

Fisiología Médica
Facultad de Medicina
Universidad de Granada

PRACTICA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

*Grupo EFFECTS-262**

Evaluación Funcional y Fisiología del Ejercicio.

Ciencia y Tecnología para la Salud 262

*Miembros del grupo EFFECTS-262 que han participado en la redacción de este libro de prácticas:

MANUEL J CASTILLO GARZÓN, ÁNGEL GUTIÉRREZ SÁINZ, FRANCISCO ORTEGA PORCEL, JONATAN RUIZ RUIZ, DAVID JIMÉNEZ PAVÓN, VANESA ESPAÑA ROMERO, ENRIQUE GARCÍA ARTERO, MAGDALENA CUENCA GARCIA, ALBERTO SORIANO, LIDIA GALLARDO

ÍNDICE

I. IMPORTANCIA DEL EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD

II. IMPORTANCIA DE LA CONDICIÓN FÍSICA

La capacidad aeróbica como índice de salud

La fuerza muscular como índice de salud

Otros determinantes de la condición física

III. CÓMO EVALUAR EL NIVEL DE CONDICIÓN FÍSICA

Frecuencia cardíaca basal, en reposo y máxima

Evaluación de la condición física en adultos

- *Adaptación cardiorrespiratoria aguda*
- *Capacidad cardiorrespiratoria crónica*
- *Fuerza muscular*
 - *Dinamometría manual*
 - *Dinamometría Isocinética*

IV. INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

V. BIBLIOGRAFÍA

Tomado de: *Mejora de la forma física como terapia anti-envejecimiento. Medicina Clínica (Barc) 2005; 124 (4): 146-55.*

I. IMPORTANCIA DEL EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD

El ejercicio físico, practicado de manera apropiada, es la mejor herramienta hoy disponible para retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento, así como para fomentar la salud y el bienestar de la persona. De hecho, el ejercicio físico ayuda a mantener el adecuado grado de actividad funcional para la mayoría de las funciones orgánicas. De manera directa y específica, el ejercicio físico mantiene y mejora la función músculo-esquelética, osteo-articular, cardio-circulatoria, respiratoria, endocrino-metabólica, inmunológica y psico-neurológica. De manera indirecta, la práctica de ejercicio tiene efectos beneficiosos en la mayoría, si no en todas, las funciones orgánicas contribuyendo a mantener su funcionalidad e incluso a mejorarla. Por otra parte, realizar ejercicio físico de manera regular reduce el riesgo de desarrollar o incluso morir de lo que hoy día son las principales y más graves causas de morbi-mortalidad en los países occidentales. En la tabla 1 se presentan los principales beneficios del ejercicio más ampliamente estudiados.

Tabla 1. Efectos beneficiosos de la práctica habitual de ejercicio físico sobre la salud.

Reduce el riesgo de cardiopatía isquémica y otras enfermedades cardio-vasculares.
Reduce el riesgo de desarrollar obesidad y diabetes.
Reduce el riesgo de desarrollar hipertensión o dislipidemia y ayuda a controlarlas.
Reduce el riesgo de desarrollar cáncer de colon y mama.
Ayuda a controlar el peso y mejora la imagen corporal.
Tonifica los músculos y preserva o incrementa la masa muscular.
Fortalece los huesos y articulaciones haciéndoles más resistentes.
Aumenta la capacidad de coordinación y respuesta neuro-motora, disminuyendo el riesgo y consecuencias de las caídas.
Mejora la actividad del sistema inmune.
Reduce los sentimientos de depresión y ansiedad.
Promueve el sentimiento psicológico de bienestar y la integración social.

Cuando se realiza de manera adecuada, los beneficios del ejercicio se producen siempre, independientemente de la edad, estado de salud y condición física que la persona posea (1-3). Incluso en pacientes enfermos de cáncer, el ejercicio puede resultar beneficioso (4). Dada la multiplicidad de efectos beneficiosos que el ejercicio tiene para la salud y el bienestar de las personas, los principales organismos de salud de los países desarrollados han puesto en marcha agresivas campañas destinadas a fomentar la actividad física entre los ciudadanos (5-9). El Departamento de Salud Norteamericano sitúa la actividad física como el primero de los diez indicadores de salud, situándolo por delante del sobrepeso/obesidad, el tabaco, la inmunización o la asistencia sanitaria (10). A pesar del indudable beneficio que representa la práctica de ejercicio, la mayoría de las personas, tanto jóvenes como adultos, llevan hoy una vida sedentaria (11-13). Este problema se acentúa con el paso de los años y es particularmente llamativo en la mujer (14). Esto tiene consecuencias negativas para el individuo, la familia y la sociedad, dada la sobrecarga y el coste económico y social que determinan las enfermedades ligadas con el sedentarismo y sus consecuencias (15-17).

Por otra parte, mantener un buen nivel de condición física se ha revelado como un importante -quizás el mejor- predictor de longevidad. Así varios estudios recientes (18,19) muestran de forma clara y directa cómo las personas sedentarias pueden incrementar su esperanza de vida simplemente aumentando su nivel de condición física (20,21). Llegado este punto, es preciso diferenciar dos conceptos que, aunque interrelacionados y mutuamente influenciados, son claramente diferentes. Son los conceptos de Actividad Física y Condición Física.

Actividad física es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que requiere un cierto gasto energético (22). Se refiere por tanto al tipo de esfuerzo físico que se practica asiduamente, tomando también en consideración durante cuánto tiempo se realiza y con qué frecuencia. El *ejercicio físico* estaría incluido dentro del concepto de actividad física, diferenciándose de ésta principalmente por la sistematización con que se practica (23). El ejercicio invisible sería a su vez parte integrante del ejercicio físico, nuevo concepto que incluye todas aquellas tareas que, con mayor o menor grado de intencionalidad, realiza el adulto diariamente (limpiar, cocinar, subir las escaleras, ir a los sitios andando, etc) y de forma más o menos sistemática. Este tipo de ejercicio físico suponen un esfuerzo físico acumulado capaz de influir positivamente sobre la salud. Por ello, mantener una vida físicamente activa, realizar sistemáticamente ejercicio, evitar el sedentarismo, constituye hoy día una prioridad médica y social.

La *forma física o condición física* es un concepto que engloba todas las cualidades físicas que una persona requiere para la práctica de ejercicio. Se puede decir que el estado de condición física constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de ejercicio. Estas funciones son la músculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, psico-neurológica y endocrino-metabólica. Un alto nivel de condición física implica una buena respuesta fisiológica de todas ellas. Por el contrario, tener una mala condición física indica un malfuncionamiento de una o varias de esas funciones. Como quiera que todas esas funciones actúen de manera concatenada, cualquiera de ellas puede actuar como factor limitante. En otras palabras, la forma física de una persona nunca será mejor que la peor de esas funciones, por muy bien que estén el resto. En términos gráficos se puede decir que la condición física, la capacidad de hacer ejercicio, es el resultado de una respuesta encadenada de funciones y, por tanto, nunca podrá ser mejor que la más débil de ellas.

II. IMPORTANCIA DE LA CONDICIÓN FÍSICA

Recientes investigaciones han puesto de manifiesto el interés que tiene conocer el estado de forma física que posee una persona ya que constituye un excelente predictor, quizás el mejor, de la expectativa de vida y, lo que es más importante, de la calidad de vida (21,22). Mantener un buen estado de forma física es pues una necesidad fisiológica y evaluar la condición física una necesidad médica. Así, durante los 15 últimos años, numerosos estudios epidemiológicos y prospectivos han mostrado una clara asociación entre el nivel de condición física y el índice de morbi-mortalidad de la población (24,25), incluso en poblaciones de riesgo como lo son personas con sobrepeso u obesidad (26). Promover una buena condición física reduce drásticamente el índice de mortalidad por todas las causas (27,28). De hecho, la (baja) forma física se presenta no ya como un factor de riesgo sino como un potente predictor de mortalidad y morbilidad por todas las causas (20,21,29). Esta asociación es mucho más robusta cuando se relaciona el nivel de condición física con el riesgo potencial de padecer enfermedades cardiovasculares, tanto en personas sanas (30), como en enfermos con patología cardiovascular subyacente (31).

La mejora de la forma física a partir del ejercicio físico no sólo afecta positivamente a la salud física, sino también a la salud mental. Diferentes estudios han demostrado que el ejercicio físico influye favorablemente sobre la auto-imagen, autoestima, depresión, ansiedad y trastornos del pánico (32-35). Incluso se ha constatado que aunque el tratamiento farmacológico antidepresivo puede ocasionar una respuesta inicial más rápida que el ejercicio, tras 16 semanas de tratamiento la eficacia de ambas terapias se iguala (35), sin embargo, los *efectos secundarios* que el ejercicio físico posee (descritos en este trabajo) difieren sustancialmente de los que presenta el tratamiento farmacológico. Uno de estos *efectos secundarios* del ejercicio sería, por ejemplo, la reducción drástica del número de caídas y fracturas óseas que se produce en personas mayores (37) o el ahorro sanitario en el consumo de fármacos.

La capacidad aerobia como índice de salud

La capacidad aerobia constituye el principal exponente de la forma física del sujeto y el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) la variable fisiológica que mejor la define en términos de capacidad cardiovascular (38,39). El VO₂max puede estimarse de manera directa o indirecta (a partir de la frecuencia cardíaca), y en ambos casos puede hacerse realizando pruebas de esfuerzo máximo o sub-máximo. Las primeras proveen directamente el VO₂max o la frecuencia cardíaca máxima a partir de la cual se puede estimar el VO₂max. Las pruebas sub-máximas implican la necesidad de hacer interpolaciones para estimarlo. Estas pruebas suelen realizarse en bicicleta ergométrica, tapiz rodante o mediante tests de campo.

Importantes estudios prospectivos han demostrado recientemente y de manera inequívoca que el VO₂max es el predictor más potente de riesgo de muerte por todas las causas y especialmente por enfermedad cardiovascular, tanto en personas con historial cardiopatológico como en personas sanas (24), y ello tanto en hombres (25,30,40) como en mujeres (20,29) de diferentes edades (21). De hecho, se demuestra que un bajo nivel de condición física constituye el factor de riesgo cardiovascular más importante, por encima de factores de riesgo clásicos (hipertensión, hipercolesterolemia, tabaco,

sobrepeso u obesidad) y comparable a la edad. Existe una reducción casi lineal de la mortalidad conforme se incrementa el nivel de forma física (Figura 1).

Así, por cada aumento de 1 MET (consumo metabólico basal, que equivale aproximadamente a 3,5 ml/kg/min de oxígeno) se produce un incremento del 12% en la expectativa de vida en el caso de los hombres (21) y del 17% en el caso de las mujeres (20). Este efecto es todavía más evidente si se considera específicamente la mortalidad por enfermedad cardiovascular, y ello de nuevo tanto en hombres (24,30) como en mujeres (20,29). Se ha visto también que existe una relación inversa entre capacidad cardiovascular (VO_{2max}) y mortalidad por cáncer, independientemente de la edad, hábito alcohólico, padecimiento de diabetes mellitus e incluso consumo de tabaco (41-43). Del mismo modo, se ha constatado que el VO_{2max} es un importante determinante de la sensibilidad a la insulina (44,45), y bajos niveles del mismo se asocian con el padecimiento del denominado “síndrome metabólico” (obesidad abdominal, intolerancia a la glucosa, diabetes tipo II, hipertensión, hiperlipidemia y resistencia a la insulina) (46,47). Un buen estado de forma física aerobia reduce la pérdida neuronal que se produce con la edad (48) y protege frente a la disfunción cognitiva del envejecimiento (49). Por último, mantenerse físicamente activo y mantener una buena forma física permite disminuir a la mitad el gasto sanitario (50), previene las jubilaciones anticipadas por todas las causas y en especial por enfermedad cardiovascular, con el ahorro económico en pensiones que ello conlleva (51) e incluso mejora el rendimiento laboral (52).

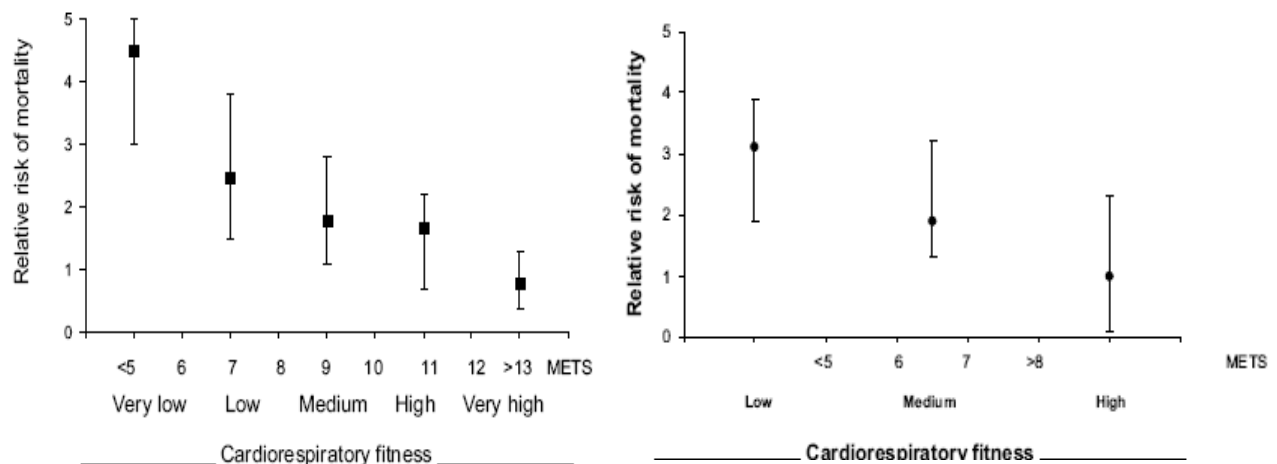


Figura 1. La capacidad aeróbica como potente predictor de mortalidad por todas las causas en hombres (figura izquierda, adaptado de Myers et al. 2002) y mujeres (figura derecha, adaptado de Mora et al., 2003). La figura muestra el porcentaje de supervivencia en función de la capacidad aeróbica (VO_{2max} expresado en MET's).

La fuerza muscular como índice de salud

Otro índice definitorio de la condición física es la fuerza muscular. La dinamometría manual se ha revelado como otro potente predictor de mortalidad y esperanza de vida (53), si bien los mecanismos que determinan esta relación no están del todo claros. La buena condición física y, particularmente la fuerza muscular, son un predictor de calidad de vida y de expectativa de vida independiente (sin necesidad de ayuda externa) (54). Dada la importancia de este parámetro, se están realizando esfuerzos para minimizar el error en su medida (55). La evaluación de la fuerza del tren inferior es también un marcador fiable del estado de salud y bienestar de la persona. Un estudio realizado con pacientes que presentaban afección cardíaca ha demostrado que la fuerza isocinética de los músculos extensores (cuadriceps) y, especialmente, flexores de rodilla (isquiotibiales), está fuertemente asociada con la mortalidad, superando incluso el valor predictivo de otras variables más estudiadas, como es el caso del VO2max (56). El mantenimiento de un buen tono muscular en las piernas está también directamente relacionado con una drástica reducción en el número de caídas y de fracturas óseas (57-59).

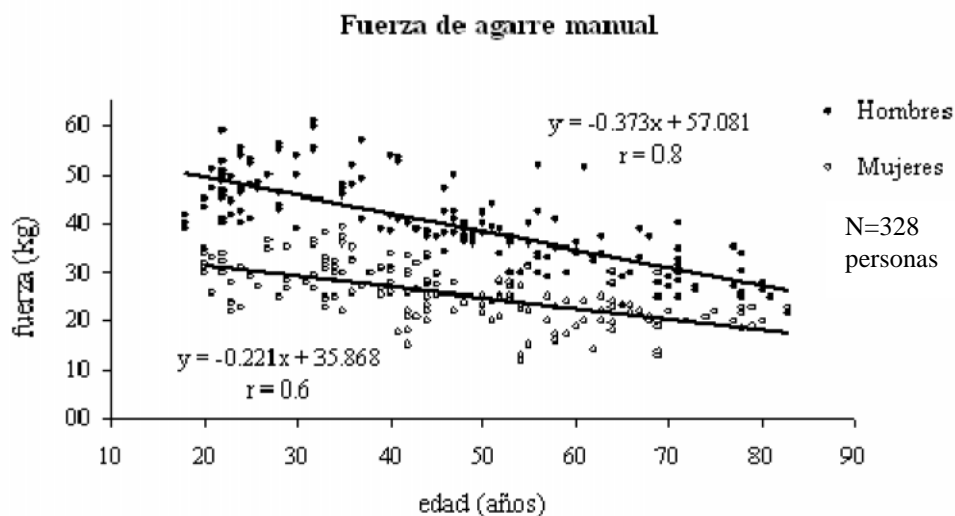


Figura 2. Deterioro funcional de la fuerza a medida que aumenta la edad. Estudio transversal realizado sobre personas sanas de nuestro medio (n=328).

Otros factores determinantes de la condición física

En la condición física del sujeto influyen también otros factores tales como coordinación óculo-manual y oculo-pédica, equilibrio estático y dinámico, flexibilidad y tiempo de reacción simple y discriminativo. En estudios previos realizados por nuestro grupo hemos comprobado el deterioro funcional que se produce en estas capacidades (envejecimiento biológico) entre los 30 y 80 años de edad, tratándose en todos los casos de personas sanas que acudían a las escuelas deportivas municipales (Figura 2). Esto ayuda a comprender mejor el comportamiento y estado concreto de cada una de ellas por década y sexo, aportando las bases necesarias para la correcta planificación del ejercicio en adultos. Déficits significativos de forma física en personas sanas aparecen ya desde la adolescencia (60-64), lo cual se ha visto que tiene terribles consecuencias a largo plazo (24).

III. CÓMO EVALUAR EL NIVEL DE CONDICIÓN FÍSICA

Teniendo en cuenta todo lo explicado hasta ahora, es fácil comprender por qué evaluar el nivel de condición física es tan importante. Sin embargo, para que esa evaluación sea, realmente, de utilidad en el ámbito sanitario, ha de realizarse de forma aceptablemente sencilla y fiable.

Frecuencia cardíaca basal, en reposo y máxima

Conocer el estado de la frecuencia cardíaca en situación de reposo aporta una información sencilla pero valiosa, de cara a conocer el estado de la persona. Cuanto mayor es el nivel de condición física, más baja es la frecuencia cardíaca basal y de reposo.

También es interesante conocer la frecuencia cardíaca máxima, en base a fórmulas existentes en la literatura:

$$FC \text{ máxima teórica} = 208 - (0.7 \times \text{edad})$$

Una vez obtenidos estos datos, podemos calcular en cada persona el rango de pulsaciones idóneo para realizar ejercicio físico cardiosaludable. Dicho rango se sitúa entre el 50 y el 75 % de la tasa de reserva cardíaca (TRC). La TRC se obtiene a partir de la diferencia entre la FC máxima y la FC basal.

Ejemplo: Varón de 40 años con una FC basal de 70 ppm.

$$FC \text{ máxima teórica} = 208 - (0.7 \times \text{edad}) = 208 - (0.7 \times 40) = 180 \text{ ppm.}$$

$$TRC = FC \text{ máxima teórica} - FC \text{ basal} = 180 - 70 = 110 \text{ ppm.}$$

Rango de FC para entrenamiento cardiosaludable = entre el 50 y el 75 % de la TRC

$$50 \% \text{ de la TRC} = (110 \times 0.50) + FC \text{ basal} = 55 + 70 = 125 \text{ ppm}$$

$$75 \% \text{ de la TRC} = (110 \times 0.75) + FC \text{ basal} = 82 + 70 = 152 \text{ ppm}$$

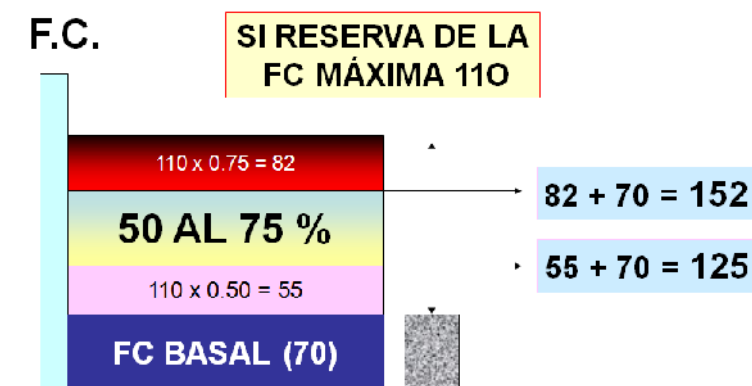


Tabla 2: Clasificación de la intensidad de ejercicio basado en 20 a 60 minutos de actividad de resistencia. Comparando tres métodos.

Relative intensity (%)		Rating of perceived exertion	Classification of intensity
Hrmax	$\dot{V}O_2$ max or HRmax reserve		
< 35%	< 30%	< 9	Very light
35-59%	30-49%	10-11	Light
60-79%	50-74%	12-13	Moderate
80-89%	75-84%	14-16	Heavy
> 90%	> 85%	> 16	Very heavy

Adaptado de Pollock and Wilmore (1990).

Evaluación de la condición física en adultos

Adaptación cardiorrespiratoria aguda

Test de la adaptación de la frecuencia cardiaca al ejercicio: Índice de Ruffier-Dickson

El índice de Ruffier-Dickson aporta una valoración de la adaptación cardiovascular al esfuerzo, así como de la recuperación cardíaca después de dicho esfuerzo. Este índice se obtiene mediante un sencillo test, que consiste en:

- 30 flexiones en 45 segundos a ritmo constante en varones.
- 20 flexiones 30 segundos a ritmo constante en mujeres.

Se emplea un metrónomo para controlar el ritmo de ejecución y un pulsómetro para el registro de la frecuencia cardiaca (Imagen 1 y 2).



Imagen 1: Metrónomo**Imagen 2: Pulsómetro**

Para evaluar el resultado de la prueba se realiza una toma de la frecuencia cardíaca en reposo antes de comenzar la prueba (P_1), una segunda toma justo al acabar la prueba (P_2), y una tercera después de un minuto de finalizar la prueba (P_3). La siguiente imagen ilustra dicha secuencia:



Imagen 3: Secuencia de ejecución del Índice de Ruffier-Dickson

Con estas tres tomas de frecuencia cardíaca resolvemos la siguiente ecuación:

P_1 : FC en reposo (basal)

P_2 : FC al acabar el esfuerzo (adaptación)

P_3 : FC al minuto de terminar el esfuerzo (recuperación)

INDICE DE RUFFIER DICKSON: $[(P_2 - 70) + (P_3 - P_1)] / 10$

Tabla 3: Valores de referencia para la evaluación del Índice de Ruffier-Dickson

GRUPOS NORMATIVOS
Índice de Ruffier-Dickson
0-3: EXCELENTE
3-6: NORMAL
6-8: DÉBIL
>8: INAPTO

Adaptación cardiorrespiratoria crónica

Test de marcha de 2 km

Existen algunos test de campo que permiten estimar de forma muy sencilla la capacidad aeróbica máxima de la persona (VO_2 máx). Uno de ellos es el test de marcha de 2 km, en el que tan sólo es preciso registrar el tiempo empleado en cubrir dicha distancia andando de prisa (pero sin correr), así como las pulsaciones alcanzadas al final del ejercicio.

Hombres: $184.9 - 4.65 \times \text{tiempo} - 0.22 \times \text{RC} - 0.26 \times \text{edad} - 1.05 \times \text{IMC}$

Mujeres: $116.2 - 2.98 \times \text{tiempo} - 0.11 \times \text{RC} - 0.14 \times \text{edad} - 0.39 \times \text{IMC}$

Se emplea un cronómetro para controlar el tiempo de ejecución y un pulsómetro para el registro de la frecuencia cardíaca (Imagen 2).

Una vez obtenido el valor de capacidad aeróbica máxima, podremos compararlo con los valores de referencia existentes para cada género y franja de edad (ver anexo 1).

Además, tenéis la posibilidad de calcular los MET, a partir del VO₂ máx. Cuando un individuo está en reposo su metabolismo se encuentra reducido a un nivel tal que únicamente produce la energía necesaria para mantener sus funciones vitales. El nivel del metabolismo medido por calorimetría indirecta refleja un consumo de oxígeno (VO₂) que oscila entre 2,5 a 4,0 ml/kg/min, en promedio 3,5 ml/kg/min. Esta cifra se conoce como una unidad metabólica o MET. La medida de los METs es entonces una estimación promedio e indirecta del nivel del metabolismo del individuo, que toma un valor estándar para todos los individuos. Tiene la ventaja de que se correlaciona con el gasto calórico de las diferentes actividades humanas. Estima cuantas veces el individuo es capaz de multiplicar su metabolismo basal para realizar una determinada actividad.

Fuerza muscular

Dinamometría manual

El objetivo es evaluar la fuerza máxima isométrica de prensión manual en ambas manos mediante el empleo del dinamómetro de prensión digital adaptable (TKK 5101 Grip D; Takey, Tokio Japan) (Imagen 4). El maneral del dinamómetro debe ser ajustado a las dimensiones de la mano del sujeto a evaluar mediante ecuaciones específicas para niños (hasta 11,9 años) (Chicos: $y = x / 4 + 0,4$ Chicas: $y = 0,3 x - 0,52$), adolescentes (entre 12 y 18,9 años (Chicos: $y = x / 7,2 + 3,1$ Chicas: $y = x / 4 + 1,1$) y mujeres (mayores de 19 años) ($y = x / 5 + 1,1$) donde y = longitud idónea del agarre; x = tamaño de la mano desde los extremos de los dedos pulgar y meñique (Imagen 5) (68-69). En hombres (mayores de 19 años) la medida de ajuste del maneral del dinamómetro es igual a 5,5.



Imagen 4: Dinamómetro de presión digital

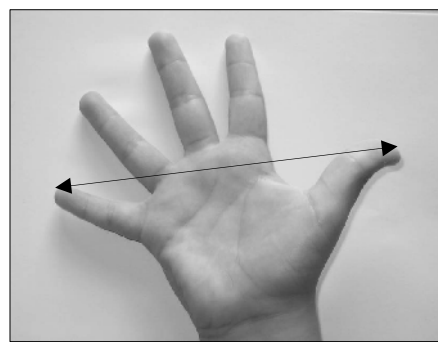


Imagen 5: Tamaño de la mano.

Una vez obtenido el valor de fuerza máxima manual, podremos compararlo con los valores de referencia existentes para cada género y franja de edad (ver anexo 1).

Dinamómetro Isocinético

Una contracción isocinética se define como la contracción muscular que acompaña el movimiento de un miembro alrededor de una articulación a velocidad constante (77).

Gracias a equipos especializados, como es el *Dinamómetro Isocinético Gymnex Iso*, (Imagen 6) podemos mantener constante la velocidad de movimiento a resistencias

excéntricas y concéntricas. Este tipo de equipos son utilizados en evaluación y rehabilitación de las funciones musculares de flexión/extensión de los músculos de la rodilla, si bien puede trabajar con otras articulaciones, como son el tobillo o el hombro.



Imagen 6: *Dinamómetro Isocinético Gymnax Iso*

El sistema reacciona al movimiento del paciente y mantiene constante la velocidad angular (entre 0 a 300°/segundo). De esta forma, se puede determinar a qué angulación el sujeto produce mayor potencia, dado que la contracción muscular es máxima a lo largo de todo el rango de movimiento, o cuál es la ratio isquiotibiales/cuádriceps, relación altamente estudiada con el objeto de prevenir desequilibrios que conduzcan, por ejemplo, a lesiones como la del ligamento cruzado anterior. Un programa de entrenamiento enfatizando en los isquiotibiales puede ayudar a compensar los desequilibrios en la ratio isquiotibiales/cuádriceps (78).

En el caso de la articulación de la rodilla utiliza como indicador del equilibrio entre la relación agonista/antagonista para la flexión/extensión de rodilla, mediante ratios más funcionales, como serían fuerza excéntrica de isquiotibiales/fuerza concéntrica de cuádriceps (para la extensión), o fuerza concéntrica de isquiotibiales/fuerza excéntrica de cuádriceps (para la flexión) (79).

IV. INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

A continuación se muestran una serie de herramientas de utilidad en la valoración de la condición física que podrán ser empleadas en la realización de la práctica (anexo 1).

Anexo 1: Valoración de la Condición Física en adultos (protocolos, valores comparativos de referencia y hojas de registro)

EVALUACIÓN DE LA CONDICION FÍSICA

TEST DE ADAPTACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA AL EJERCICIO:

TEST DE RUFFIER- DICKSON:

30 flexiones en 45 segundos, varones
20 flexiones 30 segundos, mujeres.

P1: FC en reposo (basal)
P2: FC al acabar el esfuerzo (adaptación)
P3: FC al minuto de terminar el esfuerzo (recuperación)

INDICE DE RUFFIER-DICKSON: $[(P2-70) + (P3-P1)] / 10$

GRUPOS NORMATIVOS:

0-3: EXCELENTE
4-6: NORMAL
7-8: DÉBIL
>8: INAPTO

Material:
Cronómetro
Pulsómetro
Metrónomo

CAPACIDAD AERÓBICA

TEST DE MARCHA DE 2 KM (andando, sin correr):

Cálculo del **VO2 máx.** (ml/kg/min):

Hombres: $184.9 - 4.65 \times \text{tiempo} - 0.22 \times \text{RC} - 0.26 \times \text{edad} - 1.05 \times \text{IMC}$

Mujeres: $116.2 - 2.98 \times \text{tiempo} - 0.11 \times \text{RC} - 0.14 \times \text{edad} - 0.39 \times \text{IMC}$

*Tiempo= duración de la marcha en minutos y fracción de minuto
(p.e., 15 minutos 30 segundos= 15.5 min.)*

RC=ritmo cardiaco a la llegada (en pulsaciones/minuto)

Indice de masa corporal= peso (Kg)/talla²(metros)

Edad= en años



Tabla-regla 1. El agarre óptimo del dinamómetro según la talla de la mano es calculado mediante la ecuación (en mujeres mayores de 19 años) $y = x / 5 + 1.1$, donde y = longitud idónea del agarre; x = tamaño de la mano desde los extremos de los dedos pulgar y meñique. En hombres (mayores de 19 años) la medida de ajunte del maneral del dinamómetro es igual a 5,5.

TALLA DE LA MANO (real cm)	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22	22.5	23	23.5	24	24.5	25	25.5

Valores de referencia existentes para cada género y franja de edad

CAPACIDAD AERÓBICA: VO₂max (ml/kg/min)						
HOMBRES (años)		Muy bajo	Bajo		Medio	
18	24	< 35	36	39	40	49
25	34	< 30	31	34	35	44
35	44	< 25	26	29	30	39
45	54	< 20	21	24	25	34
55	64	< 15	16	19	20	29
65	100	< 10	11	14	15	24
MUJERES (años)		Muy bajo	Bajo		Medio	
18	24	< 25	26	29	30	39
25	34	< 25	26	29	30	34
35	44	< 25	26	29	30	34
45	54	< 20	21	24	25	29
55	64	< 10	14	14	15	19
65	100	< 7	8	11	12	16

DINAMOMETRÍA MANUAL (kg)							
HOMBRES (años)		Muy bajo	Bajo		Medio		Muy alto
18	24	72	73	84	85	97	> 111
25	34	69	70	80	81	92	> 105
35	44	59	60	74	75	90	> 107
45	54	60	61	73	74	87	> 102
55	64	52	53	63	64	75	> 88
65	100	45	46	57	58	70	> 84
MUJERES (años)		Muy bajo	Bajo		Medio		Muy alto
18	24	39	40	49	50	60	> 73
25	34	32	33	43	44	55	> 69
35	44	27	28	41	42	56	> 73
45	54	28	29	36	37	45	> 56
55	64	22	23	31	31	39	> 50
65	100	11	12	26	27	32	> 40

Hoja de recogida de datos de condición física

Nombre y apellidos: _____						Fecha de evaluación: ____ / ____ / ____					
Frecuencia cardíaca basal, en reposo y máxima											
FC basal= _____ lat/min; FC de reposo= _____ lat/min; FC máxima teórica= $208 - 0.7 \times \text{edad}$: _____ lat/min. Tasa de reserva cardíaca (TRC)= FC máxima teórica – FC basal= _____ lat/min. FC Cardiosaludable = 50 % de la TRC = $(110 \times 0.50) + \text{FC basal}$ = _____ lat/min. 75 % de la TRC = $(110 \times 0.75) + \text{FC basal}$ = _____ lat/min. FC Entrenamiento = 75 % de la TRC = $(110 \times 0.75) + \text{FC basal}$ = _____ lat/min. 85 % de la TRC = $(110 \times 0.85) + \text{FC basal}$ = _____ lat/min.											
Adaptación cardiorrespiratoria aguda, evaluando la respuesta de la FC a un esfuerzo estándar (Índice Ruffier-Dickson)											
P1 = _____; P2 = _____; P3 = _____						IRD = $[(P2 - 70) + (P3 - P1)] / 10$ = _____					
Adaptación cardiorrespiratoria crónica, evaluando la capacidad aeróbica (Test 2 km)											
Tiempo(minutos)= _____; Edad= ____; Frecuencia cardíaca (al finalizar el test)= _____; IMC= peso (kg) / talla ² (m)= _____											
VO2 máx. (ml/kg/min.)= _____						Mets = VO2 máx. (ml/kg/min) / 3.5 ml/kg/min = _____					
Fuerza muscular (Dinamometría manual)											
Fuerza Máxima Isométrica (kg)		1º intento		2º intento		Suma (kg)					
		Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Sumatorio (kg) mejores resultados					

COMENTARIOS E INTERPRETACIÓN DE LA PRÁCTICA

[illegible]

[illegible]

[illegible]

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Lee CD, Folsom AR, Blair SN. Physical activity and stroke risk. *Stroke* 2003;34:2475.
- 2) Cheng YJ, Macera CA, Addy CL, Sy FS. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *British J Sports Med* 2003;37:521.
- 3) Endres M, Gertz K, Lindauer U, Katchanov J, Schultze J, Schröck H, et al. Mechanisms of stroke protection by physical activity. *Ann Neurol* 2003;54:582-90.
- 4) Lucía A, Earnest C, Pérez M. Cancer-related fatigue: can exercise physiology assist oncologists? *Lancet Oncology* 2003;4:616-25.
- 5) Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273:402-7.
- 6) Fletcher GF, Balady G, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, et al. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans: a statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 1996;94:857-62.
- 7) American College of Sports Medicine. Position Stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-91.
- 8) American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- 9) Robert J, Barry PH D. Promoting and prescribing exercise for the elderly. *Am Fam Physician* 2002;65:419-26.
- 10) Healthy People 2010. Leading health indicators. 2000. Disponible en: <http://www.healthypeople.gov/>
- 11) Mendoza R, Sagraera MR, Batista JM. Conductas de los escolares españoles relacionadas con la salud (1986-1990). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1994.
- 12) García-Ferrando M. Los españoles y el deporte, 1980-1995 (un estudio sociológico sobre comportamientos, actitudes y valores). Consejo Superior de Deportes, Madrid; Valencia: Tirant lo blanch, 1997.
- 13) Myers J, Atwood JE, Froelicher V. Active lifestyle and diabetes [editorial]. *Circulation* 2003b;107:2392-4.

- 14) García Montes ME. Actitudes y comportamientos de la mujer granadina ante la práctica física de tiempo libre. Tesis Doctoral: Universidad de Granada, 1997.
- 15) Colditz GA. Economic costs of obesity and inactivity. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(11 Suppl):663S-7S.
- 16) Katzmarzyk PT, Gledhill N, Shephard RJ. The economic burden of physical inactivity in Canada. *CMAJ* 2000;163:1435-40.
- 17) Perkins AJ, Clark DO. Assessing the association of walking with health services use and costs among socioeconomically disadvantaged older adults. *Prev Med* 2001;32:492-501.
- 18) Dorn J, Naughton J, Imamura D, Trevisan M. Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise an long-term survival in myocardial infarction patients: the National Exercise and Heart Disease Project (NEHDP). *Circulation* 1999;100:1764-9.
- 19) Erikssen G. Physical fitness and changes in mortality: the survival of the fittest. *Sports Med* 2001;31:571-6.
- 20) Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation* 2003;108:1554-9.
- 21) Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002;346:793-801.
- 22) Pérez Samaniego VM. El cambio de las actitudes hacia la actividad física relacionada con la salud: una investigación con estudiantes de magisterio especialistas en educación física. Tesis doctoral: Universidad de Valencia, 1999.
- 23) Tercedor P. Estudio sobre la relación entre actividad física habitual y condición física-salud en una población escolar de 10 años de edad. Tesis Doctoral: Universidad de Granada, 1998.
- 24) Carnethon MR, Gidding SS, Nehgme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory Fitness in Young Adulthood and the Development of Cardiovascular Disease Risk Factors. *JAMA* 2003;290:3092-100.
- 25) Balady GJ. Survival of the fittest-more evidence [Editorial]. *N Engl J Med* 2002;346: 852-4.
- 26) Blair SN, Brodney S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(11 Suppl):646-62.
- 27) Byers T, Nestle M, McTiernan A, Doyle C, Currie-Williams A, Gansler T, et al. American Cancer Society guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention. *CA Cancer J Clin* 2002;52:92-119.

- 28) Myers J. Exercise and cardiovascular health [Editorial]. *Circulation* 2003a;107:2-5.
- 29) Mora S, Redberg RF, Cui Y, Whiteman MK, Flaws JA, Sharrett AR, et al. Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA* 2003;290:1600-7.
- 30) Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory Fitness and the Risk for Stroke in Men. *Arch Intern Med* 2003;163:1682-8.
- 31) Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ; ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004;328(7433):189.
- 32) Mather AS, Rodriguez C, Guthrie MF, McHarg AM, Reid IC, McMurdo ME. Effects of exercise on depressive symptoms in older adults with poorly responsive depressive disorder: randomised controlled trial. *Br J Psychiatry* 2002;180:411-5.
- 33) Goodwin RD. Association between physical activity and mental disorders among adults in the United States. *Prev Med* 2003;36:698-703.
- 34) Kirkcaldy BD, Shephard RJ, Siefen RG. The relationship between physical activity and self-image and problem behaviour among adolescents. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2002;37:544-50.
- 35) Strawbridge WJ, Deleger S, Roberts RE, Kaplan GA. Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. *Am J Epidemiol* 2002;156:328-34.
- 36) Blumenthal JA, Babyak MA, Moore KA, Craighead WE, Herman S, Khatri P, et al. Effects of exercise training on older patients with major depression. *Arch Intern Med* 1999;159:2349-56.
- 37) Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, Mojica WA, Maglione M, Suttorp MJ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 2004;;328:680.
- 38) Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation* 1999;99: 963-72.
- 39) Stefanick ML, Mackey S, Sheehan M, Ellsworth N, Haskell WL, Wood PD. Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol. *N Engl J Med* 1998;339:2-20.
- 40) Laukkanen JA, Lakka TA, Rauramaa R, Kuhanen R, Venalainen JM, Salonen R, et al. Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Arch Intern Med* 2001;161:825-31.

- 41) Lee CD, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and smoking-related and total cancer mortality in men. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:735-9.
- 42) Evenson KR, Stevens J, Cai J, Thomas R, Thomas O. The effect of cardiorespiratory fitness and obesity on cancer mortality in women and men. *Med. Sci. Sports Exerc* 2003;35:270-7.
- 43) Sawada SS, Muto T, Tanaka H, Lee IM, Paffenbarger RS Jr, Shindo M, et al. Cardiorespiratory Fitness and Cancer Mortality in Japanese Men: A Prospective Study. *Med Sci Sports Exerc* 2003a;35:1546-50.
- 44) Seibaek M, Vestergaard H, Burchardt H, Sloth C, Torp-Pedersen C, Nielsen SL, et al. Insulin resistance and maximal oxygen uptake. *Clin Cardiol* 2003;26:515-20.
- 45) Sawada SS, Lee IM, Muto T, Matuszaki K, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men. *Diabetes Care* 2003b;26:2918-22.
- 46) Bertoli A, Di Daniele N, Ceccobelli M, Ficara A, Girasoli C, De Lorenzo A. Lipid profile, BMI, body fat distribution, and aerobic fitness in men with metabolic syndrome. *Acta Diabetol* 2003;40(1 Suppl):130S-3S.
- 47) Lakka TA, Laaksonen DE, Lakka HM, Mannikko N, Niskanen LK, Rauramaa R, et al. Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1279-86.
- 48) Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, et al. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; 58:176-80.
- 49) Barnes DE, Yaffe K, Satariano WA, Tager IB. A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:459-65
- 50) Ackermann RT, Cheadle A, Sandhu N, Madsen L, Wagner EH, LoGerfo JP. Community exercise program use and changes in healthcare costs for older adults. *Am J Prev Med* 2003;25:232-7.
- 51) Karpansalo M, Lakka TA, Manninen P, Kauhanen J, Rauramaa R, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and risk of disability pension: a prospective population based study in Finnish men. *Occup Environ Med* 2003;60:765-9.
- 52) Pronk NP, Martinson B, Kessler RC, Beck AL, Simon GE, Wang P. The association between work performance and physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity. *J Occup Environ Med* 2004;46:19-25.
- 53) Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:B359-65.

- 54) Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med* 2003;25:S141-9.
- 55) Ruiz JR, Mesa JL, Castillo MJ, Gutiérrez A. Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *J Hand Surg* 2002;27:897-901.
- 56) Hulsmann M, Quittan M, Berger R, Crevenna R, Springer C, Nuhr M, et al. Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *Eur J Heart Fail* 2004;6:101-7.
- 57) Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, Mojica WA, Maglione M, Suttorp MJ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 2004;328(7441):680.
- 58) Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matters B, Shan A, Williams P. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1685-92.
- 59) Hoidrup S, Sorensen TI, Stroger U, Lauritzen JB, Schroll M, Gronbaek M. Leisure-time physical activity levels and changes in relation to risk of hip fracture in men and women. *Am J Epidemiol* 2001;154:60-8.
- 60) González-Gross M, Ruiz JR, Moreno LA, de Rufino-Rivas P, Garaulet M, Mesana MI, et al. Body composition and physical performance of Spanish adolescents. The AVENA pilot study. *Acta Diabetol* 2003;40(1 Suppl):299S-301S.
- 61) Mesa JL, Ruiz JR, Gutiérrez A, Gonzalez-Gross M, Moreno LA, Perez-Prieto R, Hernandez JJ, et al. Does the present aerobic fitness in adolescents guarantee cardiovascular health?. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(5 Suppl):179S.
- 62) Ruiz JR, Martín M, Medina S, Moreno LA, Perez-Prieto R, García-Prieto MD, et al. Physical activity and body composition of spanish adolescents. the AVENA study. *Ann Nut Metab* 2003;47:498.
- 63) Ortega F, Ruiz JR, Gutiérrez A, Castillo MJ, Moreno LA. Anthropometric evaluation-interpretation software for children, adolescents and adults. *Ann Nut Metab* 2003;47:508.
- 64) Tercedor P, Gonzalez-Gross M, Delgado M, Chillón P, Pérez I, Ruiz JR, et al. Motives and frequency of physical activity practice in spanish adolescents. The AVENA study. *Ann Nut Metab* 2003;47:499.
- 65) Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte. EUROFIT. Test europeo de aptitud física. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, 1992.
- 66) Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988 Summer; 6(2):93-101.

- 67) Liu NY, Plowman SA, Looney MA. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res Q Exerc Sport*. 1992 Dec;63(4):360-5.
- 68) Espana-Romero V, Artero EG, Santaliestra-Pasias AM, Gutierrez A, Castillo MJ, Ruiz JR. Hand span influences optimal grip span in boys and girls aged 6 to 12 years. *J Hand Surg Am*. 2008 Mar;33(3):378-84.
- 69) Ruiz JR, Espana-Romero V, Ortega FB, Sjostrom M, Castillo MJ, Gutierrez A. Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *J Hand Surg Am*. 2006 Oct; 31(8):1367-72.
- 70) Vicente-Rodriguez, G., Libersa, C., Mesana, M. I., Beghin, L., Iliescu, C., Moreno Aznar, L. A., et al. (2007). Healthy lifestyle by nutrition in adolescence (HELENA). A new EU funded project. *Therapie*, 62(3), 259-270.
- 71) Hagstromer M, Bergman P, De Bourdeaudhuij I, et al. Concurrent validity of a modified version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA Study. *International Journal of Obesity*. 2008;32: S42-S48.
- 72) Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Butte NF. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obesity Research*. 2002; 10(3):150-7.
- 73) Freedson P, Pober D, Janz KF. Calibration of accelerometer output for children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005; 37(11 Suppl):S523-S530
- 74) Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Andersen LB, Brage S. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia*. 2007; 50(9):1832-40.
- 75) Sardinha LB, Baptista T, Ekelund U. Objectively measured physical activity and bone strength in 9-year-old boys and girls. *Pediatrics*. 2008;122(3):E728-E736.
- 76) Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, Gonzalez-Gross M, Warnberg J, et al. [Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study)]. *Rev Esp Cardiol*. 2005 Aug;58(8):898-909.
- 77) Baltzopoulos, V. & Brodie, D. A. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Med*. 1989, 8(2):101-16.
- 78) Holcomb, W. R., Rubley, M. D., Lee, H.J. & Guadagnoli, M. A. Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring:quadriceps strength ratios. *J Strength Cond Res*. 2007, 21(1):41-7.
- 79) Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B. & Dyhre-Poulsen, P. A New Concept For Isokinetic Hamstring:Quadriceps Muscle Strength Ratio. *The American Journal of Sports Medicine*. 1995, 26(2).