el monto de la variancia que explican (Pate, Slentz y Katz, 1989). En esta muestra, la correlación entre los pliegues cutáneos vs. la carrera de distancia y el número de sentadillas es lineal en las mujeres, y curvilínea en los varones; por ese motivo, los chicos más gordos u obesos realizarán performances desproporcionadamente peores que los jóvenes más delgados.

Entre estudiantes universitarios masculinos se hace evidente una tendencia similar; por ej., las correlaciones entre los pliegues cutáneos y la performance en una variedad de tests de esfuerzo son negativas, y de bajas a moderadas:  $-0.58$  a  $-0.26$  (Kireilis & Cureton, 1947; Clarke, 1957). En la Fig. 11.1 se muestra la influencia de las grasas sobre la aptitud física de los universitarios masculinos, basados en los resultados ranquados de 7 ítems de aptitud motora y de aptitud física relacionados con la salud (carrera de 50 m., test de ir y volver, salto en largo, carrera de 1.000 m., flexiones dinámicas de brazos en la barra, sentadillas y flexibilidad del tronco). Los resultados de la aptitud física disminuyen linealmente con el incremento en la "gordura" (Welon, Juryneec y Sliwa, 1988), lo cual contrasta con la relación curvilínea sugerida para la carrera de distancia y del número de sentadillas, en varones de 6 a 16 años de edad (Pate y cols., 1989).

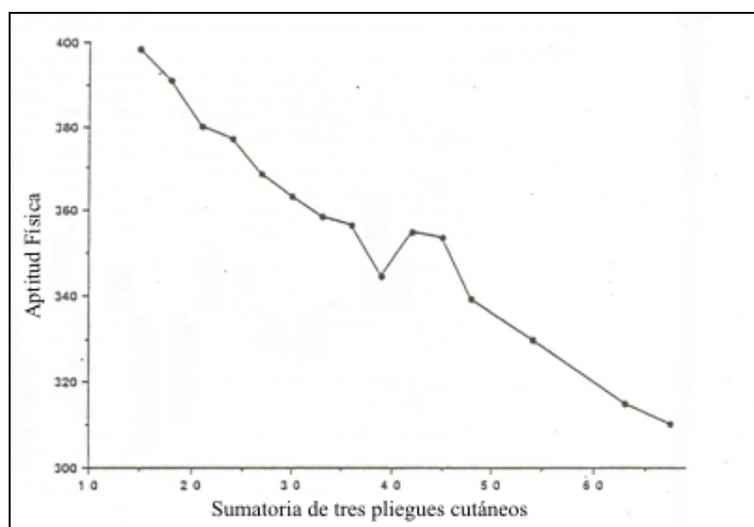


FIG. 11.1. Dependencia de la aptitud física («score» compuesto basado en los resultados de 7 test; ver texto) en la "gordura" o adiposidad subcutánea (sumatoria del grosor de tres pliegues cutáneos), en adultos jóvenes (Welon y cols., 1988).

En contraste con los ítems sobre la aptitud motora, las correlaciones entre el grosor de los pliegues cutáneos y las mediciones de la fuerza estática generalmente son positivas (Tablas 11.4 y 11.5). La correlación positiva refleja los cuerpos más grandes en los chicos más gordos u obesos (Malina y cols., 1989; Beunen y cols., 1982); particularmente cuando la estatura y el peso están controlados en varones adolescentes, las correlaciones entre la fuerza flexora de brazos y la "gordura" o adiposidad son negativas (Tabla 11.5).

### LOS EXTREMOS DE LA OBESIDAD O DE LA DELGADEZ

Al llegar a los extremos de la obesidad es cuando las consecuencias negativas sobre la performance física y la aptitud física se hacen más evidentes. Este hecho se muestra en la Fig.

11.2, la cual compara los resultados de aptitudes motoras en el 5 % de los varones más gordos y en el 5 % de los varones más delgados, en cada grupo por edad, basado en la sumatoria de 4 pliegues cutáneos (Beunen y cols., 1983). Con la excepción la fuerza estática (tracción de brazos), la velocidad de movimiento de los brazos (test de toque sobre el platillo) y del balance de equilibrio con un bastón sobre el dedo, en promedio, los chicos más gordos lograron resultados significativamente más bajos en aptitudes motoras (test de ir y volver, salto vertical) y en los tests de aptitud física relacionados con la salud (flexibilidad del tronco inferior, flexibilidad; elevación de las piernas, fuerza abdominal; mantenerse colgado en flexión de brazos, resistencia muscular; y en la recuperación del pulso después de un test de escalones de un minuto, resistencia cardiorespiratoria).

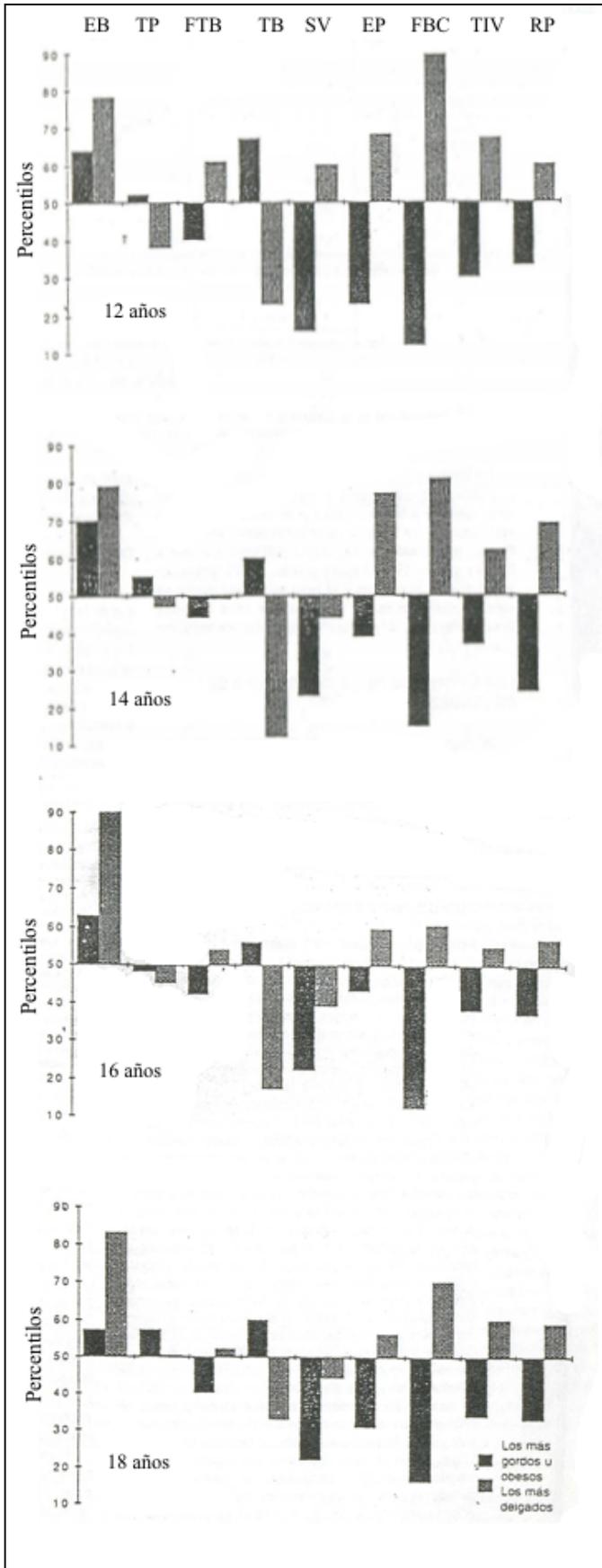
## **DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LAS GRASAS**

También existe la posibilidad que la distribución relativa de las grasas sea un factor significativo relacionado a la performance física y a la aptitud física. Entre varones de 8 a 11 años de edad, aquellos con más grasa subcutánea relativa en el tronco (cuartilo superior de la distribución del cociente Tronco/Extremidades - el cociente de la sumatoria de dos pliegues cutáneos del tronco, tal son el pliegue subescapular y axilar medio, con la sumatoria de dos pliegues cutáneos de las extremidades, tal son el tricipital y pantorrilla medial), no sólo son más pesados y más gordos u obesos, sino que no realizan buenas performances en carreras, y en esfuerzos de lanzamientos y saltos, como lo hacen los chicos con menor gordura relativa en el tronco (Malina y Pena Reyes, 1993). Los dos grupos no difieren en fuerza muscular. Cuando la fuerza y la aptitud motora están expresados por unidad de peso corporal, permitiendo de ese modo incluir las diferencias de tamaño entre los grupos, se hacen más evidentes las diferencias en las performances entre los chicos de los cuartilos superiores y los de los cuartilos inferiores del cociente Tronco/Extremidades. Por lo tanto, estos resultados sugieren que una distribución más centralizada de la grasa subcutánea puede tener un efecto negativo sobre la fuerza y la aptitud motora en los niños/as.

Los estudios disponibles sobre correlaciones de la distribución relativa de las grasas, generalmente siguen los modelos adultos, refiriéndose a la distribución de las grasas dentro del contexto de factores de riesgo para enfermedades crónicas. Sin embargo, las correlaciones funcionales (si las hay) entre la performance física y la aptitud física en los niños, los jóvenes y los adultos, merecen futuras consideraciones.

## **EXISTE ALGÚN TAMAÑO ÓPTIMO PARA LA PERFORMANCE?**

Seguramente que las diferencias en la aptitud motora son evidentes si nos acercamos a los extremos de la "gordura" o la delgadez, pero los resultados pueden variar con el tipo de esfuerzo a realizar (Fig. 11.2). Contrastando con este hecho, las correlaciones entre el tamaño corporal y la performance son bajas, y lo máximo que se puede esperar es que sean moderadas. Por lo tanto, uno puede preguntarse si hay un tamaño físico óptimo para lograr los mejores niveles de performance y aptitud. Si positivamente existe ese tamaño, el mismo variará entre los esfuerzos a realizar?



*Fíg. 11.2. Aptitud motora en varones Belgas (el 5 % mas gordo u obeso; y el 5% mas delgado), a los 12, 14, 16 y 18 años de edad, graficado en relación a los datos de referencia poblacionales generales de Bélgica. Significado de las nomenclaturas: EB=Equilibrio con Bastón sobre el dedo TP=Test del Platillo con manos FTB= Flexibilidad del Tronco en Banco TB= Tracción de Brazos SV= Salto Vertical EP= Elevación de Piernas FBC= Flexión de Brazos Colgado TIV= Test de Ir y Volver RP= Recuperación del Pulso (Regraficado de Beunen y cols, 1983)*

Welon (1979) llevó a la práctica esta cuestión en chicos de 10 a 18 años de edad, usando la estatura, el peso y tres tests motores que requerían potencia y velocidad: una carrera de 60 m, un salto en alto, y el lanzamiento de una bola a distancia. El tamaño óptimo fue determinado a partir de tablas de estatura y peso bidimensionales; por ej., la estatura y el peso con los cuales se lograba la mejor performance. Edad por edad, desde los 10 a los 18 años, las estaturas y los pesos a los cuales se lograban las mejores performances, eran más altas y de mayor peso que las de la población general. Las estaturas y los pesos óptimos eran más bien similares para las carreras y los saltos: sin embargo, ambas son mayores en los lanzamientos a distancia, especialmente entre los 10 y los 14 años, lo cual enfatiza el rol de un tamaño corporal absoluto en la performance de este tipo. A edades mayores, las estaturas óptimas no difieren mucho entre la performance de los tres esfuerzos, mientras que el peso óptimo para los lanzamientos es levemente mayor. Por lo tanto, estos resultados sugieren la hipótesis que hay estaturas y pesos que son óptimos para la performance de los varones en la carrera, el salto y los lanzamientos.

Welon, Sekita y Stawinska (1981), subsecuentemente, han considerado la estabilidad de los tamaños óptimos para la performance, a lo largo del tiempo. Comparando los datos de jóvenes varones de 17 años de edad desde 1951, 1966 y 1978, el tamaño óptimo para la performance en tres esfuerzos de potencia (salto en alto, salto en largo y lanzamiento de pelota) se incrementaba en la misma magnitud, tal como el incremento secular continuo de la estatura y del peso promedio desde 1951 y desde 1966 (Fig. 11.3). Sin embargo, desde 1966 hasta 1978, el tamaño óptimo para la performance permaneció estable, mientras que la estatura y el peso medios se continuó incrementando. Al parecer estas observaciones podrían sugerir que el tamaño óptimo para la performance en estos esfuerzos de velocidad y potencia están más relacionados a los requerimientos funcionales de los esfuerzos, sin considerar el tamaño del cuerpo. Contrastando con estas observaciones en los varones de 17 años de edad, el incremento en el tamaño óptimo para la performance en los mismos esfuerzos, desde 1951 hasta 1966, en los chicos de 14 años de edad, fue considerablemente mayor que el incremento secular constante en la estatura y el peso medios (Welon, 1979). No se dispone de datos más recientes, en grupos de chicos de 14 años de edad.

Las diferencias en los aumentos seculares constantes en el tamaño óptimo para la performance, y el tamaño medio en varones de 14 a 17 años de edad, desde 1951 a 1966, tal vez reflejen la variación relacionada a la maduración durante la adolescencia de estos varones. Tal vez, el tamaño óptimo se logre al comienzo de la maduración, a los 14 años de edad, quienes en general, realizan mejores performances y que a su vez, son más grandes que sus pares en edad (Malina y Bouchard, 1991). Sin embargo, a los 17 años de edad, hay alguna aproximación entre la media normal y la media de los varones de maduración tardía.

Sería interesante extenderse en el concepto de tamaño óptimo para la performance en las mujeres, específicamente en las adolescentes en quienes las performances tienden a nivelarse. El concepto amerita su aplicación a diferentes baterías de tests de aptitud, porque algunas han sido llamadas a realizar tests que no están influenciados por el tamaño corporal y el «status» de maduración, y a poblaciones crónicamente malnutridas, las cuales están caracterizadas por reducido tamaño corporal.

Las observaciones de Welon (1979) también permiten, de alguna manera, una interpretación funcional de los cambios seculares, constantes en el tiempo transcurrido, en el tamaño corporal. Los incrementos seculares en las performances son más bien proporcionales a los incrementos en el tamaño del cuerpo, pero no todas las poblaciones muestran incrementos seculares en las performances en conjunción con los incrementos en tamaño (Malina, 1978).

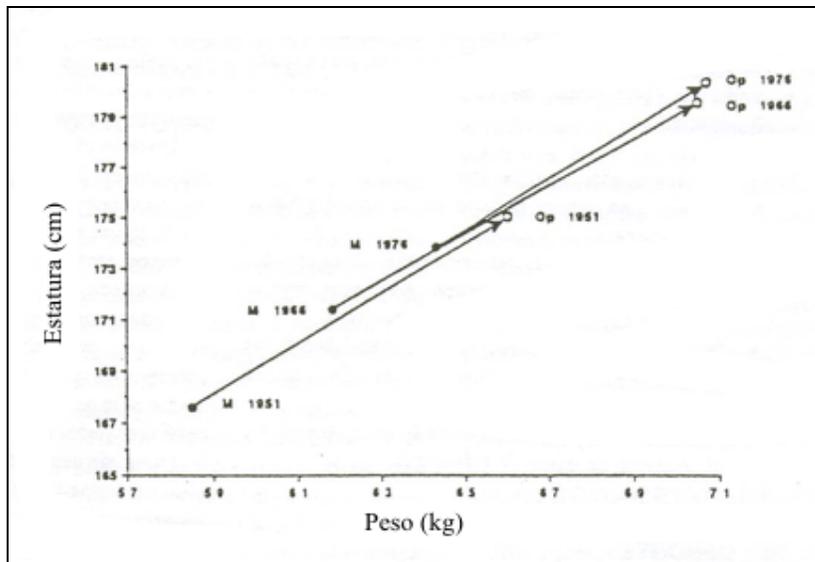


Fig. 11.3. Cambios en la estatura y peso medio (M) para la población, y estatura y peso óptimo (Op) en relación a la performance en jóvenes varones de Polonia, de 17 años de edad, en 1951, 1966 y 1978 (regraficado de Welon (1979) y Welon y cols. (1981)).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beunen, G., Malina, R.M., Ostyn, M., Renson, R., Simons, J. & Van Gerven. D. (1982). Fatness and skeletal maturity of Belgian boys 12 through 17 years of age. *American Journal of Physical Anthropology* 59, 387-92.
- Beunen, G., Malina, R.M., Ostyn, M., Renson, R., Simons, J. & Van Gerven. D. (1983). Fatness, growth and motor fitness of Belgian boys 12 through 20 years of age. *Human Biology* 55, 599-613.
- Bouchard, C. & Shephard, R.J. (1993). Physical activity, fitness and health: A model and key concepts. In: *Proceedings of the International Consensus Symposium on Physical Activity, Fitness and Health, 1992*, ed. C. Bouchard, R. J. Shephard & T. Stephens, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. (In press)
- Clarke, H.H. (1957). Relationship of strength and anthropometric measures to physical performances involving the trunk and legs. *Research Quarterly* 28, 223-33.
- Cureton, K.J., Boileau, R.A. & Lohman, T.G. (1975). Relationship between body composition measures and AAHPER test performances in young boys. *Research Quarterly* 46, 218-29.
- Espenschade, A.S. (1963). Restudy of relationships between physical performances of school children and age, height, and weight. *Research Quarterly* 34, 144-53.
- Gabbard, C.P. & Patterson, P.E. (1981). Relationship and comparison of selected anthropometric measures to muscular endurance and strength in children aged 3-5 years. *Annals of Human Biology* 7, 583-6.
- Kireilis, R.W. & Cureton, T.K. (1947). The relationships of external fat to physical education activities and fitness tests. *Research Quarterly* 18, 123-34.
- Malina, R.M. (1975). Anthropometric correlates of strength and motor performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 3, 249-74.
- Malina, R.M. (1978). Secular changes in growth, maturation, and physical performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 6, 203-55.
- Malina, R.M. (1991). Fitness and performance: Adult health and the culture of youth. In: *New Possibilities, New Paradigms?* (American Academy of Physical Education Papers No. 24), ed. R.J. Park & H.M. Eckert, pp. 30-8. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

- Malina, R.M. (1992). Physique and body composition: Effects on performance and effects of training, semistarvation, and overtraining. In: *Eating, Body Weight and Performance in Athletes: Disorders of Modern Society*. ed. K.D. Brownell, J. Rodin & J.H. Wilmore, pp. 94-111. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Malina, R.M. & Bouchard, C. (1991). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign. Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Malina, R.M. & Buschang, P.H. (1985). Growth, strength and motor performance of Zapotec children. Oaxaca, Mexico. *Human Biology* 57, 163-81.
- Malina, R.M. & Moriyama, M. (1991). Growth and motor performance of Black and White children 6-10 years of age: A multivariate analysis. *American Journal of Human Biology* 3, 599-611.
- Malina, R.M. & Pena Reyes, M.E. (1993). Relative fat distribution – Relationship (o skeletal maturation, growth status, and performance. *American Journal of Human Biology* (in press).
- Malina, R.M., Skrabanek, M.F. & Little, B. B. (1989). Growth and maturity status of Black and White children classified as obese by different criteria. *American Journal of Human Biology* 1, 193-9.
- Merrett, D.M.S. (1992). Anthropometric Correlates of Motor Performance in Preschool Children. Master's thesis, University of Texas at Austin.
- Montoye, H.J., Frantz, M.E. & Kozar, A.J. (1972). The value of age, height and weight in establishing standards of fitness for children. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 12, 174-9.
- Nelson, J.K., Thomas, J.R., Nelson, K.R. & Abraham, P.C. (1986). Gender differences in children's throwing performance: Biology and environment. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 57, 280-7.
- Pate, R.R., Slentz, C.A. & Katz, D.P. (1989). Relationships between skinfold thickness and performance of health-related fitness test items. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 60, 183-9.
- Rarick, G.L. & Oyster, N. (1964). Physical maturity, muscular strength, and motor performance of young school-age boys. *Research Quarterly* 35, 523-531.
- Roberts, D.F., Provins, K.A. & Morton, R.J. (1959). Arm strength and body dimensions. *Human Biology* 31, 334-43.
- Rocha Ferreira, M.B. (1987). Growth, physical performance and psychological characteristics of eight year old Brazilian school children from low socioeconomic background. Doctoral dissertation, University of Texas at Austin.
- Rocha Ferreira, M.B., Malina, R.M. & Rocha, L.L. (1991). Anthropometric, functional and psychological characteristics of eight-year-old Brazilian children from low socioeconomic status. In *Human Growth, Physical Fitness and Nutrition*, ed. R.J. Shephard & J. Parizkova, pp. 109-18. Basel: S. Karger.
- Seils, L.G. (1951). The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children. *Research Quarterly* 22, 244-60.
- Welon, Z. (1979). The relationship of secular increase in size to physical ability. *Studies in Physical Anthropology* 5, 13-20.
- Welon, Z., Juryneć, R. & Sliwa, W. (1988). Ciężar należny mężczyzn. *Materialy i Prace Antropologiczne* 109, 53-71.
- Welon, Z., Sekita, B. & Slawinska, T. (1981). Secular increase in body size and physical ability. *Studies in Physical Anthropology* 1, 13-18.