

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Capacitat predictiva dels paràmetres antropomètrics i de maduració del rendiment d'adolescents novells en rem-ergòmetre

Francis E. Holway<sup>a,\*</sup> i Guillermo Guerci<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Medicina Aplicada a los Deportes, Club Atlético River Plate, Buenos Aires, Argentina

<sup>b</sup>Club Náutico Zárate, Rivadavia y Río Pamamá, Zárate, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Rebut el 2 d'agost de 2011; acceptat el 19 de desembre de 2011

### PARAULES CLAU

Rem;  
Cineantropometria;  
Maduració;  
Detecció de talents;  
Alometria;  
Esport juvenil

### KEYWORDS

Rowing;  
Kinanthropometry;  
Maturation;  
Talent identification;  
Allometry;  
Youth sport

**Resum** El nostre objectiu fou establir quins paràmetres antropomètrics i de maduració es correlacionen amb el rendiment en rem-ergòmetre en una mostra de 114 adolescents d'ambdós sexes, sense experiència prèvia en rem. Els resultats mostren una gran correlació entre massa corporal i rendiment, tot i que aquesta correlació disminuï quan la massa corporal s'ajustà per compensar la major resistència del llast. L'estatura, la longitud de cames i l'envergadura de braços es correlacionaren moderadament en haver ajustat la massa corporal en els nois, però no en les noies. La compensació de la maduració antropomètrica mostrà una gran correlació amb el rendiment, però disminuï després d'aplicar l'ajust per talla. La predicció de l'estatura adulta revelà que pocs d'aquests adolescents creixerien fins a assolir l'estatura dels esportistes d'elit de rem de categoria oberta.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

### Predictive ability of anthropometry and maturation parameters on rowing ergometer performance in inexperienced adolescents

**Abstract** We aimed to establish which anthropometric and maturity offset parameters correlate with rowing ergometer performance in a sample of 114 adolescent, rowing-inexperienced boys and girls. Results showed high correlations between body mass and performance, but these reduced when body mass was scaled to account for increased on-water drag resistance. Height, leg length and arm span remained moderately correlated after size-adjustment in boys, but not in girls. Anthropometric maturity offset

\*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: fholway@hotmail.com (F.E. Holway).

showed a high correlation with performance, but decreased with size-adjustment. Final height estimation revealed that few of these adolescents would reach the height of elite open-weight competitors.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducció

En l'esport d'alt nivell, la biomecànica del rem requereix mesures de selecció d'individus, ja que el camp de competició en els Jocs Olímpics<sup>1</sup> està format per esportistes de gran estatura i extremitats llargues, massa muscular per damunt la mitjana i massa adiposa escassa. Els programes científics d'identificació de talents en rem cerquen adolescents precoços amb aquestes característiques antropomètriques distintives<sup>2</sup>. A més a més, en el rem, aquests programes generalment realitzen un test en rem-ergòmetre, que consisteix en proves de rendiment màxim de 500, 1.000, 2.000 i/o 6.000 m<sup>4</sup>. Ha estat demostrat que el rendiment en rem-ergòmetre no sols té una correlació escassa amb el rendiment a l'aigua<sup>6</sup>, sinó que també és una de les proves d'esforç que té els coeficients més baixos de variació test-retest<sup>7</sup>. Cal tenir present que aquesta prova no té en compte la resistència a l'aigua generada per individus més forts, llevat que es calculi el factor de correcció<sup>6,8</sup>. És probable que una massa muscular i corporal gran beneficiï l'ergòmetre, però dificultarà el rendiment del rem a l'aigua per l'augment de la força del llast produïda per la superfície del casc de l'embarcació a l'aigua<sup>5</sup>. Uns altres dos aspectes importants dels protocols d'identificació de talents en rem són l'experiència prèvia en rem i el moment de maduració. Claessens et al.<sup>9</sup> no trobaren cap efecte de l'entrenament en rem sobre l'edat de la menarquia en un campionat mundial júnior, però no ens consta que s'hagin publicat treballs sobre tests juvenils de rem-ergòmetre que mesurin l'etapa de maduració com a factor que influeix en el rendiment. Un estat de maduració precoç pot afectar el rendiment, i pot conduir a falses inferències sobre el rendiment adult<sup>10</sup>. Tot i que la valoració estàndard de maduració inclou raigs X dels canells o caracterització visual dels genitals, ha estat desenvolupada i validada una estratègia antropomètrica nova amb aquesta finalitat<sup>11</sup>. Aquest enfocament també permet estimar la talla adulta, tret important en el rem<sup>12</sup>.

El nostre objectiu específic és valorar la correlació de variables antropomètriques i l'estat de maduració amb el temps de rendiment absolut i en correlació amb el pes d'uns adolescents sense experiència prèvia en rem, en una prova de 800 m en rem-ergòmetre. També volem determinar la proporció de participants adolescents que assoleixen l'estatura dels remers olímpics, basant-nos en càlculs estimats d'estatura d'adults.

## Mètodes

### Mostra

Cinquanta-vuit noies i 56 nois adolescents, sense experiència prèvia en rem, que assistien a escoles públiques o privades

de la ciutat de Zárate (Argentina), foren avaluats durant una competició de rem indoor organitzada per un club de rem local. El Club Náutico Zárate celebra anualment aquesta competició i convida tots els escolars de les escoles veïnes, sense experiència en rem, com a reclam i per promoure'n l'interès. Tots els participants i els seus pares o tutors foren informats del propòsit i de les mesures de l'estudi, i els que acceptaren participar-hi varen signar un consentiment informat. Un prerrequisit per competir en aquesta prova era el certificat mèdic de bona salut. L'estudi fou aprovat pel comitè d'ètica del departament mèdic del Club Atlético River Plate. L'estat de creixement i nutrició de la mostra que participava a l'estudi fou avaluat amb els índexs antropomètrics talla per l'edat (*height-for-age*, HAZ) i pes per l'edat (*weight-for-age*, WAZ)<sup>13</sup>, del Centre Nacional d'Estadística de la Salut de l'Organització Mundial de la Salut (CNES-OMS), i amb seccions transversals del múscul i del greix del braç, ajustades a l'edat, segons Frisancho<sup>14</sup>.

### Recollida de dades

Un grup d'antropometristes experts dels nivells 2 i 3 de l'*International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) marcaren i prengueren les mesures de sis variables antropomètriques, d'acord amb els protocols de l'ISAK<sup>15</sup>. Es registrà la massa muscular amb una bàscula electrònica portàtil A&D (A&D, Japó); la talla, talla assegut i l'envergadura de braços, amb un estadiòmetre de paret desmuntable, de paper mil·limetrat i una caixa antropomètrica consistent de 50 cm (per a la talla assegut); el perímetre del braç relaxat, amb cinta mètrica metàl·lica inextensible de WP606 Lufkin (Rosscraft, Canadà); i els plec cutanis del tríceps, amb plicòmetre Harpenden (Batty, Regne Unit). La longitud de cames es calculà com a talla dret menys talla assegut; els índexs de talla assegut i envergadura de braços, com a talla assegut i envergadura de braços per estatura, expressats en percentatges; l'adaptació de la maduració (diferència en anys des del pic màxim de creixement o *peak height velocity*, PHV) i l'edat del pic de creixement, mesurada amb les equacions de Mirwald et al.<sup>11</sup>; i l'estatura adulta estimada, amb el mètode de Sherar et al.<sup>12</sup>. Les zones de solapament (*overlap zones*, OZ) es calcularen amb el mètode de l'estatura final aproximada dels adolescents suggerit per Norton et al.<sup>16</sup>, comparant-la amb la mitjana i desviació estàndard de les estatures de remers olímpics, homes i dones de categoria lleugera, i oberta, segons les dades dels Jocs Olímpics de Sydney 2000<sup>1</sup>. La zona de solapament, expressada en percentatges, indica quina proporció d'una mostra simple de població normal cau dins la distribució de Gauss d'una mostra d'esportistes d'elit en una variable específica, en aquest cas, l'estatura. Després d'haver pres les mesures antropomètriques, els subjectes prengueren part en una prova d'esforç

**Taula 1** Característiques descriptives dels subjectes i coeficients de correlació de les variables amb temps i temps corregit

Variable	Noies (n = 58)			Nois (n = 56)		
	Mitjana ± DE	Temps (s)		Mitjana ± DE	Temps (s)	
		R	r		r	R
Temps (s)	228,7 ± 18,1	1		193,5 ± 14,1	1	
Temps corregit (s)	191,1 ± 12,6	0,913 <sup>a</sup>		166,2 ± 9,8	0,865 <sup>a</sup>	
Edat (anys)	14,0 ± 1,1	-0,219	-0,060	14,8 ± 1,2	-0,303 <sup>a</sup>	-0,257
Pes (kg)	55,6 ± 9,8	-0,555 <sup>a</sup>	-0,076	62,7 ± 10,2	-0,591 <sup>a</sup>	-0,119
Talla (cm)	158,7 ± 6,5	-0,590 <sup>a</sup>	-0,304 <sup>a</sup>	167,5 ± 7,3	-0,647 <sup>a</sup>	-0,467 <sup>a</sup>
Talla assegut (cm)	84,1 ± 4,1	-0,615 <sup>a</sup>	-0,274 <sup>a</sup>	88,3 ± 4,5	-0,582 <sup>a</sup>	-0,356 <sup>a</sup>
Llargada cames (cm)	74,5 ± 3,7	-0,351 <sup>a</sup>	-0,228	79,2 ± 4,8	-0,436 <sup>a</sup>	-0,374 <sup>a</sup>
Envergadura braços (cm)	161,4 ± 6,9	-0,516 <sup>a</sup>	-0,262 <sup>a</sup>	171,7 ± 7,9	-0,640 <sup>a</sup>	-0,488 <sup>a</sup>
Perímetre braços (cm)	25,9 ± 2,8	-0,541 <sup>a</sup>	-0,112	27,2 ± 3,0	-0,423 <sup>a</sup>	0,033
Plecs tríceps (mm)	16,2 ± 4,6	-0,269 <sup>a</sup>	0,110	10,4 ± 4,7	0,001	0,330 <sup>a</sup>
Log plec tríceps (mm)	2,74 ± 0,28	-0,264 <sup>a</sup>	0,122	2,25 ± 0,40	-0,036	0,295 <sup>a</sup>
Talla assegut (%)	53,0 ± 1,4	-0,231	-0,038	52,7 ± 1,7	-0,058	0,059
Envergadura braç/talla (%)	101,7 ± 1,9	0,125	0,069	102,5 ± 2,0	-0,052	-0,102
Àrea muscular braç (cm <sup>2</sup> )	34,6 ± 5,9	-0,636 <sup>a</sup>	-0,263 <sup>a</sup>	46,2 ± 9,4	-0,505 <sup>a</sup>	-0,155
Estatuta-edat Z-score	-0,1 ± 0,9			0,0 ± 1,0		
Pes-edat Z-score	0,4 ± 0,8			0,6 ± 1,0		
Maduració (anys - PHV)	1,6 ± 0,9	-0,501 <sup>a</sup>	-0,185	1,0 ± 1,1	-0,548 <sup>a</sup>	-0,343 <sup>a</sup>
Edat PHV (anys)	12,4 ± 0,6			13,8 ± 0,7		
Estimació estatura adult (cm)	163,9 ± 4,9			177,0 ± 6,1		

<sup>a</sup>La correlació és significativa a nivell de 0,05 (2 cues).  
PHV: *peak height velocity*, pic màxim de creixement.

màxim de 800 m en un rem-ergòmetre, Concept II, model C (Concept, EUA). Els entrenadors de rem oferiren una explicació breu de la prova i el funcionament del rem-ergòmetre, i es féu una prova breu d'un minut per garantir la tècnica adequada. Els ergòmetres s'ajustaren amb un factor de resistència per a principiants de 95-105. La decisió sobre la distància es prengué per adaptar els nouvinguts júnior a l'experiència del rem, per la qual cosa la prova no fou ni massa llarga, per no causar-los fatiga, ni massa curta, per no sol·licitar quasi exclusivament el metabolisme anaeròbic. Cada prova fou cronometrada amb cronòmetres Casio (Casio, Japó) per entrenadors de rem que també s'encarregaren d'animar i supervisar-la. Les proves es realitzaren simultàniament amb 20 rem-ergòmetres Concept II, en una gran instal·lació coberta en els terrenys del club. El temps del rendiment en segons fou corregit segons el pes amb l'algoritme suggerit pel fabricant<sup>8</sup>:

$$\text{Pes corregit (Wf)} = \left( \frac{\text{Pes en kg} \times 2,21}{270} \right)^{0,222}$$

$$\text{Temps corregit (s)} = \text{pes corregit (Wf)} \times \text{temps real (s)}$$

### Anàlisi de les dades

S'analitzaren els valors extrems, la normalitat i homogeneïtat de variància amb la inspecció visual de diagrames de caixes i gràfiques Q-Q, i amb els tests de Shapiro-Wilk i

Levene, i s'emprà el programari SPSS, versió 17.0 (Chicago, IL, EUA). S'excloueren 5 casos de la mostra original per falta d'informació i/o perquè tenien valors improbables, i es normalitzaren els plecs cutanis del tríceps mitjançant transformació logarítmica. Es calcularen les estadístiques descriptives (mitjana, desviació estàndard), les diferències entre gèneres foren analitzades amb la prova t de mostres independents, i es féu l'anàlisi de correlació i regressió lineal (utilitzant el mètode «enter») entre temps de rendiment (variables dependents) i estat antropomètric i de maduresa (variables independents). La significació estadística s'establí en  $p < 0,05$ , i els coeficients de correlació foren classificats com a trivials ( $< 0,1$ ), petits ( $< 0,3$ ), moderats (0,3-0,5), grans (0,5-0,7), molt grans (0,7-0,9) i gairebé perfectes ( $> 0,9$ ) segons Hopkins<sup>17</sup>.

### Resultats

Aquesta mostra d'adolescents tingué uns índexs antropomètrics i de creixement que els situen com a normals quan es comparen amb la referència internacional sana (mostra de 1977 NCHS-WHO)<sup>13</sup> (taula 1). Només una noia (el 2%) i 4 nois (el 7%) tenien àrees musculars del braç per sota del límit del cinquè percentil establert per Frisancho<sup>14</sup>, i 49 noies (el 86%) i 37 nois (el 67%) foren classificats com a normals i se situaren entre els percentils 15 i 85. Tres noies (el 5%) i 4 nois (el 7%) tingueren una àrea grassa del braç per damunt el percentil 90 de la seva edat.

**Taula 2** Estatura de remers olímpics i predicció d'estatura final de la mostra de Zárate

Grup	Dones		Homes	
	n	Mitjana ± DE	n	Mitjana ± DE
Remers d'elit de pes lleuger	14	169,7 ± 5,3	56	182,4 ± 3,6
Remers d'elit de categoria oberta	73	180,6 ± 4,6	153	192,8 ± 5,5
Estatura final estimada de la mostra de Zárate	58	163,9 ± 4,9	56	177,0 ± 6,1

Les noies, de mitjana, eren més joves d'edat cronològica que els nois, però eren més madures ( $p < 0,05$ ) (taula 1). La mitjana d'edat aproximada del PHV de noies i nois coincideix amb les expectatives normals<sup>13</sup>. Dels nois, 9 (16%) foren classificats com a precoços, 44 (79%) com a normals i 3 (5%) de maduració tardana. Cap noia no es classificà com a precoç, 52 (90%) ho feren com a normals i 6 (10%) de maduració tardana.

La predicció de l'estatura dels adults oferí de mitjana estatures lleugerament superiors a les d'una mostra de referència d'adults argentins, Argoref (<http://www.nutrinfo.com/pagina/info/argoref.pdf>), de  $161,1 \pm 6,7$  i  $175,4 \pm 7,3$  cm de dones i homes respectivament, però inferiors als remers d'elit de pes lleuger i pesat d'una Olimpíada<sup>1</sup> (taula 2). Les zones de solapament de l'estatura foren similars en nois i noies, quan es contrastaren amb els remers d'elit de pes lleuger, però menors en les noies en contrastar-les amb remers d'elit de categoria oberta (fig. 1A i B).

En les noies, el temps de rendiment no corregit mostrà una correlació negativa important en el pes, la talla, la talla assegut, l'envergadura del braç i el seu perímetre, l'àrea muscular del braç i la compensació de la maduresa, una correlació negativa moderada amb la longitud de les cames, i una petita correlació negativa amb el log del plec cutani del tríceps (taula 1). Després d'ajustar el temps de

rendiment a la massa corporal, disminuï la força de la majoria de les correlacions, i restà una moderada correlació negativa de l'estatura, unes petites correlacions negatives de la talla assegut, l'envergadura dels braços i l'àrea muscular del braç, i unes associacions trivials amb les variables restants.

En els nois, el temps del rendiment no corregit mostrà grans correlacions negatives en el pes, la talla, la talla assegut, l'envergadura de braços, l'àrea muscular del braç i l'ajust de la maduració; correlacions negatives moderades amb l'edat, la longitud de cames i el perímetre del braç; i correlacions trivials amb els índexs del plec cutani del tríceps, talla assegut/talla i envergadura de braços/talla (taula 1). Després d'ajustar el temps de rendiment de la massa corporal tornà a disminuir la força de les correlacions i van restar correlacions negatives moderades de la talla, talla assegut, longitud de cames, ajustament de moderació, i una moderada correlació positiva del plec cutani del tríceps; es trobaren petites correlacions negatives de l'edat, el pes, l'índex de l'envergadura de braços/talla i l'àrea muscular del braç; i correlacions trivials amb la circumferència del braç i l'índex de talla assegut/talla.

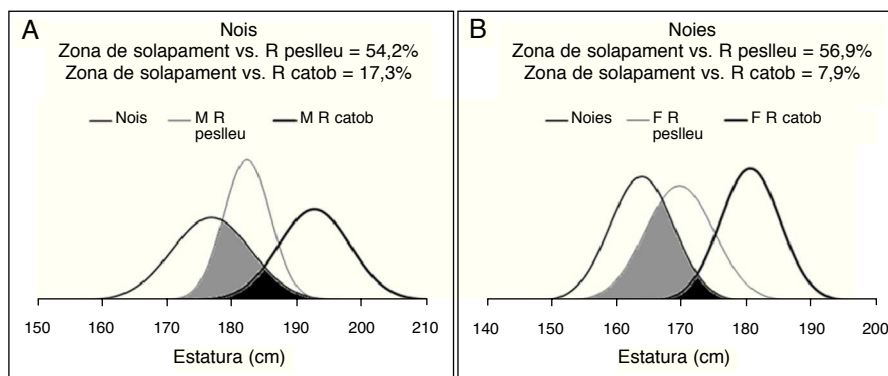
A causa de les minses correlacions de les noies, no s'intentà cap model de regressió, i en el nois se n'obtingué el següent:

$$\text{Temps de rendiment corregit (s)} = 270,3 - 0,606 \times \text{envergadura de braços (cm)}$$

$$r = 0,488; p < 0,001; R^2 = 0,224; \text{SEE} = 8,6$$

## Discussió

Molts articles que tracten dels tests d'identificació de talents relacionats amb el rendiment, generalment informen que els subjectes preseleccionats constitueixen l'elit de les categories joves del seu esport<sup>3,6,18-19</sup>. Cal esperar que les mostres dels esportistes d'elit tinguin unes condicions de creixement i nutrició adequades o superiors. Quan es tracta de mostres no pertanyents a l'elit i no seleccionades prèviament, com en el nostre cas, és important senyalar-ne l'estat de creixement i nutrició, perquè aquests factors poden influir en els resultats. Aquests adolescents tenien



**Figura 1** A i B) Zones de solapament (%) entre l'estatura final estimada dels nois i noies de Zárate i la de remers olímpics de pes lleuger (R peslleu) i de categoria oberta (R catob). De Kerr et al.<sup>1</sup>

una alçada i un pes normals, comparats amb una població internacional de referència<sup>13</sup>, i també en les àrees muscular i adiposa del braç<sup>14</sup>, i no mostraren cap evidència de prevalença d'obesitat o desnutrició. En conseqüència, podem inferir que els resultats no estigueren influïts per un estat nutritiu o de creixement inadequats.

L'estat de maduració d'aquesta mostra, avaluada amb el mètode antropomètric dissenyat per Mirwald et al.<sup>11</sup>, és també normal i conforme a les expectatives. Tot i que és lògic esperar que les diferències ètniques afectin el càlcul de maduresa, mentre no es faci un estudi de validació amb una mostra de la població local, s'utilitzaran les equacions actuals. La prevalença de nois de maduració precoç, d'acord amb la seva edat i tardana en aquesta mostra, és normal, però és interessant remarcar que no hi havia cap noia de maduració precoç. Això podria ser circumstancial, a causa de la reduïda grandària de la mostra, o degut a les diferències ètniques que poden afectar l'índex de maduració antropomètrica. Malauradament, no es registrà l'estat de menarquia de les noies, i aquesta informació hauria estat útil per determinar amb exactitud la maduració.

El mètode de predicció d'estatura final, de Sherar et al.<sup>12</sup>, és un desenvolupament recent que té en compte la compensació de maduració dels subjectes. Aquest procediment ajuda a reduir l'error de valoració degut a les diferències en el temps de maduració dels adolescents. Els resultats coincideixen amb les expectatives: les estatures finals estimades de les noies i els nois són només lleugerament superiors a les d'una mostra normal d'homes i dones sans de 20 a 30 anys (<http://www.nutrinformo.com/pagina/info/argoref.pdf>). Tanmateix, una alçada per damunt de la mitjana és un requisit indispensable en el rem d'elit de pes lleuger i una condició *sine qua non* en el rem d'elit de categoria oberta<sup>1,22</sup> (taula 2). El petit coeficient de variació de l'estatura dels remers olímpics posa de manifest les pressions de selecció que imposen les demandes d'homogeneïtat estructural dels esportistes d'elit. Per això, pel que fa a la identificació de talents en rem, la predicció acurada de l'estatura final podria ser una variable més important que el rendiment real en rem-ergòmetre.

Les correlacions directes del temps de rendiment en rem-ergòmetre amb el pes són importants tant en noies com en nois, tal com han recollit altres investigadors; Mikulic i Ruzic<sup>18</sup> trobaren una correlació de  $-0,79$  entre una prova d'ergòmetre de rem de 1.000 m i la massa corporal en 48 homes de 12,0-13,9 anys d'edat pertanyents a clubs de rem de Zagreb amb 6 mesos d'entrenament; Nevill et al.<sup>6</sup> arribaren a  $-0,68$  en 49 atletes d'elit júnior de la Gran Bretanya, de  $16,7 \pm 0,5$  anys; Russell et al.<sup>3</sup>, a Austràlia, utilitzaren una prova més llarga (2.000 m) en ergòmetre amb 19 remers escolars d'elit i trobaren una correlació de  $-0,41$ ; Yoshiga i Higuchi<sup>19</sup>, al Japó, mesuraren 71 noies i 120 nois de 18 a 24 anys amb una prova de 2.000 m en rem-ergòmetre i trobaren que la correlació fou  $-0,85$ . Les diferències dels resultats entre aquests autors podrien ser degudes a les diferències de la grandària de les mostres en gènere, edat, ètnia, talla i experiència en rem; tanmateix, totes les correlacions comunicades són de moderades a molt grans en els temps de rendiment en relació amb la massa corporal. Probablement una massa corporal més gran és associada a esportistes de més massa muscular i/o més

alts, cosa que significaria que mostraran major potència en el test de l'ergòmetre, especialment en distàncies més curtes<sup>5</sup>. Yoshiga i Higuchi recolliren una correlació fins i tot més alta de  $-0,91$  amb la massa lliure de greix<sup>19</sup>, i Cosgrove et al.<sup>20</sup>, a Escòcia, trobaren una major correlació de massa corporal lliure de greix quan van fer les proves a homes joves adults d'un club de rem. Malauradament, la majoria d'estudis de nois joves no han mesurat o no reporten les dades de la composició corporal, ni tampoc fórem capaços nosaltres de fer-ho en el nostre estudi. Si utilitzem l'àrea muscular del braç com a substitut de la massa corporal magra, com que no pot reflectir la massa muscular total, la correlació millora de  $-0,555$  a  $-0,636$  en les noies, però no en els nois (taula 1). Donat que les noies tendeixen a tenir més greix corporal, com en aquesta mostra ( $p < 0,05$ ), és raonable esperar un millor valor de correlació amb el temps de rendiment quan s'avalua la massa lliure de greix. Les correlacions foren també importants en ambdós sexes en el temps de rendiment corregit i en l'estatura i longitud de segments, però això també podria ser degut a què els individus més grans també eren més madurs. L'ajust de la maduració tingué una correlació important en el temps de rendiment en les noies (taula 1), i això pot significar probablement que durant el creixement de les adolescents les variables de talla que afecten el temps de rendiment en un rem-ergòmetre siguin més aviat degudes a l'estat de maduració. Aquest és un factor important a tenir en compte en programes d'identificació de talents amb esportistes adolescents, perquè pot induir a una anàlisi falsa de futurs esportistes potencials d'elit<sup>10</sup>.

La competició real de rem en els Jocs Olímpics té lloc a l'aigua, on la superfície de l'àrea del casc de l'embarcació, que augmenta a mesura que els individus més pesats s'hi asseuen, actua com a força de llast en la propulsió cap endavant<sup>6</sup>. Com assenyalen Nevill et al.<sup>6</sup>, els remers de categoria oberta superen en rendiment els seus col·legues de pes lleuger en un 7,4 en rem-ergòmetre en la prova de 2.000 m, però només un 2,5% els superen en la mateixa distància a l'aigua. Els fabricants del Concept II han suggerit elevar la massa corporal a la potència de 0,222 per compensar aquest efecte<sup>8</sup>, i Nevill et al.<sup>6</sup> també han desenvolupat un algoritme per ajustar el model al·lomètric comparable de 0,230. Quan aplicarem el factor de correcció de la massa muscular del fabricant, totes les correlacions trontollaren (taula 1): el pes ja no tenia una relació significativa en el rendiment de nois i noies, i l'estatura i la longitud dels segments corporals mostraren petites correccions en ambdós sexes. Resulta interessant que l'ajust de la maduració deixà de ser un factor important després de la correcció del pes en les noies, i perdé força com a predictor del rendiment en els nois (taula 1); això significa que només l'11,8% de la variància del rendiment del nois s'explica per la maduració, molt menys que el 30,0% abans de la correcció de la massa corporal. Una explicació possible podria ser que la massa corporal és un factor important en el càlcul d'ajust de la maduració<sup>11</sup>, donat que el procés de maduració física s'acompanya d'un augment de talla i massa corporal. Es féu una equació de regressió utilitzant el perímetre del braç dels nois com a única variable de predicció. Aquesta equació explica un 22,4% de la variància en el temps de rendiment corregit dels nois, cosa que no és

gaire. A més, l'envergadura de braços està estretament relacionada amb l'estatura, per la qual cosa la utilització de les dues variables podria intercanviar-se en aquests subjectes. No es generà cap equació per a les noies, perquè les correlacions de variables antropomètriques amb temps de rendiment corregit foren petites o trivials. A més, també és interessant esmentar que cap dels índexs de proporcionalitat talla assegut/talla, ni envergadura de braços/estatura, correlacionaven bé amb el rendiment. Suposadament, tenir les cames i els braços relativament més llargs en relació a l'estatura és un avantatge en el rem<sup>21</sup>, però aquest no fou un factor important en la nostra mostra de remers adolescents novells.

En conclusió, en aquesta mostra d'adolescents sense experiència en rem, el rendiment en rem-ergòmetre es relacionà positivament amb la talla, però aquestes associacions es reduïren quan s'ajustaren a la talla, i cal subratllar-ne la importància de l'aplicació pràctica de les estratègies de normalització, especialment en el rem, en què la massa corporal és suportada pel casc de l'embarcació. Tot i que l'estatura és un factor important en la identificació de talents en rem, juguen un paper essencial altres factors importants com ara polimorfismes genètics que milloren el rendiment<sup>22-23</sup>, i cal que siguin tinguts en compte, quan les circumstàncies ho permetin. Aquest estudi també mostra que l'avaluació antropomètrica de l'estat de maduració pot ajudar la valoració del rendiment i predir l'estatura adulta dels adolescents.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

## Agraïments

Els autors agraeixen el suport de Luis Seveso, Horacio Cavalliere i Eduardo Bergondo, del Departamento Médico del River Plate; Francisco Pfaab i Marcelo Canedo, de la Federación de Remo Argentina, així com els antropometristes que han participat en l'estudi: Jean-Paul Lenoir, Valeria Casini, Romina Garavaglia, Mauro Merayo, Marcelo Pudelka, Ana Peretti i Liliana Bardi.

## Bibliografia

- Kerr DA, Ross WD, Norton K, Hume P, Kagawa M, Ackland TR. Olympic lightweight and open-class rowers possess distinctive physical and proportionality characteristics. *J Sports Sci.* 2007;25:43-53.
- Hahn A. Identification and selection of talent in Australian rowing. *Excel.* 1990;6:5-11.
- Russell AP, Le Rossignol PF, Sparrow WA. Prediction of elite schoolboy 2000 m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *J Sports Sci.* 1998;16:749-54.
- Hahn A, Bourdon P, Tanner R. Protocols for the physiological assessment of rowers. En: Gore CJ, editor. *Physiological tests for elite athletes.* Australian Sports Commission. Chicago, IL: Human Kinetics; 2000. p. 311-26.
- Seiler S. Elite ergometer performance analysis. Gender, bodyweight, and on-water performance comparisons. *Rowing physiology and performance* [consultat 18 Jul 2009]. Disponible en: <http://home.hia.no/~stephens/eliteerg.htm>
- Nevill AM, Beech C, Holder RL, Wyon M. Scaling concept II rowing ergometer performance for differences in body mass to better reflect rowing in water. *Scan J Med Sci Sports.* 2009 [epub ahead of print].
- Shabot EJ, Hawley JA, Hopkins WG, Blum H. High reliability of performance of well-trained rowers on a rowing ergometer. *J Sports Sci.* 1999;17:627-32.
- Weight adjustment calculator [consultat 9 Jun 2009]. Disponible en: <http://www.concept2.com/us/interactive/calculators/weightadjustment.asp>
- Claessens AL, Bourgeois J, Beunen G, Philippaerts R, Thomis M, Lefevre J, et al. Age at menarche in relation to anthropometric characteristics, competition level and boat category in elite junior rowers. *Ann Hum Biol.* 2003;30:148-59.
- Rowland TW. *Growth and exercise.* En: Rowland TW, editor. *Children's exercise physiology.* 2nd ed. Chicago, IL: Human Kinetics; 2005. p. 21-41.
- Mirwald RL, Adam D, Baxter-Jones G, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:689-94.
- Sherar LB, Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Faulkner RA. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *J Pediatr.* 2005;147:508-14.
- WHO Expert Committee. Adolescents. En: *Physical status: the use and interpretation of anthropometry.* Geneva: WHO Technical Report Series No 854; 1995. p. 263-311.
- Frisancho AR. Anthropometric standards. En: *Anthropometric assessment of growth and nutritional status.* Ann Arbor: University of Michigan Press; 1990. p. 37-118.
- ISAK International Standards for Anthropometric Assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Australia: Adelaide; 2001.
- Norton K, Olds T, Olive S, Craig N. Anthropometry and sports performance. En: Norton K, Olds T, editors. *Anthropometrica.* Sydney, Australia: University of South Wales Press; 1996. p. 287-364.
- Hopkins WG. A scale of magnitudes for effect statistics. A new view of statistics; 2002 [consultat 8 Jul 2009]. Disponible en: <http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>
- Mikulic P, Ruzic L. Predicting the 1000 m rowing ergometer performance in 12-13-year-old rowers: the basis for selection process? *J Sci Med Sport.* 2008;11:218-26.
- Yoshiga CC, Higuchi M. Rowing performance of female and male rowers. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13:317-21.
- Cosgrove MJ, Wilson J, Watt D, Grant SF. The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test. *J Sports Sci.* 1999;17:842-5.
- Ackland TR, de Ridder JH. Proportionality. En: Ackland TR, Elliott BC, Bloomfield J, editors. *Applied anatomy and biomechanics in sport.* Chicago, IL: Human Kinetics; 2009. p. 87-101.
- Ostrander EA, Huson HJ, Ostrander GK. Genetics of athletic performance. *Annu Rev Genomics Hum Genet.* 2009;10:407-29.
- Muniesa CA, Gonzalez-Freire M, Santiago C, Lao JI, Buxens A, Rubio JC, et al. World-class performance in lightweight rowing: is it genetically influenced? A comparison with cyclists, runners and non-athletes. *Br J Sports Med.* 2010;44:898-901.