

## **Anàlisi crítica dels actuals tests de flexibilitat. Correlació entre alguns dels tests actuals i diverses mesures antropomètriques\***

## **Análisis crítico de los actuales tests de flexibilidad. Correlación entre algunos de los tests actuales y diversas medidas antropométricas\***

Gerard Moras

Llicenciat en Educació Física. Entrenador Nacional de Voleibol. Preparador físic C.A.R. Vb.

### **RESUM**

L'objectiu d'aquest estudi ha estat doble: d'una banda la demostració matemàtica de la influència de les característiques antropomètriques en la valoració final en diversos tests, i d'altra banda la comprovació estadística de la possible correlació entre les diferents formes d'objectivar el grau de flexibilitat mitjançant els tests gir d'espatlles amb bastó i espagat lateral, i diferents paràmetres antropomètrics.

Per fer l'anàlisi estadística s'han escollit, d'un total de 113 esportistes, una mostra de 37 subjectes per l'articulació coxo-femoral i 18 per l'articulació escàpulo-humeral, en funció de la longitud de les extremitats. A cada articulació es poden diferenciar tres subgrups representatius de poblacions amb extremitats petites, mitjanes i grans respectivament. A cada subjecte se li varen determinar cinc distàncies de separació diferents, procurant representar, per a cada grup i articulació, tot el ventall de moviment articular teòric.

Els resultats obtinguts mostren una correlació no massa alta però estadísticament significativa ( $p < 0.001$ ) dels tests 1x, I1 i I2 amb les mesures antropomètriques. En canvi, els tests Iy, Iz, I3, IM i IC presenten una clara independència de les mateixes, la qual cosa els converteix en tests vàlids i fiables per l'avaluació de la flexibilitat.

### **Introducció**

Per controlar l'evolució de l'amplitud de moviment articular es poden utilitzar mesures de longitud i d'angles. Les valoracions angulars, realitza-

### **RESUMEN**

El objetivo de este estudio ha sido doble: una parte de la demostración matemática de la influencia de las características antropométricas en la valoración final en diversos tests, y de otra la comprobación estadística de la posible correlación entre las diferentes formas de objetivar el grado de flexibilidad mediante los tests giro de hombros con bastón y espagat lateral, y diferentes parámetros antropométricos.

Para hacer el análisis estadístico se han escogido de un total de 113 deportistas, una muestra de 37 sujetos para la articulación coxo-femoral y 18 para la articulación escápulo-humeral, en función de la longitud de las extremidades. En cada articulación se pueden diferenciar tres grupos representativos de población con extremidades cortas, medianas y grandes respectivamente. A cada sujeto se le determinaron cinco distancias de separación diferentes, procurando representar, para cada grupo y articulación, todo el abanico de movimiento articular teórico.

Los resultados obtenidos muestran una correlación no demasiado alta, pero estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ), de los tests 1x, I1 e I2 con las medidas antropométricas. En cambio, los tests Iy, Iz, I3, IM e IC presentan una clara independencia de las mismas, lo cual convierte en tests válidos y fiables para la evaluación de la flexibilidad.

### **Introducción**

Para controlar la evolución de la amplitud de movimiento articular se pueden utilizar medidas de longitud y de ángulos. Las valoraciones angulars,

\* Expreso el meu agraïment al CEARE (Centre d'Estudis de l'Alt Rendiment Esportiu) per a la seva contribució material i tècnica en la realització d'aquest treball. Sense el seu recollament aquest treball no hauria estat possible.

\* Expreso mi agradecimiento al CEARE (Centro de Estudios del Alto Rendimiento Deportivo) por su contribución material y técnica en la realización de este trabajo. Sin su apoyo no habría sido posible la misma.

des mitjançant un goniòmetre, permeten apreciar amb molta precisió la flexibilitat articular. Ara bé, les mesures de longitud estan influenciades no solament per la mobilitat articular sinó també per les característiques morfològiques dels atletes, com la longitud de la cama o l'amplada de malucs. Per això, comparar atletes o realitzar estudis longitudinals per determinar l'evolució d'aquesta capacitat durant l'etapa de creixement moltes vegades no té la suficient rigorositat científica. De fet, només podem assegurar que són del tot fiables quan els fem servir per a controlar l'evolució d'un atleta en concret i una vegada completada l'etapa de creixement.<sup>1</sup> En aquest sentit Wear (1963) va demostrar que les persones que presentaven biotipus extrems tenien certa avantatge a l'hora de realitzar la prova de flexibilitat de tocar-se la punta del peu amb els dits. Altres investigadors<sup>2</sup> varen concloure que s'evidenciava una flexibilitat limitada quan es passava el test anterior a adolescents, en el període en que les cames són proporcionalment més llargues en relació al tronc.

Les consideracions anteriors ens han portat a centrar l'objectiu d'aquest estudi a demostrar matemàticament la influència de les mesures antropomètriques en alguns dels tests convencionals que utilitzen mesures de longitud, aprofitant per a presentar el test flexomètric com una solució a la problemàtica esmentada. També s'ha estudiat la possible relació de diversos tests utilitzats per entrenadors i preparadors físics amb determinades mesures antropomètriques.

## Limitacions dels tests convencionals

Primer de tot cal demostrar matemàticament que el resultat obtingut al passar la majoria de tests que basen el seu resultat en la quantificació en centímetres de la distància entre dos punts corporals —com el gir d'espatlles amb bastó, l'espatgat frontal o lateral, el pont, l'abducció de les extremitats inferiors<sup>3,4,5</sup> no és prou correcte.

Imaginem-nos dos atletes que obtenen la mateixa distància de separació ( $Ds_1 = Ds_2$ ;  $Dm_1 = Dm_2$ ;  $DST_1 = DST_2$ ) (Figura 1) al passar qualsevol dels tests convencionals, tenint una mateixa amplada d'espatlles i de malucs, però amb diferent longitud de braç ( $Lb_1 > Lb_2$ ) i de cama ( $Lc_1 > Lc_2$ ) respectivament. Al tenir una mateixa distància de separació, la valoració és que ambdós subjectes tenen la mateixa flexibilitat, la qual cosa cal que es correspongui amb un mateix angle de separació de braços i de cames.

En la Figura 1 es demostra que perquè l'angle sigui el mateix, en les condicions establertes, forçosament les longituds dels braços i de les cames han de ser iguals. Per això, no podem considerar prou fiables els tests que utilitzen com a factor de mesura de la flexibilitat la distància entre dos punts

realizadas mediante un goniómetro, permiten apreciar, con mucha precisión, la flexibilidad articular. Ahora bien, las medidas de longitud están influenciadas no sólo por la motilidad articular, sino también por las características morfológicas de los atletas, como la longitud de la pierna y la amplitud de caderas. Por ello, comparar atletas o realizar estudios longitudinales para determinar la evolución de esta capacidad, durante la etapa de crecimiento, muchas veces no tiene la suficiente rigurosidad científica. De hecho, nada más podemos asegurar que son del todo fiables cuando los hacemos servir para controlar la evolución de un atleta, una vez completada su etapa de crecimiento.<sup>1</sup> En concreto. En este sentido, Wear (1963), demostró que las personas que representaban biotipos extremos, tenían cierta ventaja a la hora de realizar la prueba de flexibilidad de tocarse la punta del pie con los dedos. Otros investigadores<sup>2</sup> concluyeron se evidenciaba una flexibilidad limitada, cuando se pasaba el test anterior a adolescentes, en el período en que las piernas son proporcionalmente más largas en relación al tronco.

Las consideraciones anteriores han llevado a centrar el objetivo de este estudio en demostrar matemáticamente, la influencia de las medidas antropométricas sobre algunos tests convencionales, que utilicen medidas de longitud, aprovechando para presentar el test flexométrico como una solución a la problemática mencionada. También se ha estudiado la posible relación de diversos tests, utilizados por entrenadores y preparadores físicos, con determinadas medidas antropométricas.

## Limitaciones de los tests convencionales

Antes de nada es preciso demostrar, matemáticamente, que el resultado obtenido al pasar la mayoría de tests que basan su resultado en la cuantificación, en centímetros, de la distancia entre dos puntos corporales, —como el giro de hombros con bastón, el espatgat frontal o lateral, el puente, la abducción de las extremidades inferiores<sup>3,4,5</sup> no es asaz correcto.

Imaginemos dos atletas que obtienen la misma distancia de separación ( $Ds_1 = Ds_2$ ;  $DST_1 = DST_2$ ) (Figura 1) al pasar cualquiera de los tests convencionales, tienen una misma amplitud de hombros y caderas, pero con diferente longitud de brazo ( $Lb_1 > Lb_2$ ) y de pierna ( $Lc_1 > Lc_2$ ) respectivamente. Al tener una misma distancia de separación, la valoración es de que ambos sujetos tienen la misma flexibilidad, lo cual hace necesario que se corresponda con un mismo ángulo de separación de brazos y piernas.

En la Figura 1 se demuestra que para que el ángulo sea el mismo, en las condiciones establecidas,

**ART. COXO-FEMORAL**

$$Ds1=Ds2 \quad Ac1=Ac2$$

$$\sin a/2 = ((Ds1-Ae1) / 2) / Lc1$$

$$\sin B/2 = ((Ds2-Ae2) / 2) / Lc2$$

$$a=2 \arcsin ((Ds1-Ae1) / 2Lc1)$$

$$b=2 \arcsin ((Ds2-Ae2) / 2Lc2)$$

$$a=b \quad Lc1=Lc2$$

$$DST1=DST2$$

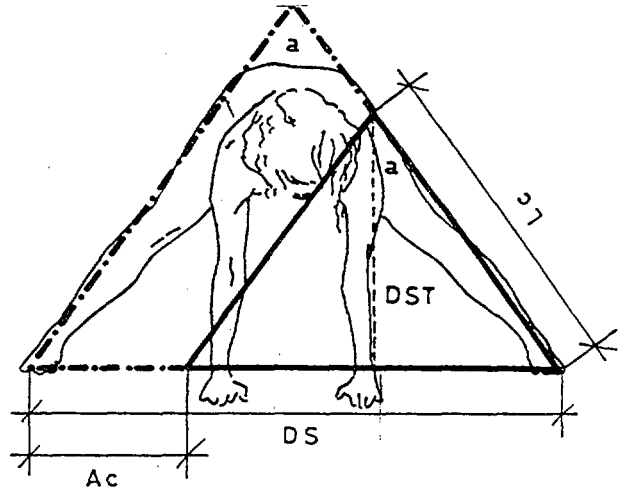
$$\cos a/2 = DST1/Lc1$$

$$\cos b/2 = DST2/Lc2$$

$$a=2 \arccos DST1/Lc1$$

$$b=2 \arccos DST2/Lc2$$

$$a=b \quad Lc1=Lc2$$



**ART. ESCÀPULO-HUMERAL**

$$Dm1=Dm2 \quad Ae1=Ae2$$

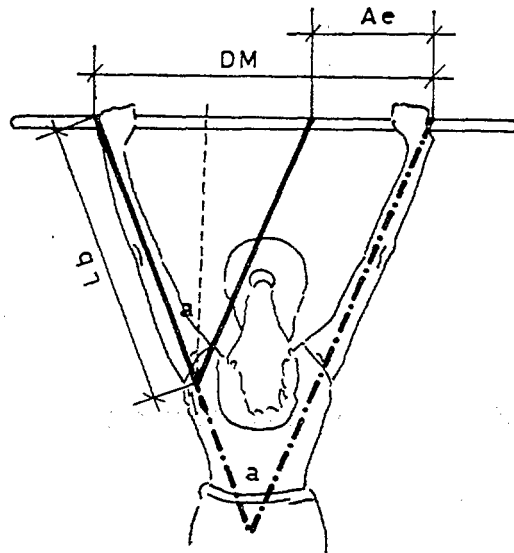
$$\sin a/2 = ((Dm1-Ae1) / 2) / Lb1$$

$$\sin b/2 = ((Dm2-Ae2) / 2) / Lb2$$

$$a=2 \arcsin ((Dm1-Ae1) / 2Lb1)$$

$$b=2 \arcsin ((Dm2-Ae2) / 2Lb2)$$

$$a=b \quad Lb1=Lb2$$



**Figura 1:** Demostració trigonòmica de la influència de les mesures antropomètriques en la valoració final en els tests de flexibilitat convencionals quan es passen a persones amb biotipus diferents. Ds; distància entre ambdós cantons externs del calcàneo; DST; mínima distància entre la sínfisis del pubis i el terra.

**Figura 1:** Demostración trigonométrica de la influencia de las medidas antropométricas en la valoración final en los tests de flexibilidad convencional cuando se pasan a personas con biotipus diferentes. Ds; distancia entre ambos lados externos del calcáneo. DST; mínima distancia entre la sínfisis del pubis y el suelo.

corporals, perquè les diferències antropomètriques enmascaren el resultat.

Quan els tests de flexibilitat evaluen varies articulacions al mateix temps, com és el Tot Flex,<sup>6</sup> flexió de tronc endavant,<sup>3, 4, 5</sup> i altres, cal tenir en compte dos factors:

A) La flexibilitat és específica per a cada articulació. Tenir molta amplitud de moviment en una articulació no assegura tenir-ne molta en altres articulacions.<sup>2, 7, 8</sup> Per això una valoració global de la

forzosamente las longitudes de los brazos y de las piernas han de ser iguales. Por ello, no podemos considerar demasiado fiable los tests que utilizan, como factor de medida de la flexibilidad, la distancia entre dos puntos corporales, porque las diferencias antropométricas enmascaran el resultado.

Cuando los tests de flexibilidad evalúan varias articulaciones al mismo tiempo, como sucede en el Tot Flex,<sup>6</sup> flexión de tronc hacia adelante,<sup>3, 4, 5</sup> y otros, han de tenerse en cuenta dos factores:

flexibilitat no es pot considerar prou representativa perquè no hi ha cap evidència de que aquesta qualitat existeixi com una característica general del cos humà.

B) Les diferències antropomètriques també hi juguen un paper distorsionador important, sobretot si els biotipus són molt diferents.

Per tal d'apaliar els problemes dels tests convencionals, cal establir un índex independent de les mesures antropomètriques del subjecte. Per això, hem elaborat el test flexomètric, el qual, a partir de la distància de separació i algunes mesures antropomètriques, permet obtenir l'angle real d'obertura, paràmetre del tot independent de les característiques morfològiques.<sup>1,9</sup> En la Figura 2 s'expressa el raonament trigonomètric utilitzat per a determinar l'índex corrector.

Ara bé, una vegada demostrat matemàticament que els tests de flexibilitat basats en la quantificació de la distància entre dos punts corporals no són prou correctes, centrem la nostra recerca en l'observació de les relacions entre les longituds i diàmetres corporals i diferents tests de flexibilitat,

A) La flexibilidad es específica para cada articulación. Tener mucha amplitud de movimiento en una articulación no asegura tenerla en otras articulaciones.<sup>2,7,8</sup> Por eso una valoración global de la flexibilidad no se puede considerar suficientemente representativa, porque no hay ninguna evidencia de que esta cualidad exista como característica general del cuerpo humano.

B) Las diferencias antropométricas también juegan un papel distorsionador importante, sobre todo si los biotipos son muy diferentes.

Al objeto de paliar los problemas inherentes a los tests convencionales, se hace preciso establecer un índice independiente de las medidas antropométricas del sujeto. Por esto, hemos elaborado el test flexométrico, el cual, a partir de la distancia de separación y algunas medidas antropométricas, permite obtener el ángulo real de apertura, parámetro del todo independiente de las características morfológicas.<sup>1,9</sup> En la Figura 2 se expresa el razonamiento trigonométrico utilizado para determinar el índice corrector.

## GIR D'ESPATLLES AMB BASTÓ

$$a=a'$$

$$\sin(a/2) = ((Dm-Ae) / 2) / Lb$$

$$\text{ÍNDEX} = 2\arcsin((Dm-Ae) / 2Lb)$$

## ESPAGAT LATERAL

$$a=a'$$

$$\sin(a/2) = ((Ds-Ac) / 2) / Lc$$

$$\text{ÍNDEX} = 2\arcsin((Ds-Ac) / 2Lc)$$

**Figura 2:** Obtenió de l'índex flexomètric corrector. Veure dibuixos Figura 1.

**Figura 2:** Obtención del índice flexométrico corrector. Ver dibujos Figura 1

per a tal de corroborar, si és possible, tot el que hem establert fins ara.

## Material y mètode

### Subjectes

D'un total de 113 esportistes mesurats, practicants de modalitats esportives diferents, vàrem seleccionar, per l'articulació coxo-femoral, una mostra de 37 subjectes (16 dones i 21 homes) i 18 (6 dones i 12 homes) per l'articulació escàpulo-humeral. Les característiques físiques de les mostres poden observar-se a les Taules 1 i 2.

El criteri de selecció va estar en funció de la longitud de les extremitats. Per a cada articulació es vàren fer tres grups diferents que fossin representatius de subjectes amb extremitats petites, mitjanes i grans respectivament. A la Taula 3 poden

Ahora bien, una vez demostrado, matemáticamente, que los tests de flexibilidad basados en la cuantificación de la distancia entre dos puntos corporales no son asaz correctos, centramos nuestra investigación en la observación de las relaciones entre las longitudes y diámetros corporales y diferentes tests de flexibilidad, al objeto de corroborar, si ello es posible, todo lo que hemos establecido hasta ahora.

## Material y método

### Sujetos

De un total de 113 deportistas explorados, practicantes de modalidades deportivas diferentes, seleccionamos, para la articulación coxo-femoral, una muestra de 37 sujetos (16 mujeres y 21 hombres) y 18 (6 mujeres y 12 hombres) para la articulación escápulo-humeral. Las características fisi-

**ART. COXO-FEMORAL**

n= 37

G1

G2

G3

EDAT (anys)	8.5+ 0.9	16.8+ 6.1	19.3+ 5.6
PES (Kg)	23.0+ 1.8	57.4+ 9.4	76.6+ 4.6
TALLA (cm)	123.2+ 3.5	165.4+ 2.9	188.0+ 3.9
Lc (cm)	66.3+ 1.6	86.5+ 2.4	102.2+ 2.1
Ac (cm)	19.2+ 1.1	30.1+ 1.9	34.7+ 1.7

**Taula 1:** Característiques físiques de la mostra. Articulació coxo-femoral.

**Tabla 1:** Características físicas de la muestra. Articulación coxo-femoral.

observar-se les característiques dels grups per a cada articulació.

**Material**

El material utilitzat per a determinar les mesures antropomètriques ha estat:

- Cinta mètrica flexible (3 m).
- Tallòmetre.
- Balança "seca".
- Compàs antropomètric.

I per a passar els tests:

- Bastó graduat de 0 a 120 cm i de 25 mm de diàmetre.
- Cinta mètrica flexible (3 m).

**Metodologia**

Els tests escollits per a realitzar l'estudi han estat el gir d'espatlles amb bastó i l'espagat lateral (Figura 2).

Després de sotmetre als esportistes a una valoració antropomètrica rigorosa on es va determinar, a més del pes i la talla, la longitud del braç, la longitud de la cama, el diàmetre biacromial i el diàmetre bitrocantèri,<sup>1</sup> es determinaren per a cada sub-

cas de las muestras pueden observarse en las Tablas 1 y 2.

El criterio de selección se hizo en función de la longitud de las extremidades. Para cada articulación se hicieron tres grupos diferentes que fuesen representativos de sujetos con extremidades cortas, medianas y largas respectivamente. En la Tabla 3 pueden observarse las características de los grupos para cada articulación.

**Material**

El material utilizado para determinar las medidas antropométricas ha sido:

- Cinta métrica flexible (3 m).
- Tallímetro.
- Báscula "seca".
- Compás antropométrico.

Y para pasar los tests:

- Bastón graduado de 0 a 120 cm y de 25 mm de diámetro.
- Cinta métrica flexible (3 m).

**Metodologia**

Los tests escogidos para realizar el estudio han

**ART. ESCÀPULO-HUMERAL**

n= 18

G1

G2

G3

EDAT (anys)	8.5+ 0.9	16.2+ 1.6	15.0+ 0.6
PES (Kg)	23.0+ 1.8	55.2+ 7.8	83.0+ 9.1
TALLA (cm)	123.2+ 3.5	170.0+ 3.5	193.3+ 9.1
Lb (cm)	45.5+ 1.5	62.8+ 1.6	76.8+ 2.1
Ae (cm)	25.3+ 1.7	36.3+ 1.5	42.2+ 1.1

**Taula 2:** Característiques físiques de la mostra. Articulació escàpulo-humeral.

**Tabla 2:** Características físicas de la muestra. Articulación escápulo-humeral.

GRUP	ART. COXO-FEMORAL	ART. ESCÀPULO-HUMERAL
G1	64 <Lc> 69 n=6	43 <Lb> 47 n=6
G2	81 <Lc> 89 n=16	60 <Lb> 65 n=6
G3	100 <Lc> 100 n=15	75 <Lb> 81 n=6

**Taula 3:** Característiques dels grups per a cada articulació.

**Tabla 3:** Características de los grupos para cada articulación.

jecte cinc distàncies de separació diferents. Vàrem tenir cura de que les distàncies fossin variades per tal de representar, per a cada grup i articulació, tot el ventall de moviment angular de l'articulació objecte d'estudi.

Posteriorment, per a cada un dels tests escollits, es va determinar l'índex de flexibilitat mitjançant les valoracions convencionals i amb la correcció

sidó el giro de hombros con bastón y el espagat lateral (Figura 2).

Después de someter a los deportistas a una valoración antropométrica rigurosa, en la que se determinó, además del peso y la talla, la longitud del brazo, la longitud de la pierna, el diámetro diacromial y el diámetro bitrocantéreo, se determinaron para cada sujeto cinco distancias de separación

NOM DE LA PROVA	VALORACIONS CONVENCIONALS	ÍNDEX DE VALORACIÓ
GIR D'ESPAULLES AMB BASTÓ	VALORACIONS CONVENCIONALS	- Ix= Dm - Iy= Dm / Ae - Iz= Dm-Ae / 2Lb <sup>10</sup>
	TEST FLEXOMÈTRIC	-IM=2arcsin (Dm-Ae) / 2Lb <sup>1</sup>
ESPAGAT LATERAL	VALORACIONS CONVENCIONALS	- I1= Ds - I2= DST - I3=Ds-Ac / 2Lc <sup>10</sup>
	TEST FLEXOMÈTRIC	- IC=2arcsin (Ds-Ac) / 2Lc <sup>1</sup>

**Taula 4:** L'índex de flexibilitat utilitzant el test flexomètric (IC i IM) s'expressa en graus. En tots els altres cassos la mesura és en centímetres o en una puntuació sense unitat. Dm= distància entre ambdós cantons externs de les mans; Ae= diàmetre biacromial; Ds= distància entre ambdós cantons externs dels calcanis; Ac= diàmetre bitrocantèri; Lb= longitud del braç -del cantó extern de l; acromion fins l'extrem distal del cinquè metacarpia-; Lc= Longitud de la cama -del trocànter major fins la base del calcani-.

**Tabla 4:** El índice de flexibilidad utilizando el test flexométrico (IC y IM) se expresa en grados. En todos los demás casos la medida es en centímetros o en una puntuación sin unidad. Dm= distancia entre ambos bordes externos de las manos; Ae= diámetro biacromial; Ds= distancia entre ambos lados externos de los calcáneos; Ac= diámetro bitrocantéreo; Lb= longitud del brazo (del borde externo del acromion hasta el extremo distal del 5 metacarpiano); Lc= longitud de la pierna (de trocánter mayor a base del calcáneo).

que suposa l'aplicació del test flexomètric. En la Taula 4 es detallen les característiques de les proves realitzades.

L'estadístic realitzat s'ha basat en l'obtenció del coeficient de correlació de Pearson (r) i l'equació de regressió lineal ( $y=ax + b$ ). Tota l'anàlisi de les dades s'ha portat a terme utilitzant el programa estadístic SPSS/PC +.

## Resultats

Els resultats de correlació entre els diferents tests i les mesures antropomètriques, per a cada articulació, es mostren a les Taules 5 i 6.

En l'articulació coxo-femoral, només els tests I1 i I2 presenten una relació estadísticament significativa ( $p < 0.001$ ) amb les mesures antropomètriques Lc i Ac (Gràfica 1). Pel que fa referència a l'articulació escàpulo-humeral, de tots els tests estudiats només el test convencional Ix correlaciona significativament ( $p < 0.001$ ) amb les mesures antropomètriques Lb i Ae (Gràfica 2).

diferents. Tuvimos en cuenta que las distancias fuesen variadas al objeto de representar, para cada grupo y articulación, todo el abanico de movimiento angular de la articulación a estudiar.

Posteriormente, para cada uno de los tests elegidos, se determinó el índice de flexibilidad mediante las valoraciones convencionales y con la corrección que supone la aplicación del test flexométrico. En la Tabla 4 se detallan las características de las pruebas realizadas.

La estadística realizada se ha basado en la obtención del coeficiente de correlación de Pearson (r) y la ecuación de regresión lineal ( $y=ax+b$ ). Todo el análisis de los datos se ha llevado a término utilizando el programa estadístico SPSS/PC +.

## Resultados

Los resultados de correlación entre los diferentes tests y las medidas antropométricas para cada articulación, se muestran en las Tablas 5 y 6.

### RESULTATS ART. COXO-FEMORAL CORRELACIÓ (\*\* $p < 0.001$ )

	I1 (cm)	I2 (cm)	I3 (-)	IC (graus)
Lc (cm)	0.32**	0.32**	-0.05	-0.04
Ac (cm)	0.31**	0.31**	-0.05	-0.05

Taula 5

Tabla 5

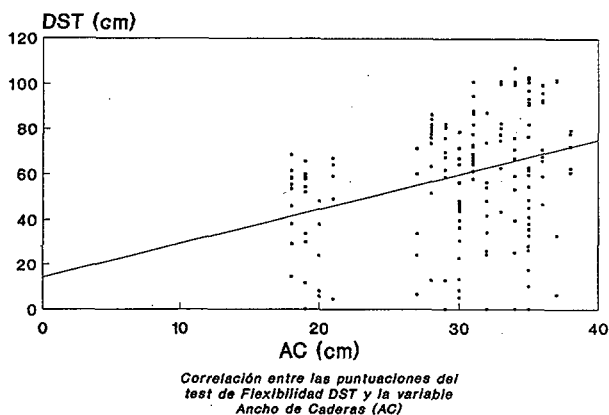
### RESULTATS ART. ESCÀPULO-HUMERAL CORRELACIÓ (\*\* $p < 0.001$ )

	Ix (cm)	Iy (-)	Iz (-)	IM (graus)
Lb (cm)	0.53**	0.11	0.09	0.07
Ae (cm)	0.51**	0.08	0.08	0.06

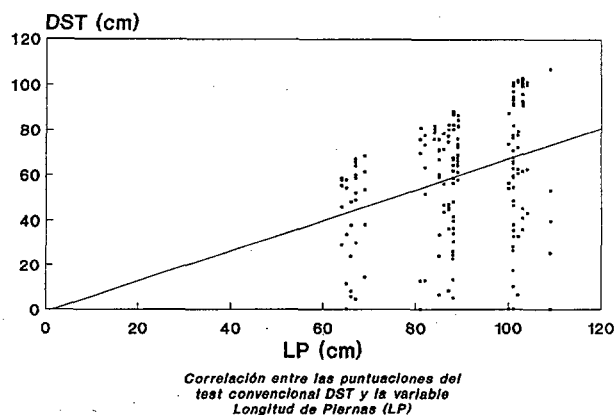
Taula 6

Tabla 6

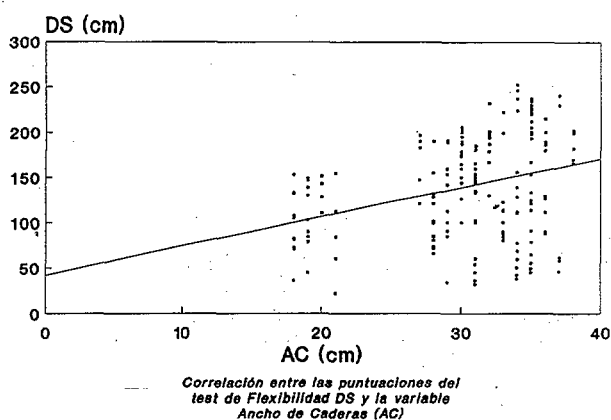
## AMPLITUD DE MOVIMIENTO ART. COXO-FEMORAL



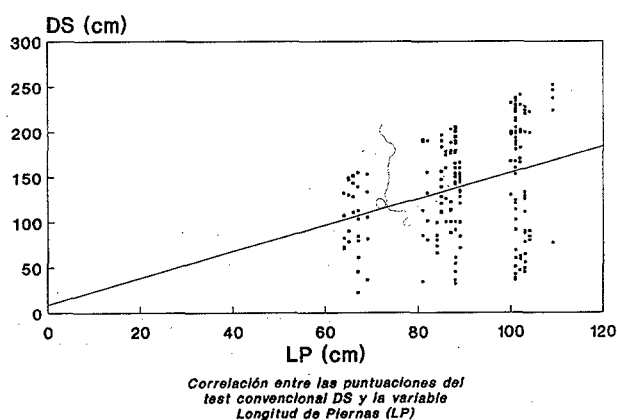
## AMPLITUD DE MOVIMIENTO ART. COXO-FEMORAL



## AMPLITUD DE MOVIMIENTO ART. COXO-FEMORAL



## AMPLITUD DE MOVIMIENTO AST. COXO-FEMORAL



Gràfica 1: Articulació coxo-femoral.

Gràfica 1: Articulación coxo-femoral.

D'altra banda la relació entre els paràmetres antropomètrics tractats per a cada articulació és d'una alta significació estadística. Concretament, la relació entre les variables Ac i Lc és de  $r=0.93$ ;  $p < 0.001$  i de  $r=0.98$ ;  $p < 0.001$  per les variables Ae i Lb (Gràfica 3).

### Discussió

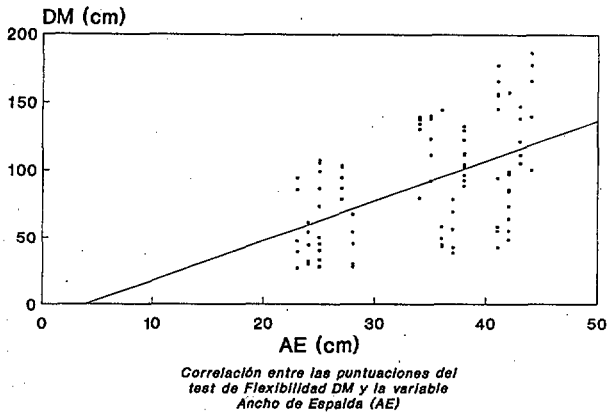
Els resultats obtinguts en el nostre estudi demostren que existeix una estreta relació entre els tests convencionals que basen el seu resultat en la quantificació de la distància entre dos punts corporals, com és el cas dels tests Ix, I1 i I2, i les

En la articulació coxo-femoral solament els tests I1 i I2 presenten una relació estadísticament significativa ( $p < 0.001$ ) amb les mesures antropomètriques Lc i Ac (Gràfica 1). Per lo que fa referència a la articulació escàpulo-humeral, de tots els tests estudiats, només el test convencional Ix correlaciona significativament ( $p < 0.0001$ ) amb les mesures antropomètriques Lb i Ae (Gràfica 2).

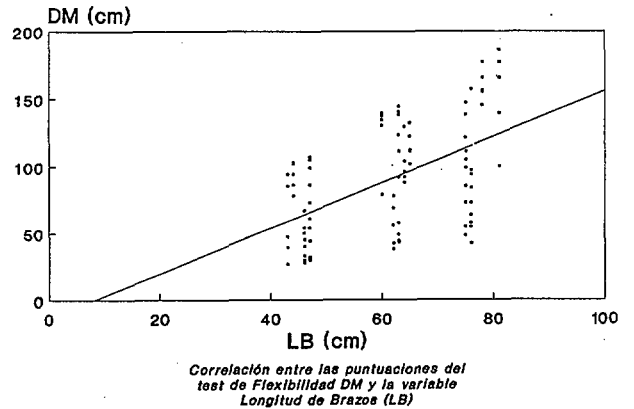
De otra parte, la relació entre els paràmetres antropomètrics tractats per a cada articulació és de una alta significació estadística. Concretament, la relació entre les variables Ac i Lc és de  $r=0.93$ ;  $p < 0.001$  i de  $r=0.98$ ;  $p < 0.001$  per les variables Ae i Lb (Gràfica 3).



## AMPLITUD DE MOVIMIENTO ART. ESCAPULO-HUMERAL



## AMPLITUD DE MOVIMIENTO ART. ESCAPULO-HUMERAL



Gràfica 2: Articulació escàpulo-humeral.

Gráfica 2: Articulación escápulo-humeral.

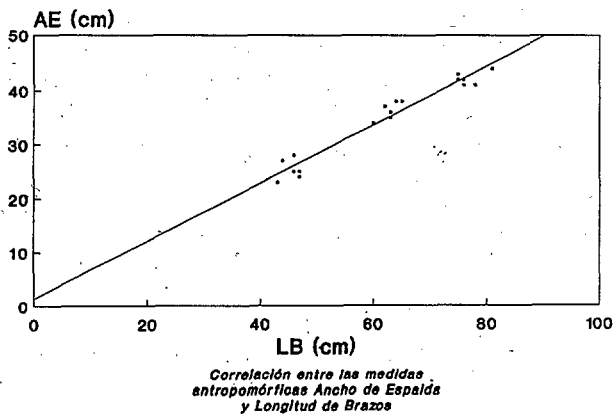
mesures antropomètriques corresponents. Per tant no poden considerar aquests tests vàlids i fiables per a l'avaluació de la flexibilitat.

El test  $ly$  presenta una independència clara de les mesures antropomètriques  $Ae$  i  $Lb$ , tot i que només apareix en la seva expressió matemàtica un dels paràmetres ( $ly = Dm - Ae$ ). Hem de dir doncs, que tot i no contemplar la longitud del braç, és un test prou útil i vàlid per mesurar l'amplitud de moviment de l'articulació escàpulo-humeral. Atribuïm

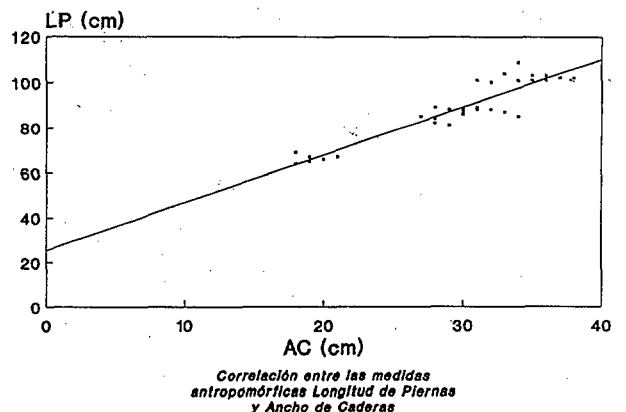
## Discusión

Los resultados obtenidos en nuestro estudio, demuestran que existe una estrecha relación entre los tests convencionales que basan su resultado en la cuantificación de la distancia entre dos puntos corporales, como es el caso de los test 1x, 11 e 12, y las medidas antropométricas correspondientes. Por tanto, no podemos considerar estos tests válidos y fiables para la evaluación de la flexibilidad.

## AMPLITUD DE MOVIMIENTO ART. ESCAPULO-FEMORAL



## AMPLITUD DE MOVIMIENTO ART. COXO-FEMORAL



Gràfica 3  
Gráfica 3

aquest fet a l'excel·lent correlació entre la longitud del braç i l'amplada d'espatlles ( $p < 0.001$ , Gràfica 3), la qual permet que sigui suficient restar un dels paràmetres per obtenir un resultat prou ajustat.

Podem destacar finalment la molt petita correlació entre els tests IZ, IM, I3 i IC, amb les mesures antropomètriques, la qual cosa els converteix en índex d'avaluació del tot vàlids i fiables.

La principal diferència entre els dos mètodes (Iz i IM o I3 i IC), es troba en el resultat, el qual s'expressa en graus quan utilitzem el test flexomètric IM o IC, i amb una puntuació sense unitat a l'utilitzar el test convencional Iz o I3.

## Conclusions

- Els tests de flexibilitat que basen el resultat en la quantificació de la distància entre dos punts corporals no són prou fiables perquè les diferències antropomètriques enmascaran el resultat.

- Els tests convencionals Ix, I1 i I2 estan estadísticament influenciats per les característiques morfològiques. D'altra banda els tests Iy, Iz, IM, I3 i IC són del tot independents dels paràmetres antropomètrics estudiats.

- La millor validesa del test flexomètric (índex IC i IM i dels tests convencionals Iy, Iz i I3 per a mesurar l'amplitud de moviment articular, fa aconsellables triar-los com a mètodes d'elecció. No obstant, en algunes ocasions, en les quals és important la rapidesa en l'obtenció de resultats o bé la senzillesa de l'assaig, podem utilitzar la resta de tests convencionals. Si així ho fem, cal saber que els valors només podem utilitzar-los per controlar l'evolució d'un subjecte en concret i una vegada completada l'etapa de creixement. Els estudis comparatius entre subjectes o grups de subjectes no es poden considerar prou fiables, llevat el cas d'una gran homogeneïtat morfològica. En qualsevol cas, sempre podem transformar les distàncies de separació obtingudes al passar els tests convencionals a valors més precisos mitjançant els índexs correctors IC, IM, IY, Iz i I3 un cop disposem de les mesures antropomètriques corresponents.

El test Iy muestra una independencia clara de las medidas antropométricas Ae y Lb, todo y que nada más aparece en su expresión matemática uno de los parámetros ( $Iy = Dm - Ae$ ). Hemos de decir, por tanto, que pese a no contemplar la longitud del brazo, es un test bastante útil y válido para medir la amplitud de movimiento de la articulación escápulo-humeral. Atribuimos este hecho a la excelente correlación entre la longitud del brazo y la anchura de hombros ( $p < 0.001$ ; Gráfica 3), lo que permite sea suficiente restar uno de los parámetros para obtener un resultado bastante ajustado.

Podemos destacar finalmente, la muy exigua correlación entre los tests Iz, IM, I3 w IC, con las medidas antropométricas, lo cual los convierte en índices de evaluación del todo válidos y fiables.

La principal diferencia entre los dos métodos (Iz e IM o I3 e IC), se encuentra en el resultado, el cual se expresa en grados, cuando utilizamos el test flexométrico IM o IC, y con una puntuación sin unidad al utilizar el test convencional Iz o I3.

## Conclusiones

- Los tests de flexibilidad que basan el resultado en la cuantificación de la distancia entre dos puntos corporales, no son demasiado fiables porque las diferencias antropométricas enmascaran el resultado.

- Los tests convencionales Ix, I1 e I2 están estadísticamente influenciados por las características morfológicas. De otra parte los tests Iy, Iz, IM, I3 e IC son, del todo, independientes de los parámetros antropométricos estudiados.

- La mayor validez del test flexométrico (índice IC e IM) y de los índices convencionales Iy, Iz e I3 para medir la amplitud de movimiento articular, hace aconsejable escogerlos como métodos de elección. No obstante, en algunas ocasiones, en las cuales es importante la rapidez en la obtención de resultados o bien la sencillez del ensayo, podemos utilizar el resto de tests convencionales. Si así lo hacemos, importa saber que los valores nada más podemos utilizarlos para controlar la evolución de un sujeto en concreto y una vez completada la edad de crecimiento. Los estudios comparativos entre sujetos, o grupos de sujetos, no podemos considerarlos muy fiables, excepto en el caso de una gran homogeneidad morfológica. En cualquier caso, siempre podemos transformar las distancias de separación obtenidas, al pasar los tests convencionales, a valores más precisos, mediante los índices correctores IC, IM, IY, Iz e I3 una vez dispongamos de las medidas antropométricas correspondientes.

## Bibliografía

---

1. MORAS, G.; TORRES, S.: "El flexómetro: nuevo test para medir la flexibilidad" pp. 14-20. Rev. RED Vol. 3 Núm. 3 Mayo-Junio; 1989.
2. LATER, M.J.: "Science of Stretching" pp. 64-66. Ed. Human Kinetics Books. Illinois, 1988.
3. GROSSER, M.; STARISCHKA, S.: "Test de la condición física" pp. 125-135. Ed. Martínez Roca. Barcelona, 1988.
4. PLATONOV, V.N.: "El entrenamiento deportivo: Teoría y Metodología" pp. 285-286. Ed. Paidotribo. Barcelona, 1988.
5. WEINNECK, J.: "Entrenamiento óptimo" pp. 262-269. Ed. Hispano Europea. Barcelona, 1988.
6. BARBANY, J.R.; BUENDÍA, C.; FUNOLLET, F.; HERNÁNDEZ, J. L.; OLIVERA, J.; PORTA, J.: "Programas y contenidos de la educación físico deportiva en BUP y FP" pp. 337-340. Ed. Paidotribo. Barcelona, 1988.
7. FOX, E.L.; BOWERS, R.W.; FOSS, M.L.: "The physiological basis of physical education and athletics" pp. 193-194. Ed. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque, Iowa, 1989.
8. MANNO, R.: "Fondamenti dell'allenamento sportivo" pp. 120. Ed. Zanichelli. Milan, 1990.
9. TORRES, S.; MORAS, G.: "La flexibilidad. Teoría y práctica" pp. 20-28. Rev. RED. Vol. 4 Núm. 6. Noviembre-Diciembre, 1990.
10. IBÁÑEZ, A.; TORREBADELLA, J.: "1.004 ejercicios de flexibilidad" Ed. Paidotribo. Barcelona, 1991.

