

# **Valoració dinamomètrica específica en medicina de l'esport**

## **Valoración dinamométrica específica en medicina del deporte**

---

Dr. D. Brotons, Dr. J.A. Gutiérrez, Dra. M. Melloni, Dr. J. Vives, Sr. R. Soria  
Centre de Medicina de l'Esport de Barcelona

---

### **1. Introducció**

Definim força muscular com la quantitat de força que poden produir els músculs en un simple esforç màxim.<sup>1</sup> Ara bé, més que el concepte generalitzat ens interessa analitzar els tipus de força existents i la combinació dels quals provocarà la intensitat amb què es realitza un determinat gest esportiu per, entre altres aspectes, poder valorar objectivament la bona assimilació de l'entrenament, tant de potència com de resistència muscular.

Prèvia valoració dinamomètrica, hem de tenir en compte el comportament mecànic del múscul en contracció, principalment en el que es refereix a l'angle de tracció del múscul, ja que la seva força òptima es troba prop o en el seu angle òptim de tracció (colze 115°), a la longitud del múscul, puix que la màxima tensió activa es produeix en un múscul que està estès lleugerament més enllà de la seva longitud normal de repòs en el cos, i hem de tenir en compte també la velocitat de contracció la qual, com que augmenta, fa que la força desenvolupada disminueixi i és inversament proporcional.

Qualitativament, en la valoració muscular hem de distingir fonamentalment tres tipus de contracció:

- A. Isomètrica; La tensió o capacitat d'escurçament existent NO desplaça els segments ossis.
- B. Excèntrica; La tensió existent en els músculs agonistes es veu vençuda i els segments ossis es desplacen en el sentit de l'acció antagonista muscular.

### **1. Introducción**

Definimos fuerza muscular como la cantidad de fuerza que pueden producir los músculos en un simple esfuerzo máximo.<sup>1</sup> Ahora bien más que el concepto generalizado, nos interesa analizar los tipos de fuerza que existen y cuya combinación provocara la intensidad con que se realiza determinado gesto deportivo, para entre otros aspectos, poder valorar objetivamente la buena asimilación del entrenamiento tanto de potencia como resistencia muscular.

Previa valoración dinamométrica, debemos tener en cuenta el comportamiento mecánico del músculo en contracción, principalmente en lo que se refiere al ángulo de tracción del músculo, pues su fuerza óptima se halla cerca o en su ángulo óptimo de tracción (codo 115°), a la longitud del músculo, pues la máxima tensión activa se produce en un músculo que está extendido ligeramente mas allá de su longitud normal de reposo en el cuerpo, y hemos de tener en cuenta también la velocidad de contracción, que cuanto que aumenta, la fuerza desarrollada disminuye, es inversamente proporcional.

Cualitativamente, en la valoración muscular hemos de distinguir fundamentalmente tres tipos de contracción:

- A. Isométrica: La tensión o capacidad de acortamiento existente NO desplaza los segmentos óseos.
- B. Excéntrica: La tensión existente en los músculos agonistas se ve vencida desplazándose los

C. Concèntrica; La tensió muscular existent desplaça els segments ossis en sentit de l'acció agonista muscular, i pot ser:

- Isotònica. El component força roman constant variant la velocitat al llarg de l'arc articular.
- Isocinètica; El component velocitat roman constant, variant la força al llarg de l'arc articular.

En la valoració dinamomètrica s'utilitzen tests senzills (de camp) basats en exercicis de pliometria, instruments com els dinamòmetres o tensiòmetres per mesurar la força isomètrica, o els diversos tipus de màquines comercials (Gym Universal) que s'utilitzen per mesurar la força isotònica, ja que es produeix igual força en tot el moviment.

Igualment, hi ha aparells sofisticats que ens proporcionen una sèrie de dades amb un mínim marge d'error, però que no tots els centres de medicina de l'esport en poden disposar a causa del seu cost elevat. Són:

- A. Ergojumpr – Bosco System o plataforma de força. Es realitzen salts verticals, amb un angle aproximat de 90° del genoll, i es van fent amb o sense càrregues progressives, suportant damunt les espatlles de 0 fins a 150-200% del pes corporal, sobre una plataforma connectada a un sistema electrònic, per mesurar el temps de vol emprat. Obtenim una relació força i velocitat (força explosiva) que ens facilita informació útil dels efectes provocats per l'entrenament sobre grups musculars i fins i tot ens dona la possibilitat de poder discriminar i individualitzar les característiques morfològiques dels atletes responsables de les diferents activitats esportives.
- B. Dinamòmetre rotatori isocinètic CYBEX, que permet mesurar la força, en Newtons/metre, a velocitats angulars pre-determinades (graus/segon). Solament es posa en joc una sola articulació en un si dels seus plans en moviment. Controla el grup muscular agonista i antagonista. Representa un mètode per entrenar la musculatura al 100% durant tot el moviment, tenint en compte les possibilitats fisiològiques.
- C. Màquina isocinètica ISOKINEX, que ens dona la mateixa informació que l'anterior tot i que la mecànica és diferent, ja que consta d'un circuit tancat, amb un control de pressió interna que és proporcional a l'esforç que l'individu fa sobre el pedal i que a la vegada queda reflectida en els manòmetres. Hi han dos reguladors de velocitat, un per a la flexió i un altre per a l'extensió.

A través d'aquest estudi, volem donar peu a una valoració dinamomètrica específica dels diferents grups musculars, amb uns mitjans molt més a l'abast dels distints centres de medicina de l'esport que no els citats anteriorment, i encara que el treball muscular realitzat sigui exclusivament isomètric, ens pot ajudar també a diagnosticar dèficits musculars i valorar el resultat a l'entrenament, ba-

segmentos óseos en el sentido de la acción antagonista muscular.

C. Concèntrica: La tensión muscular existente desplaza los segmentos óseos en sentido de la acción agonista muscular, y puede ser:

- Isotónica, el componente fuerza permanece constante variando la velocidad a lo largo del arco articular.
- Isocinética; el componente velocidad permanece constante, variando la fuerza a lo largo del arco articular.

En la valoración dinamométrica se utilizan tests sencillos (de campo) basados en ejercicios de pliometria, instrumentos como los dinamómetros o tensiómetros para medir la fuerza isométrica, o los varios tipos de máquinas comerciales (Gym Universal) que se usan para medir la fuerza isotónica, pues se produce igual fuerza en todo el movimiento.

De igual forma, existen aparatos sofisticados que nos proporcionan una serie de datos con un mínimo margen de error, pero que no todos los centros de medicina del deporte pueden disponer por su elevado coste, tales son:

- A. Ergojumpr – Bosco System o plataforma de fuerza. Se realizan saltos verticales, con un ángulo aproximado de 90° de la rodilla, y se van haciendo con o sin cargas progresivas, soportando sobre los hombros de 0 hasta 150-200% del peso corporal, sobre una plataforma conectada a un sistema electrónico, para medir el tiempo de vuelo empleado. Obtenemos una relación fuerza y velocidad (fuerza explosiva) que nos facilita información útil de los efectos provocados por el entrenamiento sobre grupos musculares e incluso nos da la posibilidad de poder discriminar e individualizar las características morfológicas de los atletas responsables de las diferentes actividades deportivas.
- B. Dinamómetro rotatorio isocinético CYBEX, que permite medir la fuerza, en Newtons/metro, a velocidades angulares predeterminadas (grados/segundo). Solo se pone en juego una sola articulación en uno solo de sus planos de movimiento. Controla el grupo muscular agonista y antagonista. Representa un método para entrenar la musculatura al 100% durante todo el movimiento, teniendo en cuenta las posibilidades fisiológicas.
- C. Máquina isocinética ISOKINEX, que nos da la misma información que la anterior si bien la mecánica es diferente, pues consta de un circuito cerrado, con un control de presión interna que es proporcional al esfuerzo que el individuo hace sobre el pedal y que a su vez queda reflejada en los manómetros. Existen dos reguladores de velocidad, uno para flexión y otro para la extensión.

sant-nos sempre en la repetició i la reproducció de l'exploració.

## 2. Material

### A. Població

Està composta per 50 esportistes en actiu, exclusivament del sexe masculí, ja que del que es tracta és de buscar la màxima fiabilitat de l'estudi per poder aplicar-lo a tota mena d'esportistes. L'edat oscil·la entre 19 i 27 anys, tot i que l'aspecte principal és haver superat del tot el desenvolupament puberal.

Com a grup control, i per poder relacionar d'alguna manera els resultats obtinguts, s'han recollit les valoracions de 28 esportistes de sexe masculí, a l'Institut de Fisiologia de l'Esforz de la Universitat de Milà, les edats dels quals oscil·len entre 18 i 27 anys, amb una mitjana de 22,8, i practicants de voleibol i bàsquet; els mesuraments han estat realitzats amb el dinamòmetre isocinètic CYBEX descrit anteriorment i centrant l'estudi en les articulacions del genoll i el turmell.

### B. Material tècnic

- Bàscula de contrapés, amb una sensibilitat de 100 grs i una capacitat entre 0 i 150 kg.
- Tallòmetre vertical, amb sensibilitat de 10 mm i capacitat fins a 2 m sobre una base horitzontal.
- Cinta mètrica metàl·lica, de precisió 1 mm.
- Ordinador Apple // C amb impressora SEIKOSA S.P. 100 A.P.
- Dinamòmetre isocinètic CYBEX
- Dinamòmetre mecànic Martin-Marten, amb possibilitat de mesurament fins a 300 K i amb una precisió del 2% del valor final de l'escala.
- Antropòmetre d'1 mm de precisió.
- Taula de valoració ergomètrica, dissenyada en el nostre Centre de Medicina de l'Esport.

## 3. Metodologia

La determinació de la força màxima isomètrica s'ha realitzat segons les següents posicions:

### A. Tren superior

#### A.1. ESPATLLA:

**Abducció:** Esportista assegut amb el braç a un costat, i amb el colze flexionat lleugerament. Es fixa amb fermesa l'omòplata. La força màxima es realitzarà amb el braç a 45-90° separat del cos.

**Adducció:** En la mateixa posició tot i que la força es realitzarà amb el braç abduït 90° i rotat sobre

A través de este estudio, queremos dar pie a una valoración dinamométrica específica de los distintos grupos musculares de medicina del deporte, que los anteriormente citados, y aunque el trabajo muscular realizado sea exclusivamente isométrico, pudiera ayudarnos también a diagnosticar déficits musculares y valorar el resultado del entrenamiento, basándonos siempre en la repetición y reproducción de la exploración.

## 2. Material

### A. Población

Està composta per 50 deportistas en activo, del sexo masculino exclusivamente, por cuanto que lo que se trata es buscar la máxima fiabilidad del estudio para poder aplicarlo a todo tipo de deportistas. La edad oscila entre 19 y 27 años, si bien lo principal es haber superado el desarrollo puberal por completo.

Como grupo control, y para poder relacionar de alguna manera los resultados obtenidos, se han recogido las valoraciones de 28 deportistas de sexo masculino, en el Instituto de Fisiología del Esfuerzo de la Universidad de Milán, y cuyas edades oscilan entre 18 y 27 años, con una media de 22,8, y practicantes de voleibol y baloncesto; las mediciones han sido realizadas con el dinamómetro isocinético CYBEX, descrito anteriormente y centrandolo en las articulaciones de la rodilla y el tobillo.

### B. Material tècnic

- Bàscula de contrapeso, con una sensibilidad de 100 gr y una capacidad entre 0 y 150 kg.
- Tallòmetre vertical, con sensibilidad de 10 mm y capacidad hasta 2 m sobre una base horitzontal.
- Cinta mètrica metàl·lica, de precisió 1 mm.
- Ordenador Apple // C con impresora SEIKOSA S.P. 100 A.P.
- Dinamómetro isocinético CYBEX.
- Dinamómetro mecánico Martin-Marten, con posibilidad de medición hasta 300 kg y con una precisión del 2% del valor final de la escala.
- Antropómetro de 1 mm de precisión.
- Mesa de valoración ergométrica, diseñada en nuestro centro de medicina del deporte.

## 3. Metodología

La determinación de la fuerza máxima isométrica se ha realizado según las siguientes posiciones:

l'espatlla en el pla transversal.

*Rotació externa:* Esportista en posició supina, amb el braç amb 90° d'abducció i recolzat sobre la taula, i l'avantbraç pendent verticalment en el cantell d'aquesta. Es fixa l'escàpula.

*Rotació interna:* Esportista en posició prona, amb el braç en 90° d'abducció i recolzat sobre la taula.

*Flexió:* Posició asseguda amb el braç a un costat, el colze lleugerament flexionat i el palmell cap avall per prevenir la rotació externa en l'espatlla. Es fixa l'omòplat. Força màxima entre 45°-90° respecte a la vertical.

*Extensió:* En la mateixa posició. La força màxima es troba entre -30° a -90°.

#### A.2. COLZE:

*Flexió:* L'esportista assegut amb el braç a un costat i l'avantbraç en supinació. La fixació ve donada pel pes del braç i els músculs fixadors de l'omòplat. Els valors màxims es troben entre 100° i 140° de flexió de colze.

*Extensió:* Avantbraç del subjecte en posició paral·lela al tronc. La força màxima es troba amb el colze a 90°.

#### A.3. CANELL

*Extensió:* Avantbraç en pronació, sobresortint l'articulació ràdio-carpiana del cantell de la taula ergomètrica. Es fixa braç i avantbraç.

*Flexió:* Avantbraç en supinació, en les mateixes condicions que el moviment anterior.

### B. Tren inferior

#### B.1. MALUCS

L'esportista es col·loca de peu, davant la taula ergomètrica, lleugerament separat d'ella. Se subjecta al cantell de la taula per ajudar a estabilitzar el tronc. Es fixa la pelvis manualment. El membre a valorar es trobarà separat de l'eix vertical corresponent entre 40°-60°.

*Flexió:* L'individu d'esquema a la taula.

*Extensió:* Es col·loca de front.

*ADD/ABD:* Es col·loca lateral a la taula de valoració.

#### B.2. TURMELL

*Flexió plantar:* L'individu es troba en decúbit dorsal amb el genoll totalment estès a l'articulació del turmell sobresortint del cantell de la taula, d'una manera tal que permeti tot l'arc de moviment de la flexió plantar. La força màxima isomètrica l'hem realitzat quan l'eix predominant del peu es troba a 90° en relació amb el propi de la cama. Estabilitzant bé el genoll la fixació ve donada pel pes de la

### A. Tren superior

#### A.1. HOMBRO:

*Abducció:* Deportista sentado con el brazo a un lado, y con el codo flexionado ligeramente. Se fija con firmeza el omoplato. La fuerza máxima se realizará con el brazo a 45-90° separado del cuerpo.

*Adducció:* En la misma posición aunque la fuerza se realizará con el brazo abducido 90° y rotado sobre el hombro en el plano transversal.

*Rotación Externa:* Deportista en posición supina, con el brazo en 90° de abducción y apoyado sobre la mesa, y el antebrazo pendiendo verticalmente en el borde de ella. Se fija la escápula.

*Rotación interna:* Deportista en posición prona, con el brazo en 90° de abducción y apoyado sobre la mesa.

*Flexión:* Posición sentada con el brazo a un lado, el codo ligeramente flexionado y la palma hacia abajo para prevenir la rotación externa en el hombro. Se fija el omoplato. Fuerza máxima entre 45-90° respecto la vertical.

*Extensión:* En la misma posición. Fuerza máxima se halla entre -30° a -90°.

#### A.2. CODO:

*Flexión:* El deportista sentado con el brazo a un lado y el antebrazo en supinación. La fijación viene dada por el peso del brazo y los músculos fijadores del omoplato. Los valores máximos se hallan entre 100° y 140° de flexión del codo.

*Extensión:* Antebrazo del sujeto en posición paralela al tronco. La fuerza máxima se halla con el codo a 90°.

#### A.3. MUÑECA

*Extensión:* Antebrazo en pronación, sobresaliendo la articulación radio-carpiana del borde de la mesa ergométrica. Se fija brazo y antebrazo.

*Flexión:* Antebrazo en supinación, en las mismas condiciones que en el movimiento anterior.

### B. Tren inferior

#### B.1. CADERA

El deportista se coloca de pie, delante de la mesa ergométrica, ligeramente separado de ella. Se sujeta en la orilla de la mesa para ayudar a estabilizar el tronco. Se fija la pelvis manualmente. El miembro a valorar se hallará separado del eje vertical correspondiente entre 40°-60°.

*Flexión:* El individuo de espaldas a la mesa.

*Extensión:* Se coloca de frente.



cuixa.

*Flexió dorsal:* L'esportista es troba en decúbit supí igual que en el cas anterior, però amb l'articulació del turmell en els límits màxims de l'arc de moviment de la flexió plantar. El genoll es troba igualment en la màxima extensió.

En tots els casos hem de tenir en compte que:

1. S'han realitzat tres mesuraments seguits de descans d'un minut entre ells i una durada màxima de la contracció entre 5-10", escollint com a valor final la mitjana dels tres registres.
2. El moviment s'ha de poder reproduir i repetir en qualsevol moment.
3. Tot i disposar d'un marge de fiabilitat respecte a l'angulació de l'articulació en qüestió per realitzar força isomètrica màxima, segons dades bibliogràfiques i treballs obtinguts en dinamòmetre isocinètic, hem apuntat els graus exactes que ens determina el goniòmetre.
4. El punt de tracció de la resistència el col·locarem al més distant possible de la inserció del grup muscular a estudiar, perquè el moment de força resultant sigui més gran.
5. Prèvia a la valoració dinamomètrica, l'esportista haurà de realitzar exercicis d'estiraments dels grups musculars en qüestió.

Amb el grup control d'esportistes italians, s'han recollit en la CYBEX els resultats de la flexió i l'extensió dels dos genolls, així com l'extensió i la flexió dels dos turmells; utilitzem en tots els casos l'arc de moviment més ampli i les velocitats mínimes de la metodologia tradicional per recollir els valors més alts de força angular.

## 5. Comentari i discussió

La utilització de la força muscular en el rendiment esportiu ha aparegut com una necessitat inqüestionable en les dues últimes dècades, en les quals s'han desenvolupat programes d'entrenament i "eines" per a aquest, que han deixat en el bagul dels records els halters més clàssics. En medicina de l'esport també s'ha donat una gran importància a l'estudi d'aquesta qualitat física i se n'han promogut tècniques de mesurament i control, així com també s'ha buscat escurçar el camí per tal d'obtenir-se millors.

En aquest sentit, s'ha anat evolucionat dels simples dinamòmetres que registren un mesurament isomètric de la força cap a aparells que poden enregistrar-la i monitoritzar-la dinàmicament, sent clarament aquests darrers els que més s'apropen al mesurament de l'aplicació real de la força en un gest esportiu.

Això no obstant, pensem que la mesura isomètrica de la força realitzada per un grup muscular és una representació amb una correlació no excessivament discutible amb la força real que aplica l'es-

*ADD/ABD:* Se coloca lateral a la mesa de valoración.

### B.2. RODILLA

*Extensió:* El deportista sentado con las piernas colgando sobre el borde de la mesa y sujetándose al mismo para fijar el tronco. Debe permitirse inclinarse hacia atrás hasta aliviar la tensión de los isquiotibiales. El dolor o molestia en este grupo muscular inhibe la extensión de la rodilla. Se fija con firmeza la pelvis sin aplicar presión sobre el recto anterior. La fuerza isométrica se realizará en cuanto que el ángulo de la rodilla sea aproximadamente de 115°-120°.

*Flexión:* El deportista se coloca en decúbito ventral con las piernas extendidas. La fijación vendrá dada por la contracción de los músculos iliocostal lumbar y cuadrado lumbar y el peso del muslo y de la pelvis. La fuerza isométrica máxima se realiza entre los 140°-180°, de angulación de la articulación de la rodilla.

### B.3. TOBILLO

*Flexión plantar:* El individuo se halla en decúbito dorsal con la rodilla totalmente extendida y la articulación del tobillo sobresaliendo del borde de la mesa, de tal manera que permita todo el arco de movimiento de la flexión plantar. La fuerza máxima isométrica la hemos realizado cuando el eje predominante del pie se halla a 90° respecto al propio de la pierna. Estabilizando bien la rodilla la fijación viene dada por el peso del muslo.

*Flexión dorsal:* El deportista se halla en decúbito supino igual que en el caso anterior si bien la articulación del tobillo en los límites máximos del arco de movimiento de la flexión plantar. Igualmente la rodilla se halla en máxima extensión.

En todos los casos hemos de tener en cuenta que:

1. Se han realizado tres mediciones seguidas con descanso de un minuto entre ellas y duración máxima de la contracción entre 5-10", escogiéndose como valor final la media de los tres registros.
2. El movimiento ha de poder reproducirse y repetirse en cualquier momento.
3. A pesar de disponer de un margen de fiabilidad respecto a la articulación en cuestión para realizar la angulación de la articulación en cuestión para realizar fuerza isométrica máxima, según datos bibliográficos y trabajos obtenidos en dinamómetro isocinético, hemos apuntado los grados exactos que nos determina el goniómetro.
4. El punto de tracción de la resistencia, lo colocaremos lo más distante posible de la inserción del grupo muscular a estudiar, para que el momento de fuerza resultante sea mayor.

portista en la seva pràctica atlètica. Això s'ha observat clarament després de molts anys d'experiència en laboratoris d'esforç, mai com a criteri de comparació de dos atletes sinó com a seguiment de l'assimilació del treball de musculació en un mateix individu.

Exposades aquestes premisses, juntament amb els nivells econòmics exigits i els coneixements biomecànics necessaris per a la correcta valoració de la força muscular de manera dinàmica (Cybex, plataforma de força...) ens ha mogut a intentar representar, amb l'ajuda d'un dinamòmetre isomètric i un sistema d'anclatges simple tan fiable com sigui possible, una *bateria de posicions* que puguin reflectir els diferents grups musculars que defineixen un moviment articular en concret.

ARTICULACION	MOVIMIENTO	DERECHA		IZQUIERDA		I. CORRELACION
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	
1. HOMBRO	ABDUCCION	15.15	9.4	14.15	9.18	0.84
	ADDUCCION	12.98	5.78	12.33	5.44	0.84
	ROT. EXTERNA	7.97	3.55	8.40	4.44	0.58
	ROT. INTERNA	13.81	6.42	16.33	5.91	0.78
	FLEXION	27.20	14.44	24.85	11.96	0.79
	EXTENSION	23.62	11.89	20.93	12.30	0.73
2. CODO	FLEXION	18.60	7.19	16.21	7.29	0.85
	EXTENSION	20.29	7.88	18.83	8.86	0.83
3. MUÑECA	EXTENSION	10.40	4.59	8.78	4.53	0.76
	FLEXION	16.20	5.16	15.36	6.50	0.72
4. CADERA	FLEXION	23.54	7.48	21.96	7.65	0.79
	EXTENSION	20.83	7.14	30.80	8.94	0.89
	ABDUCCION	24.65	9.55	25.96	9.80	0.71
	ADDUCCION	20.60	8.56	21.56	8.27	0.84
5. RODILLA	EXTENSION	49.24	18.69	48.55	20.41	0.93
	FLEXION	34.68	7.95	33.24	9.54	0.79
6. TOBILLO	FLEX. DORSAL	17.30	10.82	16.91	10.39	0.93
	FLEX. PLANTAR	26.80	15.22	24.29	15.29	0.92

Taula 1 / Tabla 1

La Taula n° 1 reflecteix els valors mitjans, en quilograms, dels moviments articulars estudiats, observant la variació de força real entre moviments compostos per grups musculars de diferent format, com podria ser l'extensió del genoll en relació amb la rotació interna de l'espatlla. També és clara la semblança entre els valors obtinguts en moviments en els quals el grup muscular estudiat té possibilitats semblants, com per exemple la flexió i l'extensió del colze, l'abducció i l'adducció dels malucs.

A la Taula I bis, queden reflectits, en Newtons/metre, els valors recollits de forma isocinètica. Evidentment, amb la utilització de la Cybex busquem un referent que, per mitjà de la sofisticació, confirmi la validesa dels nostres resultats. Tornem a repetir que aquesta validesa vindrà donada per la utilització d'aquests en la valoració longitudinal de l'entre-

5. Previa a la valoració dinamomètrica, el deportista deberá realizar ejercicios de estiramientos de los grupos musculares en cuestión.

Con el grupo control de deportistas italianos, se han recogido en la CYBEX los resultados de la extensión y flexión de ambos tobillos; utilizamos en todos los casos el más amplio arco de movimiento y las velocidades mínimas de la metodología tradicional para recoger los valores más altos de fuerza angular.

## 5. Comentario y discusión

La utilización de la fuerza muscular en el rendimiento deportivo, ha aparecido como una necesidad incuestionable en las dos últimas décadas; en las cuales se han desarrollado programas de entrenamiento y "herramientas" para el mismo, que han dejado en el baúl de los recuerdos las más clásicas halteras. En medicina del deporte, también se ha dado gran importancia, al estudio de esta cualidad física promoviéndose técnicas de medición y control de la misma, así como buscando acortar el camino para la obtención de mejoras de ésta.

En ese sentido, se ha ido evolucionando, de los simples dinamómetros, que registran una medición isométrica de la fuerza, hacia aparatos que pueden registrarla y monitorizarla dinámicamente, siendo claramente estos últimos los que más se acercan a la medición de la aplicación real de la fuerza en un gesto deportivo.

No obstante, pensamos que la medida isométrica de la fuerza realizada por un grupo muscular determinado es una representación, con una correlación no excesivamente discutible, de la fuerza real que aplica el deportista en su práctica atlética. Esto se ha observado claramente después de muchos años de experiencia en laboratorios de esfuerzo, nunca como criterio de comparación de dos atletas, sino como seguimiento de la asimilación del trabajo de musculación en un mismo individuo.

Estas premisas expuestas, junto a los niveles económicos que se exigen, y los conocimientos biomecánicos necesarios para la correcta valoración de la fuerza muscular de manera dinámica (Cybex, plataforma de fuerza...) nos ha movido a intentar representar, con la ayuda de un dinamómetro isométrico y un sistema de anclajes simple, lo más fiable posible una *bateria de posiciones* que puedan reflejar los diferentes grupos musculares que definen un movimiento articular en concreto.

En la Tabla n° 1, refleja los valores medios, en kilogramos, de los movimientos articulares estudiados, observando la variación de fuerza real entre movimientos compuestos por grupos muscula-

ARTICULACION	MOVIMIENTO	DERECHA		IZQUIERDA		I. CORRELACION
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	
1. RODILLA	FLEXION	223	17,95	227	14,64	0,84
	EXTENSION	303,57	45,73	324,29	34,36	0,70
2. TOBILLO	FLEX.PLANTAR	172,29	20,61	174	13,76	0,67
	FLEX.DORSAL	40	14,38	50,14	5,81	0,75

Taula 1 bis / Tabla 1 bis

ARTICULACION	MOV. AGONISTA/ANTAGONISTA	I. CORRELACION
1. HOMBRO	DERECHA Abd.-Add	0.27
	Rot.ext.-Int.	0.48
	Flex.-Ext.	0.57
	IZQUIERDA Abd.-Add.	0.33
	Rot.Ext.-Int.	0.33
	Flex.-Ext.	0.50
2. CODO	DERECHA Flex.-Ext.	0.57
	IZQUIERDA Flex.-Ext.	0.73
3. CADERA	DERECHA Flex.-Ext.	0.48
	Add.-Abd.	0.60
	IZQUIERDA Flex.-Ext.	0.57
	Add.-Abd.	0.55
4. RODILLA	DERECHA Ext.-Flex.	0.45
	IZQUIERDA Ext.-Flex.	0.45
5. MUÑECA	DERECHA Ext.-Flex.	0.30
	IZQUIERDA Ext.-Flex.	0.38
6. TOBILLO	DERECHA Flex. Dors.-Plant.	0.15
	IZQUIERDA Flex. Dors.-Plant.	0.11

Taula 2 / Tabla 2

ament d'un mateix individu. També és de sentit comú observar que és impossible comparar resultats isomètrics i isocinètics. De tota manera en la relació intrínseca d'un mateix individu en la valoració muscular dels grups antagonistes, així com entre els grups simètrics d'ambdós membres, és on buscarem aquest reforç. D'aquesta manera, observem a la Taula II una molt baixa correlació entre els grups musculars antagonistes de cada moviment articular; valors molt semblants als expressats a la Taula IV, on es reflecteix el grup control limitat a l'articulació del genoll i el turmell.

La Taula III compara els resultats del mateix grup

res de diferent tamaño como pudiera ser la extensión de la rodilla en relación a la rotación interna del hombro. También es clara la semejanza entre los valores obtenidos en movimientos en los que el grupo muscular estudiado tienen parecidas posibilidades, como por ejemplo la flexión y extensión del codo, la abducción y adducción de la cadera.

En la Tabla I bis, viene reflejados, en Newtons/metro, los valores recogidos de forma isocinética. Evidentemente con la utilización de la Cybex buscamos un refrendo que por medio de la sofisticación confirme la validez de nuestros resultados. Volvemos a repetir, que dicha validez vendrá dada por la utilización de los mismos en la valoración longitudinal del entrenamiento de un mismo individuo. También es de perogrullo observar la imposibilidad de comparación entre resultados isométricos e isocinéticos. De todas formas la relación intrínseca de un mismo individuo en la valoración muscular de los grupos antagonistas, así como entre los grupos simétricos de ambos miembros, es donde buscamos ese refuerzo. De esta manera, observamos en la Tabla II una muy baja correlación entre los grupos musculares antagonistas de cada movimiento articular, valores muy parecidos a los expresados en la Tabla IV donde se expresa el grupo control, limitado a la articulación de la rodilla y tobillo.

La Tabla III compara los resultados del mismo grupo muscular en miembros derecho e izquierdo de cada individuo, el alto coeficiente de correlación obtenido con nuestro dinamómetro es superponible al de la Tabla V del grupo control.

Realmente aunque la comprobación científica del sistema propuesto para medición de una fuerza debe completarse claramente con los estudios longitudinales adecuados tanto en individuos con entrenamiento de musculación específico como sin él, creemos que este sistema de medición es total-

ARTICULACION	MOV. SIMETRICO	I. CORRELACION
1. HOMBRO	Abducció	0.84
	Adducció	0.84
	Rot. Externa	0.58
	Rot. Interna	0.78
	Flexió	0.79
	Extensió	0.73
2. CODO	Flexió	0.85
	Extensió	0.83
3. MUÑECA	Extensió	0.76
	Flexió	0.72
4. CADERA	Flexió	0.79
	Extensió	0.89
	Adducció	0.71
	Abducció	0.84
5. RODILLA	Extensió	0.93
	Flexió	0.70
6. TOBILLO	Flex. Dors.	0.93
	Flex. Plant.	0.92

Taula 3 / Tabla 3

muscular en els membres dret i esquerre de cada individu. L'alt coeficient de correlació obtingut amb el nostre dinamòmetre és superposable al de la Taula V del grup control.

Realment, tot i que la comprovació científica del sistema proposat per al mesurament d'una força s'ha de completar clarament amb els estudis longitudinals adequats tant en individus amb entrenament específic de musculació com sense ell, creiem que aquest sistema de mesurament és totalment vàlid a l'hora d'informar els tècnics i esportistes de l'evolució del treball muscular realitzat, així com de la detecció de descompensacions i el pronòstic en la rehabilitació de certes lesions.

## 6. Conclusiones

1. El mesurament del factor força muscular d'un esportista pot ser valorat d'una manera simple en un laboratori amb dinamòmetre isomètric.
2. El seu baix cost permet la possibilitat d'obtenir aquesta informació en qualsevol centre de medicina de l'esport, per molt modest que sigui.
3. El mesurament en cada grup muscular s'ha de realitzar tan exactament com sigui possible, segons criteris biomecànics en les angulacions establertes en la nostra metodologia.
4. Evidentment, la utilització de sistemes més sofisticats completen molt més la informació que no representa la senzilla mesura proposada.

ARTICULACION	MOV. AGONISTA/ANTAGONISTA	I. CORRELACION
1. RODILLA	DERECHA Ext.-Flex.	0,35
	IZQUIERDA Ext.-Flex.	0,43
2. TOBILLO	DERECHA Flex. Dors-Plant.	0,32
	IZQUIERDA Flex. Dors-Plant.	0,44

Taula 4 / Tabla 4

ARTICULACION	MOV. SIMETRICO	I. CORRELACION
1. RODILLA	Flexió	0.64
	Extensió	0.70
2. TOBILLO	Flex. Plant.	0.67
	Flex. Dorsal	0.75

Taula 5 / Tabla 5

mente vàlid a l'hora de informar a los tècnics i deportistas de la evolució del treball muscular realitzat, así como la detección de descompensaciones, y el pronóstico en la rehabilitación de ciertas lesiones.

## 6. Conclusiones

1. La medición del factor fuerza muscular de un deportista puede ser valorada de una manera simple en un laboratorio con dinamómetro isométrico.
2. El bajo coste del mismo, permite la posibilidad de recabar esta información en cualquier centro de medicina del deporte, por modesto que este sea.
3. La medición en cada grupo muscular, ha de realizarse con la mayor exactitud posible, según criterios biomecánicos en las angulaciones establecidas en nuestra metodología.
4. Evidentemente, la utilización de sistemas más sofisticados completan mucho más la información que la sencilla medida propuesta representa.

## Bibliografía

1. LAMB, D.: Fisiología del ejercicio. 1978.
2. DANIELS / WORTHINGHAN.: Pruebas funcionales musculares, 1982.



3. KULIG / ANDREWS / HAY.: Human Strength Curves, 1984.
4. ARIEL, G.B.: Biomechanical analysis of the knee joint during deep knee bends with heavy load.
5. Revista de entrenamiento deportivo. Vol. 1 nº 4-5 Jul.– Octb. 1987.
6. CAMPNEY, H.K.; R.W. WEHR.: Significance of strength variation through a range of joint motion, 1965.
7. OLSON, V.H.; G.L. SMIDT i R.C. JOHNSTON.: The maximum torque generated by the eccentric, isometric and concentric contractions of the hip abductor muscles, 1972.

