

“Creixement i rendiment motor segons el pic de creixement de la talla (PHV): estudi longitudinal d'una mostra de nois i noies menorquins”

“Crecimiento y rendimiento motor en función del pico de crecimiento de la talla (PHV): estudio longitudinal de una muestra de chicos y chicas menorquinas”

P. Heras
Doctor en Educació Física.

RESUM

Hem estudiat els canvis longitudinals de l'alçada i del rendiment motor en una mostra de 36 nois i 53 noies en edat puberal. El pic de creixement de la talla (PHV) ha estat determinat en 28 nois i 38 noies. Les estimacions mitjanes del PHV i de l'edat en el PHV són respectivament d' 11.4 ± 2.2 cm/any; 13.0-.63 anys (nois), i de 8.7 ± 1.6 cm/any; $12.4 \pm .57$ anys (noies). El rendiment en els tests de força explosiva (*salt horitzontal a peus junts; llançament de pilota llastada 3 Kg*) i flexibilitat (*flexió profunda del tronc*) mostra un desenvolupament màxim durant l'any següent al PHV en tots dos sexes. Les velocitats màximes mitjanes en la cursa de resistència (*test de sis minuts*) s'observen abans del PHV en les noies, i després del PHV en els nois. El desenvolupament màxim del rendiment en els tests d'agilitat (*4 x 6 m shuttle run*), cursa de velocitat (*40 metres llançats*) i força-resistència abdominal (*sit-up 30"*) és anterior al PHV en tots dos sexes, tot i que s'observa una acceleració ulterior després del PHV. Els nostres resultats demostren que el rendiment en diferents tests motors presenta una estirada puberal d'intensitat proporcionalment comparable a l'estirada puberal de la talla en tots dos sexes. L'evolució del rendiment motor (amb l'excepció dels tests de força explosiva) presenta un alentiment momentani als voltants del PHV. La dinàmica dels canvis del rendiment motor segons el PHV, com a indicador de l'edat biològica, és aparentment semblant en tots dos sexes. Les diferències més importants són a la cursa de resistència.

Paraules clau

Tests motors, estirada puberal, edat biològica, corbes de velocitat, nois, noies.

RESUMEN

Hemos estudiado los cambios longitudinales de la estatura y del rendimiento motor en una muestra de 36 chicos y 53 chicas en edad puberal. El pico de crecimiento de la talla (PHV) ha sido determinado en 28 chicos y 38 chicas. Las estimaciones medias del PHV y de la edad en el PHV son respectivamente de 11.4 ± 2.2 cm/año; 13.0±.63 años (chicos), y de 8.7 ± 1.6 cm/año; $12.4 \pm .57$ años (chicas). El rendimiento en los tests de fuerza explosiva (*salto horizontal a pies juntos; lanzamiento de balón lastrado 3 kg*) y flexibilidad (*flexión profunda del tronco*) muestra un desarrollo máximo durante el año siguiente al PHV en ambos sexos. Las velocidades máximas medias en la carrera de resistencia (*test de 6 minutos*) se observan antes del PHV en las chicas, y después del PHV en los chicos. El desarrollo máximo del rendimiento en los tests de agilidad (*4x6m shuttle run*), carrera de velocidad (*40 metros lanzados*) y fuerza-resistencia abdominal (*sit-up 30"*) es anterior al PHV en ambos sexos, si bien se observa una aceleración ulterior después del PHV. Nuestros resultados demuestran que el rendimiento en diferentes tests motores presenta un estirón puberal de intensidad proporcionalmente comparable al estirón puberal de la talla en ambos sexos. La evolución del rendimiento motor (con la excepción de los tests de fuerza explosiva) presenta una ralentización momentánea en los alrededores del PHV. La dinámica de los cambios del rendimiento motor en función del PHV, como indicador de la edad biológica, es aparentemente similar en los dos sexos. Las diferencias más importantes se dan en la carrera de resistencia.

Palabras clave

Tests motores, rendimiento motor, estirón puberal, edad biològica, curvas de velocitat, chicos, chicas.

Introducció

El rendiment motor constitueix sens dubte un dels aspectes importants del comportament del nen, i especialment dels adolescents. Els nens més performants tendeixen a posseir un estatus preferencial dins del grup. Els més forts, ràpids i resistents acostumen a ser també –segons la nostra experiència pedagògica– més hàbils i dotats per al joc i l'esport, i són sovint els qui dirigeixen i prenen les decisions en el grup.

Els més dèbils i menys performants acostumen a ser discriminats en el joc, i tenen una influència dèbil en el si del grup. Els professors d'educació física –i tots els qui fan servir el moviment com a vehicle educatiu– han de saber interpretar aquestes diferències interindividuais. Han de fer comprendre als seus alumnes que una part important d'aquestes diferències són passatgeres, sovint lligades a la variabilitat interindividual pel que fa a maduració. Els nens de maduració tardana, que solen presentar rendiments motors inferiors als de maduració avançada durant la pubertat, igualen i fins i tot tenen millors resultats que aquests darrers a l'edat adulta (Lefevre et al., 1990). Aquest estudi té per objectiu principal l'anàlisi de la dinàmica del rendiment motor d'acord amb l'edat biològica en tots dos sexes. L'edat en el pic de màxim creixement puberal de la talla (PHV: *Pic Height Velocity*) és utilitzada com a paràmetre biològic. Un gran nombre d'estudis han fet servir aquesta metodologia en l'anàlisi dels canvis del creixement somàtic, de la composició corporal, i de paràmetres fisiològics com la capacitat aeròbica màxima. També disposem d'alguns estudis que han analitzat el desenvolupament de la força muscular segons el PHV. Beunen and Malina (1988) i Malina et al. (1988) han fet revisions excel·lents dels resultats principals d'aquests estudis. D'altra banda, només dos treballs d'investigació (Ellis et al., 1975; Beunen et al., 1988) han abordat l'estudi dels canvis del rendiment motor segons el PHV en els nois. Amb tot, no tenim cap informació sobre aquesta qüestió en les noies. Per tant, malgrat les limitacions del període estudiat i la petitesa de la mostra, aquesta investigació representa una contribució única.

Materials i mètodes

Les dades corresponen a l'Estudi Longitudinal del Creixement i del Rendiment Motor (Heras, 1995) dut a terme a l'illa de Menorca entre 1983 i 1988. Una mostra total de 509 nois i 453 noies han estat mesurades sis vegades durant el cicle superior d'EGB, un cop a l'inici (octubre) i un altre a la fi (juny) de cada un dels tres anys escolars que componen el cicle. Només els subjectes amb dades completes en talla, i que reuneixen els criteris de

Introducción

El rendimiento motor constituye sin duda uno de los aspectos importantes del comportamiento del niño, y especialmente de los adolescentes. Los niños más performantes tienden a poseer un estatus preferencial dentro del grupo. Los más fuertes, rápidos y resistentes suelen ser también –según nuestra experiencia pedagógica– más hábiles y dotados para el juego y el deporte, y son a menudo los que dirigen y toman las decisiones en el grupo.

Los más débiles y menos performantes suelen ser discriminados en el juego, y tienen una influencia débil en el seno del grupo. Los profesores de educación física –y todos aquellos que utilizan el movimiento como vehículo educativo– deben saber interpretar estas diferencias interindividuales. Deben hacer comprender a sus alumnos que una parte importante de estas diferencias son pasajeras, a menudo ligadas a la variabilidad interindividual en el nivel de maduración. Los niños de maduración tardía, que suelen presentar rendimientos motores inferiores a los de maduración avanzada durante la pubertad, igualan e incluso presentan mejores resultados que estos últimos en la edad adulta (Lefevre et al., 1990). El presente estudio tiene como principal objetivo el análisis de la dinámica del rendimiento motor en función de la edad biológica en ambos sexos. La edad en el pico de máximo crecimiento puberal de la talla (PHV: *Pic Height Velocity*) es utilizada como parámetro biológico. Numerosos estudios han empleado esta metodología en el análisis de los cambios del crecimiento somático, de la composición corporal, y de parámetros fisiológicos como la capacidad aeróbica máxima. También disponemos de algunos estudios que han analizado el desarrollo de la fuerza muscular en función del PHV. Beunen and Malina (1988) y Malina et al. (1988) han realizado excelentes revisiones de los principales resultados de estos estudios. Por otro lado, tan solo dos trabajos de investigación (Ellis et al., 1975; Beunen et al., 1988) han abordado el estudio de los cambios del rendimiento motor en función del PHV en los chicos. Sin embargo, carecemos de información alguna sobre este sujeto en las chicas. Por lo tanto, y a pesar de las limitaciones del período estudiado y de lo reducido de la muestra, esta investigación representa una contribución única.

Materiales y métodos

Los datos corresponden al Estudio Longitudinal del Crecimiento y del Rendimiento Motor (Heras, 1995) desarrollado en la isla de Menorca, entre 1983 y 1988. Una muestra total de 509 chicos y 453 chicas han sido medidos 6 veces durante el ciclo superior de EGB, una vez al principio (octubre) y otra al final (junio) de cada uno de los tres años escolares que componen el ciclo. Tan solo los

Meses respecte al PHV

	-20	-16	-12	-8	-4	(PHV)	4	8	12	16	20	
chicos												
cm/año	2.6	4.0	5.2	6.0	9.2	11.4	8.8	5.4	6.0	4.8	2.2	(13.0)¹
n=²	6	15	18	23	28	28	28	22	13	10	2	
chicas												
cm/año	1.6	3.8	5.8	4.6	6.6	8.7	6.8	4.6	4.0	2.8	1.8	(12.4)¹
n=²	1	5	5	23	38	38	38	37	33	33	13	

¹ Edat mitjana en el pic de creixement (PHV). ² El nombre de subjectes tendeix a disminuir a mesura que ens alluyem del PHV a causa de l'alineació de les corbes individuals respecte a aquest paràmetre.

¹ Edad media en el pico de crecimiento (PHV). ² El número de sujetos tiende a disminuir a medida que nos alejamos del PHV a causa de la alineación de las curvas individuales respecto a este parámetro.

Taula I: Velocitat mitjana de creixement de la TALLA després d'alignar les dades individuals dels nois (n = 28) i de les noies (n = 38) d'acord amb els pics respectius de creixement (PHV).

Tabla I: Velocidad media de crecimiento de la TALLA después de alinear los datos individuales de los chicos (n = 28) y de las chicas (n = 38) en función de sus respectivos picos de crecimiento (PHV).

verificació de les sèries longitudinals (vegeu Heras, 1995: 96-97), han estat seleccionats inicialment per a l'anàlisi longitudinal pròpiament dita: 36 nois i 53 noies. Entre aquests, el pic de creixement de la talla (PHV) ha estat determinat clarament en 28 nois i 38 noies (vegeu Taula I), que constitueixen la mostra final utilitzada en aquesta anàlisi. L'edat dels subjectes, a la primera observació, varia entre 10.8 i 12.8 anys (mitjana: 11.5 anys), i, a la sisena observació entre 13.5 i 15.5 anys (mitjana: 14.2 anys). A causa d'alguns valors perduts, el nombre de subjectes analitzats d'acord amb el PHV varia segons els diferents tests motors (vegeu taules II i III).

Els tests motors són els següents: *salt horitzontal a peus junts* (força explosiva relativa), *llançament de pilota llastada de 3 kg* (força explosiva absoluta), *sit-up 30"* (força-resistència abdominal), *flexió profunda de tronc [FPT]* (flexibilitat), *test de 6 minuts [1/2 Cooper]* (resistència aeròbica), *4 x 6 metres shuttle run* (agilitat) i *40 metres llançats* (velocitat de desplaçament). Per a una descripció completa dels procediments dels tests, vegeu Heras (1995). Les corbes individuals de velocitat de creixement de la talla i dels diferents tests motors han estat calculades seguint una adaptació del mètode *non-smoothed polynomials*, utilitzat per Beunen et al. (1988) en el *Longitudinal Study of Belgian Boys*. Aquesta metodologia ens permet el càlcul de set punts-velocitat (cada quatre mesos) a partir de les sèries de 6 observacions. Les corbes individuals obtingudes per a la talla i els set tests motors han estat seguidament alineats respecte al PHV de cada subjecte, utilitzat com a paràmetre biològic. Les corbes mitjanes de velocitat (Figs. 1-8), en les quals l'eix del temps

sujetos con datos completos en talla, y que reúnen los criterios de verificación de las series longitudinales (ver Heras, 1995:96-97) han sido seleccionados inicialmente para el análisis longitudinal propiamente dicho: 36 chicos y 53 chicas. De entre éstos, el pico de crecimiento de la talla (PHV) ha sido determinado con claridad en 28 chicos y en 38 chicas (ver Tabla I), que constituyen la muestra final utilizada en el presente análisis. La edad de los sujetos en la primera observación varia entre 10.8 y 12.8 años (media: 11.5 años), y en la sexta observación entre 13.5 y 15.5 años (media: 14.2 años). A causa de algunos valores perdidos, el número de sujetos analizados en función del PHV varia según los diferentes tests motores (ver Tablas II y III).

Los tests motores son los siguientes: *salto horizontal a pies juntos* (fuerza explosiva relativa), *lanzamiento de balón lastrado de 3 kg* (fuerza explosiva absoluta), *sit-up 30"* (fuerza-resistencia abdominal), *flexión profunda de tronco [FPT]* (flexibilidad), *test de 6 minutos [1/2 Cooper]* (resistencia aeróbica), *4x6 metros shuttle run* (agilidad), y *40 metros lanzados* (velocidad de desplazamiento). Para una descripción completa de los procedimientos de los tests ver Heras (1995). Las curvas individuales de velocidad de crecimiento de la talla y de los diferentes tests motores han sido calculadas siguiendo una adaptación del método *non-smoothed polynomials*, utilizado por Beunen et al. (1988) en el *Longitudinal Study of Belgian Boys*. Esta metodología nos permite el cálculo de siete puntos-velocidad (cada 4 meses) a partir de las series de 6 observaciones. Las curvas individuales obtenidas para la talla y los siete tests motores han sido seguidamen-

s'expressa en mesos (abans i després) respecte al PHV, han estat realitzades a partir dels valors mitjans obtinguts en cada punt velocitat (vegeu taules I, II i III). Per a una informació més detallada sobre la metodologia emprada en l'anàlisi de les dades longitudinals vegeu Heras (1995: 95-101).

Resultats

El pic de creixement de la talla (PHV) ha estat determinat en 28 nois dels 36 casos analitzats: 73% (19/26) dels nois analitzats entre 11.3 i 14 anys d'edat mitjana (els set nois restants no havien arribat al PHV al final del període estudiat); i 90% (9/10) dels nois analitzats entre 12.3 i 15 anys d'edat mitjana (el noi restant ja havia assolit el PHV abans de l'inici de l'estudi). La corba mitjana de velocitat obtinguda per a aquests 28 nois (Fig. 1; dades de la Taula I) mostra que la velocitat de creixement de la talla augmenta progressivament de 4 cm/any (16 mesos abans del pic) a 11.4 ± 2.2 cm/any (PHV). La velocitat disminueix després ràpidament, i és estimada de 5.4 cm/any vuit mesos després del PHV.

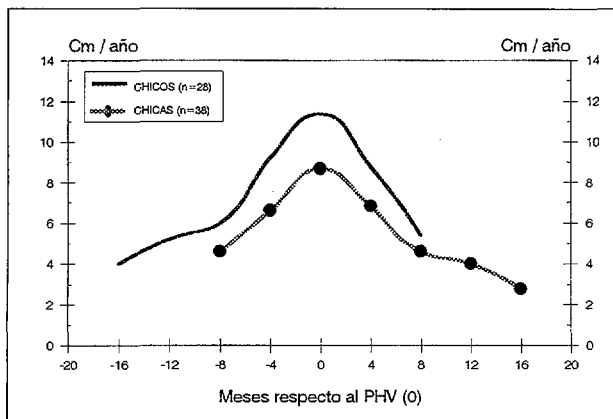


Figura 1: Velocitat mitjana de creixement de la TALLA en tots dos sexes. Dades de Taula I.

Figura 1: Velocidad media de crecimiento de la TALLA en ambos sexos. Datos de la Tabla I.

L'edat mitjana obtinguda en el PHV és de $13.0 \pm .63$ anys. Pel que fa a les noies, la determinació del PHV ha estat possible en 38 dels 53 casos analitzats: 79% (34/43) de les noies estudiades entre 11.3 i 14 anys d'edat mitjana; i 40% (4/10) de les noies estudiades entre 12.3 i 15 anys d'edat mitjana. Les 15 noies restants ja havien assolit el PHV al començament de l'estudi. La corba mitjana de velocitat obtinguda per a les 38 noies (Fig. 1; dades de la Taula I) mostra que la velocitat de creixement de la talla augmenta progressivament de 4.6 cm/any (vuit mesos abans del PHV) a 8.7 ± 1.6 cm/any (PHV). La velocitat disminueix després ràpidament de manera que, setze mesos després del

te alineades respecte al PHV de cada sujeto, utilizado como parámetro biológico. Las curvas medias de velocidad (Figs. 1-8), en las que el eje del tiempo se expresa en meses (antes y después) respecto al PHV, han sido desarrolladas a partir de los valores medios obtenidos en cada punto velocidad (ver Tablas I, II y III). Para una información más detallada sobre la metodología empleada en el análisis de los datos longitudinales ver Heras (1995:95-101).

Resultados

El pico de crecimiento de la talla (PHV) ha sido determinado en 28 chicos de los 36 casos analizados: 73% (19/26) de los chicos analizados entre 11.3 y 14 años de edad media (los siete chicos restantes no habían alcanzado el PHV al final del período estudiado); y 90% (9/10) de los chicos analizados entre 12.3 y 15 años de edad media (el chico restante ya había alcanzado el PHV antes del inicio del estudio). La curva media de velocidad obtenida para estos 28 chicos (Fig. 1; datos de la Tabla I) muestra que la velocidad de crecimiento de la talla aumenta progresivamente de 4 cm/año (16 meses antes del pico) a 11.4 ± 2.2 cm/año (PHV). La velocidad disminuye después rápidamente, siendo estimada de 5.4 cm/año 8 meses después del PHV. La edad media obtenida en el PHV es de $13.0 \pm .63$ años. En las chicas, la determinación del PHV ha sido posible en 38 de los 53 casos analizados: 79% (34/43) de las chicas seguidas entre 11.3 y 14 años de edad media; y 40% (4/10) de las chicas seguidas entre 12.3 y 15 años de edad media. Las 15 chicas restantes ya habían alcanzado el PHV al comienzo del estudio. La curva media de velocidad obtenida para las 38 chicas (Fig. 1; datos de la Tabla I) muestra que la velocidad de crecimiento de la talla aumenta progresivamente de 4.6 cm/año (8 meses antes del PHV), a 8.7 ± 1.6 cm/año (PHV). La velocidad disminuye después rápidamente de manera que, 16 meses después del PHV, es tan solo de 2.8 cm/año. La edad media estimada en el PHV es de $12.4 \pm .57$ años.

La Tabla II (chicos) y la Tabla III (chicas) presentan los valores medios de la velocidad de crecimiento, estimados en función del PHV para los siete tests motores. Estos resultados se ilustran en las Figuras 2 a 8.

Salto horizontal a pies juntos (Fig. 2). En los chicos, la velocidad de crecimiento muestra una aceleración progresiva entre -8 (7 cm/año) y el PHV (21 cm/año). La curva presenta una meseta máxima (21-22 cm/año) durante el año que sigue al PHV, tendiendo a caer después. La mayoría de los sujetos analizados (24/27) presentan las velocidades máximas coincidiendo con el PHV, o durante el año siguiente. En las chicas, la curva media de velocidad asciende progresivamente de 4 cm/año (8

Mesos respecte al PHV

		-16	-12	-8	-4	PHV	4	8	12	16
Factors										
1. Salt	cm/any (n)²	7 (13)	8 (17)	7 (22)	11 (27)	21 (27)	21 (27)	21 (21)	22 (14)	15 (10)
2. Lanzamiento	cm/any (n)	78 (12)	64 (16)	84 (21)	98 (26)	130 (26)	138 (26)	106 (21)	92 (13)	40 (9)
3. SIT-UP	núm. rep/any (n)	5.4 (10)	4.2 (13)	2.8 (18)	2.0 (21)	2.2 (21)	4.6 (21)	4.2 (15)	1.0 (11)	
4. FPT	cm/any (n)	0.8 (10)	-0.8 (14)	1.4 (17)	0.6 (18)	0.6 (18)	2.2 (18)	3.2 (17)	2.4 (8)	
5. Test '6	m/any (n)		-12 (10)	20 (13)	76 (17)	64 (17)	128 (17)	140 (16)	30 (9)	
6. 4x6 m	1:100 s/any (n)	26 (14)	62 (17)	68 (22)	42 (26)	16 (26)	16 (26)	28 (21)	42 (12)	
7. 40 m	1:100 s/any (n)	60 (10)	40 (12)	40 (16)	46 (21)	42 (21)	34 (21)	42 (18)	56 (11)	30 (9)

¹ Les velocitats màximes per a cada factor motor figuren en negreta.

² Vegeu nota a peu número 2 a la Taula 1.

Taula II: Velocitats mitjanes de creixement en diferents FACTORS MOTORS després d'alinejar les corbes individuals segons el pic de creixement de la talla (PHV). NOIS¹.

Tabla II: Velocidades medias de crecimiento en diferentes FACTORES MOTORES después de alinear las curvas individuales en función del pico de crecimiento de la talla (PHV). CHICOS¹.

PHV, és només de 2.8 cm/any. L'edat mitjana estimada en el PHV és de 12.4 ± .57 anys.

La Taula II (nois) i la Taula III (noies) presenten els valors mitjans de la velocitat de creixement, estimats d'acord amb el PHV per als set tests motors. Aquests resultats s'il·lustren a les figures 2 a 8.

Salt horitzontal a peus junts (Fig. 2). En els nois, la velocitat de creixement mostra una acceleració progressiva entre -8 (7cm/any) i el PHV (21 cm/any). La corba presenta una replà màxim (21-22 cm/any) durant l'any que segueix el PHV, i tendeix a caure després. La majoria dels subjectes analitzats (24/27) presenten les velocitats màximes coincidint amb el PHV, o durant l'any següent. Pel que fa a les noies, la corba mitjana de velocitat ascendeix progressivament de 4 cm/any (vuit mesos abans del PHV) a 12 cm l'any (quatre mesos

mesos abans del PHV) a 12 cm/año (4 meses después del PHV), cayendo después hasta 3 cm/año, un año después del PHV. El 80% de las chicas analizadas (29/35) presentan picos de velocidad (PV) coincidentes o posteriores al PHV, de las que 10 muestran el máximo desarrollo 4 meses después del PHV.

Lanzamiento de balón lastrado de 3 kg. La Figura 3 muestra las curvas medias de velocidad para ambos sexos. En los chicos, la velocidad aumenta progresivamente de 64 cm/año (-12) a 138 cm/año (+4), disminuyendo seguidamente hasta 40 cm/año (+16). Casi todos los sujetos analizados (25/26) muestran PV que coinciden o son posteriores al PHV, de los que el 40% presenta PV 4 meses después del PHV. En las chicas, la curva media de velocidad ilustra un plateau máximo entre -8 y +8,

		Mesos respecte al PHV						
		-8	-4	PHV	4	8	12	16
Factors								
1. Salt	cm/any	4	6	10	12	8	3	6
	(n)²	(22)	(35)	(35)	(35)	(34)	(30)	(30)
2. Llançament	cm/any	66	66	64	70	66	50	34
	(n)	(23)	(34)	(34)	(34)	(33)	(29)	(29)
3. SIT-UP	núm. rep/any	5.8	3.6	1.2	3.4	4.2	1.0	2.2
	(n)	(17)	(26)	(26)	(26)	(25)	(21)	(21)
4. FPT	cm/any	1.6	1.0	-0.6	0.6	2.6	1.0	0.8
	(n)	(108)	(28)	(28)	(28)	(27)	(23)	(23)
5. Test '6	m/any	120	112	-2	6	34	18	6
	(n)	(13)	(22)	(22)	(22)	(22)	(17)	(14)
6. 4x6 m	1:100 s/any	56	34	30	50	30	-4	6
	(n)	(17)	(25)	(25)	(25)	(25)	(21)	(21)
7. 40 m	1:100 s/any	48	46	22	28	42	22	14
	(n)	(16)	(24)	(24)	(24)	(23)	(19)	(19)

¹ Les velocitats màximes per a cada factor motor figuren en negreta.

² Vegeu nota a peu número 2 a la Taula 1.

Taula II: Velocitats mitjanes de creixement en diferents FACTORS MOTORS després d'alinejar les corbes individuals segons el pic de creixement de la talla (PHV). NOIES ¹.

Tabla II: Velocidades medias de crecimiento en diferentes FACTORES MOTORES después de alinear las curvas individuales en función del pico de crecimiento de la talla (PHV). CHICAS ¹.

després del PHV), i cau després fins a 3 cm/any, un any després del PHV. El 80% de les noies analitzades (29/35) presenten pics de velocitat (PV) coincidents o posteriors al PHV, de les quals 10 mostren el màxim desenvolupament quatre mesos després del PHV.

Llançament de pilota llastada de 3 Kg. La Figura 3 mostra les corbes mitjanes de velocitat per a tots dos sexes. En els nois, la velocitat augmenta progressivament de 64 cm/any (-12) a 138 cm/any (+4), i disminueix seguidament fins a 40 cm/any (+16). Gairebé tots els subjectes analitzats (25/26) mostren PV que coincideixen o són posteriors al PHV, dels quals el 40% presenta PV quatre mesos després del PHV. A les noies, la corba mitjana de velocitat il·lustra un *plateau* màxim entre -8 i +8, amb valors propers a 70 cm/any. La velocitat dis-

con valores cercanos a 70 cm/año. La velocidad disminuye después hasta 34 cm/año (+16). Las curvas obtenidas de forma separada según centro escolar (Fig. 3), revelan PV que se alcanzan entre 4 y 8 meses después del PHV, con valores cercanos a 80 cm/año.

Sit-up 30 segundos (Fig. 4). En los chicos la velocidad media disminuye progresivamente de 5.4 sit-ups/año (-16) a 2 sit-ups/año (-4). Hay seguidamente una fuerte aceleración a partir del PHV, observándose un PV de 4.6 sit-ups/año en +4. La velocidad disminuye después hasta 1 sit-up/año, un año después del PHV. Solo 3 de los 21 casos analizados presentan PV justo antes (-4) o coincidiendo con el PHV. En las chicas, la velocidad media se ralentiza entre -8 (5.8 sit-ups/año) y el PHV, donde muestra el punto de inflexión (1.2 sit-

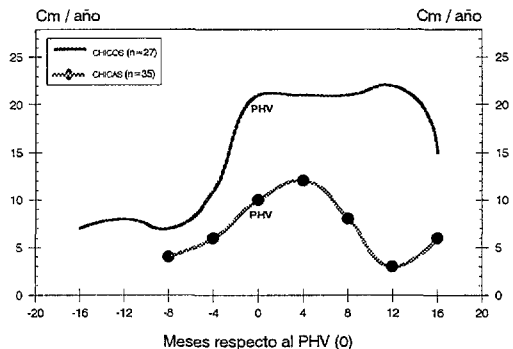


Figura 2: Salt horizontal a peus junts.
Figura 2: Salto horizontal a pies juntos.

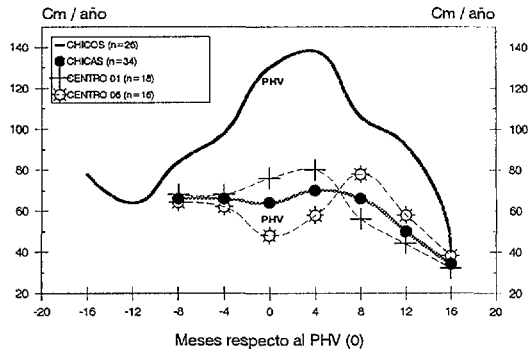


Figura 3: Llançament de pilota llustrada 3 Kg.
Figura 3: Lanzamiento de pelota lastrada 3 Kg.

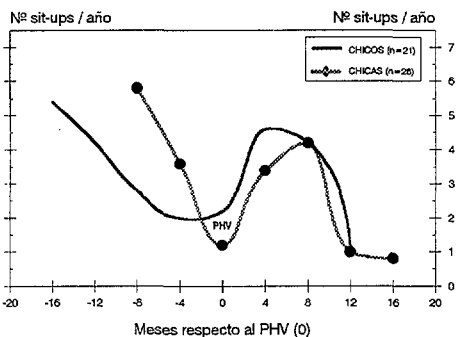


Figura 4: Sit up 30".
Figura 4: Sit up 30".

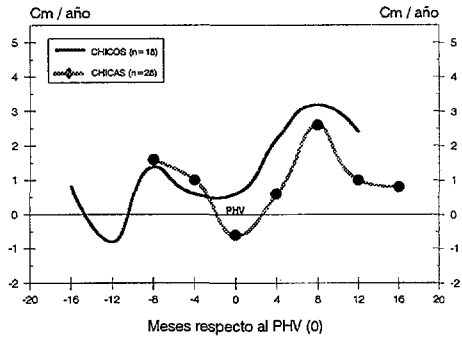


Figura 5: Flexió profunda de tronc.
Figura 5: Flexión profunda de tronco.

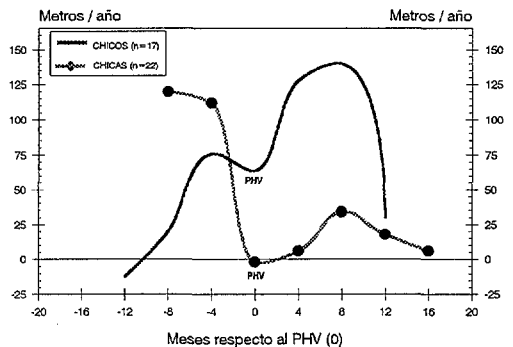


Figura 6: Test de 6 minuts.
Figura 6: Test de 6 minutos.

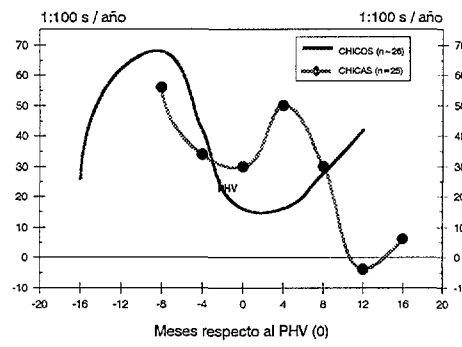


Figura 7: Shuttle run 4x6 m.
Figura 7: Shuttle run 4x6 m.

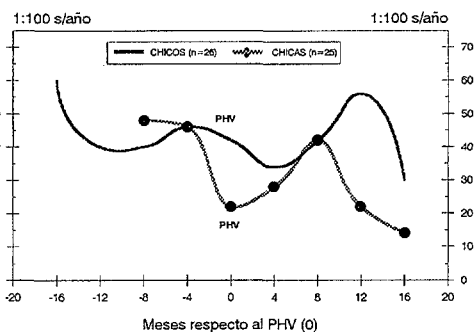


Figura 8: 40 m llançados.
Figura 8: 40 m lanzados.

minueix després fins a 34 cm/any (+16). Les corbes obtingudes de forma separada segons centre escolar (Fig. 3), revelen PV que s'assoleixen entre quatre i vuit mesos després del PHV, amb valors propers a 80 cm/any.

Sit-up 30 segons (Fig. 4). En els nois, la velocitat mitjana disminueix progressivament de 5.4 sit-ups/any (-16) a 2 sit-ups/any (-4). Hi ha tot seguit una forta acceleració a partir del PHV, i s'observa un PV de 4,6 sit-ups/any en +4. La velocitat disminueix després fins a 1 sit-up/any, un any després del PHV. Només 3 dels 21 casos analitzats presenten PV just abans (-4) o coincidint amb el PHV. A les noies, la velocitat mitjana s'alenteix entre -8 (5.8 sit-up/any) i el PHV, on mostra el punt d'inflexió (1.2 sit-up/any). La velocitat augmenta després fins a 4.2 sit-ups/any (+8), i mostra posteriorment un declivi remarcable. Únicament 3 noies presenten PV coincidents amb el PHV, i el 40% de les noies analitzades (10/26) mostren velocitats negatives en aquest punt.

Flexió profunda de tronc [FPT] (Fig.5). En els nois, la velocitat mitjana de creixement mostra un valor mínim de -.8 cm/any (creixement negatiu) un any abans del PHV. S'observa tot seguit una acceleració progressiva (només interrompuda durant el període de màxim creixement de la talla: -4/PHV), amb un pic de velocitat de 3.2 cm/any vuit mesos després del PHV. Cap dels 18 nois analitzats no presenta PV at PHV. A les noies, la velocitat mitjana disminueix d'1.6 cm/any (-8) a -.6 cm/any (PHV). La velocitat mostra una forta acceleració a partir del PHV, assoleix un PV de 2.6 cm/any en +8 i cau de nou fins a .8 cm/any setze mesos després del PHV. El 85% de les noies analitzades (24/28) presenten un desenvolupament nul o negatiu durant l'interval de màxim creixement de la talla (-4/PHV/+4).

Test de 6' de cursa (Fig. 6). En els nois, la corba mitjana de velocitat ascendeix progressivament de -12 m/any (1 any abans del PHV) a 140 m/any (8 mesos després del PHV). Aquesta tendència és únicament interrompuda coincidint amb el PHV, punt en què s'observa un descens lleuger de la velocitat. La majoria dels nois analitzats (14/17) presenten PV coincidents o posteriors al PHV, i més de la meitat (9 casos) mostren PV 8 mesos després PHV. A les noies, la velocitat mitjana mostra un PV entre 4 i 8 mesos abans del PHV, amb valors propers a 120 m/any. S'aprecia tot seguit una dramàtica caiguda coincidint amb el PHV (-2 m/any). Els valors estimats després del PHV són dèbils però positius. El 80% de les noies analitzades (17/22) presenta PV entre 4 i 8 mesos abans del PHV.

Shuttle run 4 x 6 metres (Fig. 7). En els nois, la corba mitjana de velocitat ascendeix de .26 s/any (-16) a .68 s/any (-8). La velocitat disminueix tot seguit, amb un punt d'inflexió entre el PHV i +4 (.16

ups/any). La velocitat augmenta després fins a 4.2 sit-ups/any (+8), mostrant després un marcat declivi. Únicament 3 noies presenten PV coincidents amb el PHV, i el 40% de les noies analitzades (10/26) mostren velocitats negatives en aquest punt.

Flexió profunda de tronc [FPT] (Fig. 5). En los chicos, la velocidad media de crecimiento muestra un valor mínimo de -.8 cm/año (crecimiento negativo) un año antes del PHV. Se aprecia seguidamente una aceleración progresiva (solo interrumpida durante el período de máximo crecimiento de la talla: -4/PHV), con un pico de velocidad de 3.2 cm/año 8 meses después del PHV. Ninguno de los 18 chicos analizados presenta PV at PHV. En las chicas, la velocidad media disminuye de 1.6 cm/año (-8) a -.6 cm/año (PHV). La velocidad muestra una fuerte aceleración a partir del PHV, alcanzando un PV de 2.6 cm/año en +8, cayendo de nuevo hasta .8 cm/año 16 meses después del PHV. El 85% de las chicas analizadas (24/28) presenta un desarrollo nulo o negativo durante el intervalo de máximo crecimiento de la talla (-4/PHV/+4).

Test de 6' de carrera (Fig. 6). En los chicos, la curva media de velocidad asciende progresivamente de -12 m/año (1 año antes del PHV) a 140 m/año (8 meses después del PHV). Esta tendencia es únicamente interrumpida coincidiendo con el PHV, punto en el que se observa un ligero descenso de la velocidad. La mayoría de los chicos analizados (14/17) presentan PV coincidentes o posteriores al PHV, y más de la mitad (9 casos) muestran PV 8 meses después PHV. En las chicas, la velocidad media muestra un PV entre 4 y 8 meses antes del PHV, con valores cercanos a 120 m/año. Se aprecia seguidamente una dramática caída coincidiendo con el PHV (-2 m/año). Los valores estimados después del PHV son débiles pero positivos. El 80% de las chicas analizadas (17/22) presenta PV entre 4 y 8 meses antes del PHV.

Shuttle run 4x6 metros (Fig. 7). En los chicos, la curva media de velocidad asciende de .26 s/año (-16) a .68 s/año (-8). La velocidad disminuye seguidamente, con un punto de inflexión entre el PHV y +4 (.16 s/año). Los valores tienden a aumentar finalmente, alcanzando .42 s/año un año después del PHV. La mayoría de los sujetos analizados (22/26) presentan PV anteriores al PHV. En las chicas, la velocidad media se ralentiza entre -8 (.56 s/año) y el PHV (.30 s/año). La velocidad asciende hasta .50 s/año (4 meses después del PHV), disminuyendo progresivamente después hasta alcanzar valores cercanos a 0 un año después del PHV. Casi todas las chicas analizadas (24/25) muestran PV anteriores o/y posteriores al PHV.

40 metros lanzados (Fig. 8). La velocidad media de crecimiento disminuye de .60 s/año (-16) a .40

s/any). Els valors tendeixen a augmentar finalment, i assoleixen .42 s/any un any després del PHV. La majoria dels subjectes analitzats (22/26) presenten PV anteriors al PHV. A les noies, la velocitat mitjana s'alenteix entre -8 (.56 s/any) i el PHV (.30 s/any). La velocitat ascendeix fins a .50 s/any (4 mesos després del PHV), i disminueix progressivament després fins a assolir valors propers a 0 un any després del PHV. Gairebé totes les noies analitzades (24/25) mostren PV anteriors o/i posteriors al PHV.

40 metres llançats (Fig. 8). La velocitat mitjana de creixement disminueix de .60 s/any (-16) a .40 s/any (-12/-8), augmenta lleugerament després i torna a disminuir durant el període de màxim creixement de la talla (-4/PHV/+4). S'observa tot seguit una acceleració (amb un PV eventual de .56 s/any en +12), i un descens, finalment, fins a .30 en el punt +16. L'anàlisi de les corbes individuals revela que la majoria dels nois analitzats (19/21) presenta un desenvolupament màxim (PV) en els punts de velocitat més allunyats del PHV, un any abans o després d'aquest darrer. A les noies, la corba mitjana de velocitat mostra valors màxims propers a .5 s/any entre 8 i 4 mesos abans del PHV. La velocitat disminueix fortament coincidint amb el PHV (.22 s/any), i torna a augmentar després fins a .42 s/any en +8. La corba tendeix finalment a descendir, i s'estima una velocitat mitjana de .14 s/any 16 mesos després del PHV. La majoria de les 24 noies analitzades mostren PV abans del PHV (14 casos) o després del PHV (8 casos).

Discussió

Les corbes mitjanes de velocitat obtingudes per a la talla (Fig. 1) descriuen clarament l'estirada puberal de creixement en tots dos sexes. És a dir, s'aprecia una forta acceleració de la velocitat de creixement, un pic de creixement (PHV) i una ràpida desacceleració després del PHV.

L'edat mitjana estimada en el PHV per a la nostra mostra de 28 nois (13.0 anys) és sensiblement inferior als valors estimats en nombrosos estudis disponibles, que varien entre 13.4 i 14.4 anys. La majoria d'aquests estudis, basats en la població europea i nord-americana, situen l'edat mitjana en el PHV al voltant dels 14 anys (vegeu Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995: 39-40). En aquest estudi, una part important dels subjectes analitzats no ha assolit el PHV al final del període experimental. És, per tant, evident que només hem pogut localitzar el PHV en nois de maduració avançada o normal. Això sembla explicar més clarament el dèbil valor mitjà estimat per a l'edat en el PHV a la nostra mostra. A les noies, passa el fenomen contrari. L'edat mitjana estimada en el PHV (12.4 anys) és per sobre dels valors mitjans obtinguts en nombrosos estudis, que se situen

s/año (-12/-8), aumenta ligeramente después y vuelve a disminuir durante el período de máximo crecimiento de la talla (-4/PHV/+4). Se observa seguidamente una aceleración (con un eventual PV de .56 s/año en +12), para descender finalmente hasta .30 en el punto +16. El análisis de las curvas individuales revela que la mayoría de los chicos analizados (19/21) presenta un desarrollo máximo (PV) en los puntos de velocidad más alejados del PHV, un año antes o después de este último. En las chicas, la curva media de velocidad muestra valores máximos próximos a .5 s/año entre 8 y 4 meses antes del PHV. La velocidad disminuye fuertemente coincidiendo con el PHV (.22 s/año), volviendo a aumentar después hasta .42 s/año en +8. La curva tiende finalmente a descender, estimándose una velocidad media de .14 s/año 16 meses después del PHV. La mayor parte de las 24 chicas analizadas muestra PV antes del PHV (14 casos) o después del PHV (8 casos).

Discusión

Las curvas medias de velocidad obtenidas para la talla (Fig. 1) describen claramente el estirón puberal de crecimiento en ambos sexos. Es decir, se aprecia una fuerte aceleración de la velocidad de crecimiento, un pico de crecimiento (PHV), y una rápida deceleración después del PHV.

La edad media estimada en el PHV para nuestra muestra de 28 chicos (13.0 años) es sensiblemente inferior a los valores estimados en numerosos estudios disponibles, que varían entre 13.4 y 14.4 años. La mayoría de estos estudios, basados en la población Europea y Norteamericana, sitúan la edad media en el PHV alrededor de los 14 años (ver Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995:39-40). En el presente estudio, una parte importante de los sujetos analizados no ha alcanzado el PHV al final del período experimental. Es por tanto evidente que solo hemos podido localizar el PHV en chicos de maduración avanzada o normal. Esto parece explicar en mayor medida el débil valor medio estimado para la edad en el PHV en nuestra muestra. En las chicas, sucede el fenómeno contrario. La edad media estimada en el PHV (12.4 años) está por encima de los valores medios obtenidos en numerosos estudios, que se sitúan alrededor de los 12 años (entre 11.4 y 12.2; ver Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995:39-40). Esto parece explicarse por el hecho de que hemos localizado el PHV únicamente en chicas de maduración media y tardía. Cerca de un 30% de los casos analizados habían alcanzado el PHV antes o en el momento del inicio del estudio. La débil diferencia entre la edad media en el PHV de ambos sexos (.6 años), los valores normales se sitúan al rededor de 2 años (ver Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995:39)-confirma que nuestra muestra está compuesta

al voltant dels 12 anys (entre 11.4 i 12.2; vegeu Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995: 39-40). Això sembla que s'explica perquè hem localitzat el PHV únicament en noies de maduració mitjana i tardana.

Prop d'un 30% dels casos analitzats havien assolit el PHV abans o en el moment de l'inici de l'estudi. La dèbil diferència entre l'edat mitjana en el PHV de tots dos sexes (.6 anys) –els valors normals se situen al voltant de 2 anys (vegeu Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995: 39)– confirma que la nostra mostra és composta majoritàriament per noies de maduració avançada i per noies de maduració tardana.

El valor mitjà del PHV estimat en la nostra població masculina (11.4 cm/any) és lleugerament per sobre dels valors mitjans obtinguts en nombrosos estudis, que varien entre 8.2 i 10.3 cm/any (vegeu Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; heras, 1995: 40). Aquesta diferència es comprensible si tenim en compte que els subjectes de maduració avançada tendeixen a mostrar un PHV més elevat que els de maduració normal o tardana (Tanner and Whitehouse, 1976; Beunen and Malina, 1988). A les noies, la nostra estimació del valor mitjà del PHV (8.7 cm/any) concorda amb les dades disponibles en la literatura, que refereixen valors compresos entre 7.0 i 9.1 cm/any (vegeu Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995: 40). Amb tot, aquest resultat sembla ser massa alt per a una mostra de noies tardanes, si es compara, per exemple, amb el resultat de 6.7 cm/any obtingut per Kemper et al., (1985) per a una mostra de noies tardanes holandeses (edat mitjana en el PHV: 12.6 anys). La important magnitud del PHV mitjà obtingut en aquest estudi en tots dos sexes té relació, sens dubte, amb la metodologia emprada en la determinació de les corbes individuals de velocitat. Hem obtingut punts velocitat cada 4 mesos, mentre que la majoria dels estudis disponibles basen els seus resultats en velocitats anuals o semianuals. Tanner et al., (1966) han descrit clarament com les estimacions del PHV tendeixen a ser més elevades quan l'interval entre les estimacions es redueix.

La possible localització de l'estirada puberal del rendiment motor respecte al PHV, estimada en els noies en un nombre reduït d'estudis longitudinals disponibles, és resumida a la Taula IV. El mètode utilitzat per Beunen et al. (1988) per al càlcul de les velocitats de creixement (*non-smoothed polynomials*) és semblant a l'utilitzat en aquest estudi. Els resultats obtinguts per Ellis et al., (1975) es basen en el mètode d'incrementos, en el qual les millores anuals, sense correcció, són alineades d'acord amb l'interval anual de màxim creixement de la talla. Lefevre et al. (1990) han emprat el mètode d'"anàlisi dels components principals", en una submostra de 74 noies del Leuven Growth Study of Belgian Boys. Finalment, Hebbelinck (1989) fa una

majoritàriament de chicos de maduració avançada i de chicas de maduració tardia.

El valor medio del PHV estimado en nuestra población masculina (11.4 cm/año) está ligeramente por encima de los valores medios obtenidos en numerosos estudios, que varían entre 8.2 y 10.3 cm/año (ver Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995:40). Esta diferencia es comprensible si tenemos en cuenta que los sujetos de maduración avanzada tienden a mostrar un PHV más elevado que los de maduración normal o tardía (Tanner and Whitehouse, 1976; Beunen and Malina, 1988). En las chicas, nuestra estimación del valor medio del PHV (8.7 cm/año) concuerda con los datos disponibles en la literatura, que refieren valores comprendidos entre 7.0 y 9.1 cm/año (ver Beunen and Malina, 1988; Malina et al., 1988; Heras, 1995:40). Sin embargo este resultado parece ser demasiado alto para una muestra de chicas tardías, comparado, por ejemplo, con el resultado de 6.7 cm/año obtenido por Kemper et al. (1985) para una muestra de chicas tardías Holandesas (edad media en el PHV: 12.6 años). La importante magnitud del PHV medio obtenido en el presente estudio en ambos sexos, está sin duda ligada a la metodología empleada en la determinación de las curvas individuales de velocidad. Hemos obtenido puntos velocidad cada 4 meses, mientras la mayor parte de los estudios disponibles basan sus resultados en velocidades anuales o semianuales. Tanner et al. (1966) han descrito claramente cómo las estimaciones del PHV tienden a ser más elevadas cuando el intervalo entre las observaciones se reduce.

La posible localización del estirón puberal del rendimiento motor respecto al PHV, estimada en los chicos en un número reducido de estudios longitudinales disponibles, está resumida en la Tabla IV. El método utilizado por Beunen et al. (1988) para el cálculo de las velocidades de crecimiento (*non-smoothed polynomials*) es similar al utilizado en el presente estudio. Los resultados obtenidos por Ellis et al. (1975) están basados en el método de incrementos, en el que las mejoras anuales, sin corrección, son alineadas en función del intervalo anual de máximo crecimiento de la talla. Lefevre et al. (1990) han empleado el método de "análisis de los componentes principales", en una submuestra de 74 chicos del Leuven Growth Study of Belgian Boys. Finalmente, Hebbelinck (1989) realiza un análisis del rendimiento motor basándose en las curvas de distancia de dos sujetos, de maduración avanzada y tardía, respectivamente. No hay, por otro lado, estudios longitudinales disponibles en las chicas que pongan en evidencia la eventual relación entre el rendimiento motor y el estirón puberal de la talla.

Fuerza explosiva

La evidencia de un estirón puberal en los tests de fuerza explosiva en los chicos, constatada en el

		Sincronización	Pico de velocidad
Salto			
a. Salto horizontal	[1]	Durante el año del PHV	15 cm/año
	[2]	Justo después del PHV	----
	[*]	Durante el año que sigue al PHV	21-22 cm/año
b. Salto vertical	[3]	6 meses después PHV	4.8 cm/año
	[4]	1 año después PHV	5.6 cm/año
Lanzamiento			
a. Pelota lastrada	[2]	Después del PHV	----
	[*]	4 meses después del PHV	138 cm/año
b. Pelota de hoquei	[2]	Después del PHV	----
Fuerza del Tronco			
a. Sit-up 1'	[1]	1 año antes del PHV	± 2.8 rep/año
b. Sit-up 30"	[*]	16 meses antes del PHV	5.4 rep/año
		4 meses después PHV	4.6 rep/año
c. Leg-lifts 20"	[3]	Sin evidencia de estirada	----
Flexibilidad			
a. Sit-and-reach	[3]	6 meses antes del PHV?	1.8 cm/año
b. FPT	[*]	8 meses después del PHV	3.2 cm/año
Agilidad			
a. 10x5 m shut. run	[3]	1.5 años antes del PHV	± 0.70 s/año
b. 4x6 m shut. run	[*]	8 meses antes del PHV	0.68 s/año
Velocidad			
a. 25 m	[2]	Antes del PHV	----
		Después del PHV?	----
b. 40 m	[*]	16 meses antes del PHV	0.60 s/año
		1 año después del PHV	0.56 s/año

[1] Ellis et al.; [2] Hebbelinck; [3] Beunen et al.; [4] Lefevre et al.;

[*] Aquest estudi.

Taula IV: Estirada puberal del rendiment en diferents TESTS MOTORS en els nois. Sincronització de les velocitats màximes observades en relació amb el PHV, i estimacions dels pics de velocitat (PV) en alguns estudis longitudinals disponibles.

Tabla IV: Estirón puberal del rendimiento en diferentes TESTS MOTORES en los chicos. Sincronización de las velocidades máximas observadas en relación al PHV, y estimaciones de los picos de velocidad (PV) en algunos estudios longitudinales disponibles.

anàlisi del rendiment motor basant-se en les corbes de distància dels subjectes, de maduració avançada i tardana, respectivament. No hi ha, d'altra banda, estudis longitudinals disponibles en les noies que posin en evidència l'eventual relació

presente estudio, concuerda con los datos disponibles en la literatura. Nuestros resultados sugieren que la capacidad de salto (salto horizontal a pies juntos) presenta una meseta o "plateau" de máximo desarrollo durante el año que sigue al PHV (Fig.

entre el rendiment motor i l'estirada puberal de la talla.

Força explosiva

L'evidència d'una estirada puberal en els tests de força explosiva en els nois, constatada en aquest estudi, concorda amb les dades disponibles a la literatura. Els nostres resultats suggereixen que la capacitat de salt (*salt horitzontal a peus junts*) presenta un replà o *plateau* de desenvolupament màxim durant l'any que segueix el PHV (Fig. 2). L'increment màxim del rendiment en aquest test es produeix durant l'interval anual que engloba el PHV (Ellis et al., 1975), o just després del PHV (Hebbelinck, 1989). El pic de velocitat (15 cm/any; vegeu Taula IV) estimat en els nois canadencs (Ellis et al., 1975) és inferior a les velocitats màximes obtingudes en la nostra mostra (21-22 cm/any). Aquestes diferències són raonables si tenim en compte que el mètode d'increments anuals tendeix a donar estimacions baixes de la velocitat. D'altra banda, les dades disponibles sobre la població belga suggereixen que el màxim desenvolupament de la capacitat de salt (*salt vertical*) se situa entre 6 mesos (Beunen et al., 1988) i 1 any (Lefevre et al., 1989) després del PHV.

La capacitat de llançament (*llançament de pilota llastada*) presenta igualment una estirada puberal el PV de la qual se situa 4 mesos després del PHV (Fig. 3). Les dades de Hebbelinck (1989) mostren que el rendiment en dos tests de llançament (pilota llastada i pilota d'hoquei) augmenta de manera especial després del PHV, tant en un subjecte de maduració primerenca, com en un de maduració tardana. Això no obstant, no hi ha dades disponibles a la literatura que descriguin corbes longitudinals de velocitat en els tests de llançament, alineades d'acord amb el PHV.

A les noies, els nostres resultats suggereixen igualment l'evidència d'una estirada puberal del rendiment en els tests de força explosiva. La corba de velocitat obtinguda en el *salt horitzontal a peus junts* (Fig. 2), és qualitativament molt semblant a la corba de velocitat de l'estatura (Fig. 1), amb un PV situat 4 mesos després del PHV. Paral·lelament, la capacitat de llançament té el seu desenvolupament màxim entre 4 i 8 mesos després del PHV (Fig. 3). Aquests resultats semblen confirmar els indicis previs d'un augment de la millora anual de la força explosiva en els noies entre 12 i 13 anys (Branta et al., 1984). Cal indicar igualment que la sincronització de l'estirada de la força explosiva respecte al PHV, observat a la nostra població, concorda amb la de l'estirada puberal de la força estàtica, descrit en alguns estudis previs tant en els nois (Stolz and Stolz, 1951; Carron and Bailey, 1974; Kemper and Verschuur, 1985; Beunen et al., 1988; Rasmussen et al., 1990), com en les noies (Kemper and Verschuur, 1985).

2). El máximo incremento del rendimiento en este test se produce durante el intervalo anual que engloba el PHV (Ellis et al., 1975), o justo después del PHV (Hebbelinck, 1989). El pico de velocidad (15 cm/año; ver Tabla 4) estimado en los chicos Canadienses (Ellis et al., 1975) es inferior a las velocidades máximas obtenidas en nuestra muestra (21-22 cm/año). Estas diferencias son razonables si tenemos en cuenta que el método de incrementos anuales tiende a dar estimaciones bajas de la velocidad. Por otro lado, los datos disponibles sobre la población Belga sugieren que el máximo desarrollo de la capacidad de salto (salto vertical) se sitúa entre 6 meses (Beunen et al., 1988) y 1 año (Lefevre et al., 1989) después del PHV.

La capacidad de lanzamiento (lanzamiento de balón lastrado) presenta igualmente un estirón puberal cuyo PV se sitúa 4 meses después del PHV (Fig. 3). Los datos de Hebbelinck (1989) muestran que el rendimiento en dos tests de lanzamiento (balón lastrado y bola de hockey) aumenta de manera especial después del PHV, tanto en un sujeto de maduración temprana, como en otro de maduración tardía. Sin embargo, no hay datos disponibles en la literatura que describan curvas longitudinales de velocidad en los tests de lanzamiento, alineadas en función del PHV.

En las chicas, nuestros resultados sugieren igualmente la evidencia de un estirón puberal del rendimiento en los tests de fuerza explosiva. La curva de velocidad obtenida en el salto horizontal a pies juntos (Fig. 2), es cualitativamente muy similar a la curva de velocidad de la estatura (Fig. 1), con un PV situado 4 meses después del PHV. Paralelamente, la capacidad de lanzamiento tiene su máximo desarrollo entre 4 y 8 meses después del PHV (Fig. 3). Estos resultados parecen confirmar los indicios previos de un aumento de la mejora anual de la fuerza explosiva en las chicas entre 12 y 13 años (Branta et al., 1984). Hay que señalar igualmente que la sincronización del estirón de la fuerza explosiva respecto al PHV, observado en nuestra población, concuerda con la del estirón puberal de la fuerza estática, descrito en algunos estudios previos tanto en los chicos (Stolz and Stolz, 1951; Carron and Bailey, 1974; Kemper and Verschuur, 1985; Beunen et al., 1988; Rasmussen et al., 1990), como en las chicas (Kemper and Verschuur, 1985).

Fuerza-resistencia abdominal y velocidad de desplazamiento

Las velocidades medias máximas (PV) de desarrollo en el *sit-up 30"* y en la carrera de velocidad (*40m lanzados*) parecen alcanzarse en nuestra muestra antes del estirón puberal. Se aprecia sin embargo una segunda fase de desarrollo acelerado después del PHV, en ambos sexos (Fig. 4 y Fig. 8). Los estudios previos disponibles en los chicos no aportan resultados concluyentes. Ellis et al. (1975),

Força-resistència abdominal i velocitat de desplaçament

Les velocitats mitjanes màximes (PV) de desenvolupament en el *sit-up 30''* i en la cursa de velocitat (40 m llançats) sembla que s'assoleixen en la nostra mostra abans de l'estirada puberal. S'aprecia, això no obstant, una segona fase de desenvolupament accelerat després del PHV, en tots dos sexes (Fig. 4 i Fig. 8). Els estudis previs disponibles en els nois no aporten resultats concloents. Ellis et al. (1975), han constatat que l'increment anual màxim en el *sit-up 1'* (2.8 sit-up/any) es produeix un any abans del PHV. Tanmateix, s'aprecien igualment increments només una mica inferiors 3 anys abans i 3 anys després del PHV. La corba de velocitat obtinguda en el *leg-lifts 20''* en els nois belgues (Beunen et al., 1988) oscil·la entre 0 i 1 leg-lifts/any, i no suggereix per tant l'evidència d'una estirada puberal de la força-resistència abdominal. Les diferències metodològiques podrien explicar la variabilitat dels resultats en els tres estudis. Malgrat tot, la importància dels PV observats en la nostra població en el *sit-up 30''* (Fig. 4), clarament més pronunciats, tant en els nois com en les noies, que els valors obtinguts en els nois canadencs (Ellis et al., 1975) i belgues (Beunen et al., 1988) suggereix l'existència de dues veritables fases de desenvolupament màxim de la resistència abdominal. Aquestes dues fases van probablement lligades a factors independents. D'una banda, el PV observat abans del PHV podria estar relacionat amb la millora de la coordinació motriu (Starosta and Hirtz, 1990) i de la velocitat cíclica del moviment (Lehman, 1992) cap al final de l'etapa prepuberal. No podem oblidar que el *sit-up 30''* exigeix una velocitat d'execució elevada (un cicle complet [1 sit-up] es realitza en poc més d'un segon). D'altra banda, l'acceleració del rendiment, que s'aprecia en aquest test després del PHV sembla estar aparentment relacionada amb l'estirada de la força muscular. Aquest tipus de factors expliquen probablement també els resultats obtinguts en la cursa de velocitat (Fig. 8). Així, la fase de desenvolupament màxim del rendiment constatada abans del PHV podria estar relacionada amb la millora de la freqüència de gamba, que depèn al seu torn de la coordinació motriu. L'estirada observada després del PHV en els 40 metres llançats sembla estar més ben relacionada amb l'estirada de la potència de cames experimentada en aquest moment en tots dos sexes. Les corbes de distància obtingudes en el *test de 25 metres* (Hebbelinck, 1989) semblen confirmar, en els nois, l'evidència de millores importants del rendiment en la cursa de velocitat abans i després del PHV.

Agilitat

La corba de velocitat obtinguda en els nois (Fig. 7) il·lustra l'existència d'una estirada puberal del rendi-

han constatat que el màxim increment anual en el *sit-up 1'* (2.8 sit-ups/año) se produce 1 año antes del PHV. Sin embargo, se aprecian igualmente incrementos tan solo un poco inferiores 3 años antes y tres años después del PHV. La curva de velocidad obtenida en el *leg-lifts 20''* en los chicos Belgas (Beunen et al., 1988), oscila entre 0 y 1 leg-lifts/año, y no sugiere por tanto la evidencia de un estirón puberal de la fuerza-resistencia abdominal. Las diferencias metodológicas podrían explicar la variabilidad de los resultados en los tres estudios. A pesar de ello, la importancia de los PV observados en nuestra población en el *sit-up 30''* (Fig. 4), claramente más pronunciados, tanto en los chicos como en las chicas, que los valores obtenidos en los chicos Canadienses (Ellis et al., 1975) y Belgas (Beunen et al., 1988), sugiere la existencia de dos verdaderas fases de máximo desarrollo de la resistencia muscular abdominal. Estas dos fases están probablemente ligadas a factores independientes. Por un lado, el PV observado antes del PHV podría estar relacionado con la mejora de la coordinación motriz (Starosta and Hirtz, 1990), y de la velocidad cíclica del movimiento (Lehman, 1992) hacia el final de la etapa pre-puberal. No podemos olvidar que el *sit-up 30''* exige una velocidad de ejecución elevada (un ciclo completo [1 sit-up] se realiza en poco más de un segundo). Por otro lado, la aceleración del rendimiento que se aprecia en este test después del PHV parece estar aparentemente relacionada con el estirón de la fuerza muscular. Este tipo de factores explican probablemente también los resultados obtenidos en la carrera de velocidad (Fig. 8). Así, la fase de desarrollo máximo del rendimiento constatada antes del PHV podría estar ligada a la mejora de la frecuencia de zancada, dependiente a su vez de la coordinación motriz. El estirón observado después del PHV en los 40 metros lanzados parece estar más bien relacionado con el estirón de la potencia de piernas experimentado en ese momento en ambos sexos. Las curvas de distancia obtenidas en el *test de 25 metros* (Hebbelinck, 1989) parecen confirmar, en los chicos, la evidencia de mejoras importantes del rendimiento en la carrera de velocidad antes y después del PHV.

Agilidad

La curva de velocidad obtenida en los chicos (Fig. 7), ilustra la existencia de un estirón puberal del rendimiento en el *shuttle run 4x6 metros*, que se produce claramente antes del PHV. Este resultado parece confirmar los resultados obtenidos por Beunen et al. (1989) en el *shuttle run 10x5 m*. Hay que señalar además que el PV estimado 8 meses antes del PHV en los chicos Menorquines (.68 s/año) es prácticamente idéntico al PV obtenido en los chicos Belgas (.70 s/año) 1.5 años antes del PHV (Beunen et al., 1988). Este desarrollo avanza-

ment en el *shuttle run 4 x 6 metres*, que es produeix clarament abans del PHV. Aquest resultat sembla confirmar els resultats obtinguts per Beunen et al. (1989) en el *shuttle run 10 x 5 metres*. Cal indicar a més a més que el PV estimat 8 mesos abans del PHV en els nois menorquins (.68 s/ any) és pràcticament idèntic al PV obtingut en els nois belgues (.70 s/any) 1.5 anys abans del PHV (Beunen et al., 1988). Aquest desenvolupament avançat de l'agilitat amb relació a l'estirada de l'alçada sembla estar íntimament relacionat amb factors de tipus ontogènic que concerneixen la coordinació del moviment. Beunen i Malina (1988) suggereixen que la relació entre la força muscular i els braços de palanca podria ser especialment favorable en aquest moment. El desenvolupament prepuberal de la funció inhibidora del sistema neuromuscular (Lehman, 1992) podria explicar en gran part l'estirada del rendiment en els tests que sol·liciten canvis ràpids en la posició dels diferents segments corporals. En les noies, les velocitats màximes s'obtenen també abans del PHV, tot i que es produeix una estirada ulterior del rendiment, després del PHV (Fig. 7). S'aprecia, per tant, una dinàmica semblant en el *shuttle run 4 x 6 m* a la observada en el *sit-up 30"* (Fig. 4) i en els *40 metres llançats* (Fig. 8). L'estirada de la força explosiva sembla ser el factor clau en el desenvolupament del rendiment motor després del PHV, en tots dos sexes.

Flexibilitat

Els resultats obtinguts per mitjà del test *FPT* mostren l'evidència d'una estirada puberal en el desenvolupament de la flexibilitat, que se situa 8 mesos després del PHV en tots dos sexes (Fig. 5). Això no obstant, els resultats obtinguts per mitjà del *sit and reach (SAR)* en els nois belgues (Beunen et al., 1988) no suggereixen l'existència d'una estirada puberal, ja que les velocitats mitjanes estimades oscil·len molt poc: entre 1-2 cm/any. Aquestes diferències podrien ser degudes a l'ús de tests diferents. Malgrat tot, pel que fa a les noies, les nostres dades són compatibles amb els màxims increments anuals observats en el *SAR* entre 12 i 14 anys en les noies nord-americanes (Branta et al., 1985) i belgues (Simons et al., 1990). Les corbes mitjanes de velocitat obtingudes en la nostra mostra (Fig. 5) descriuen trajectòries oposades a la de l'alçada (Fig. 1) durant el període de màxim creixement en tots dos sexes. Això suggereix una relació inversament proporcional entre el desenvolupament de la flexibilitat i l'acceleració del creixement de la talla. Aquest fenomen sembla lògic si tenim en compte que el màxim creixement en longitud dels músculs podria provocar tensions suplementàries en tot l'aparell musculotendinos, que limitarien momentàniament el desenvolupament de la flexibilitat-elasticitat. Podem imaginar que aquestes tensions tendeixen a remetre progressivament a mesura que disminueix la velocitat de creixement de la talla. Segons aquesta hipòtesis, el

do de la agilitat en relació al estirón de la estatura parece estar íntimamente ligado a factores de tipo ontogénico que conciernen a la coordinación del movimiento. Beunen and Malina (1988) sugieren que la relación entre la fuerza muscular y los brazos de palanca podría ser especialmente favorable en ese momento. El desarrollo pre-puberal de la función inhibidora del sistema neuro-muscular (Lehman, 1992) podría explicar en gran medida el estirón del rendimiento en los tests que solicitan cambios rápidos en la posición de los diferentes segmentos corporales. En las chicas, las velocidades máximas se dan también antes del PHV, aunque se produce un estirón ulterior del rendimiento, después del PHV (Fig. 7). Se aprecia por tanto una dinámica similar en el *shuttle run 4x6 m* a la observada en el *sit-up 30"* (Fig. 4) y los *40 metros lanzados* (Fig. 8). El estirón de la fuerza explosiva parece ser el factor clave en el desarrollo del rendimiento motor después del PHV, en ambos sexos.

Flexibilidad

Los resultados obtenidos por medio del test *FPT* muestran la evidencia de un estirón puberal en el desarrollo de la flexibilidad que se sitúa 8 meses después del PHV en los dos sexos (Fig. 5). Sin embargo, los resultados obtenidos por medio del *sit and reach (SAR)* en los chicos Belgas (Beunen et al., 1988), no sugieren la existencia de un estirón puberal, ya que las velocidades medias estimadas oscilan muy poco, entre 1-2 cm/año. Estas diferencias podrían ser debidas al uso de tests diferentes. A pesar de ello, en las chicas, nuestros datos son compatibles con los máximos incrementos anuales observados en el *SAR* entre 12 y 14 años en las chicas Norteamericanas (Branta et al., 1985) y Belgas (Simons et al., 1990). Las curvas medias de velocidad obtenidas en nuestra muestra (Fig. 5) describen trayectorias opuestas a la de la estatura (Fig. 1) durante el periodo de máximo crecimiento en ambos sexos. Esto sugiere una relación inversamente proporcional entre el desarrollo de la flexibilidad y la aceleración del crecimiento de la talla. Este fenómeno parece lógico si tenemos en cuenta que el máximo crecimiento en longitud de los músculos podría provocar tensiones suplementarias en todo el aparato musculo-tendinoso, que limitarían momentáneamente el desarrollo de la flexibilidad-elasticidad. Podemos imaginar que estas tensiones tienden a remitir progresivamente conforme disminuye la velocidad de crecimiento de la talla. Según esta hipótesis, el desarrollo de la flexibilidad tendría entonces su fase más favorable en ambos sexos, gracias a una eventual adaptación estructural que afectaría tanto a la capacidad elástica del músculo como a la movilidad articular.

Carrera de resistencia

No existen estudios longitudinales previos que hayan puesto en evidencia la influencia del estirón

desenvolupament de la flexibilitat tindria llavors la seva fase més favorable en tots dos sexes, gràcies a una eventual adaptació estructural que afectaria tant la capacitat elàstica del múscul com la mobilitat articular.

Cursa de resistència

No hi ha estudis longitudinals previs que hagin posat de manifest la influència de l'estirada puberal de la talla sobre el desenvolupament del rendiment en els tests de cursa de resistència. En aquesta investigació hem constatat que, en els nois, el rendiment en el *test de 6'* mostra una estirada puberal, el PV de la qual (140 m/any) es produeix 8 mesos després del PHV (Fig. 6). La millora singular del rendiment en el *test de 6'* contrasta amb l'estabilització o disminució del VO_2 màx. (ml/min/kg) observada, fins i tot en els nois actius, després del PHV (Kobayashi et al., 1978; Rutenfranz et al., 1982; Mirwald and Bailey, 1986; Vanden Eynde et al., 1988; Bailey and Mirwald, 1990; vegeu també Krahembuhl et al., 1985, i Beunen and Malina, 1988). La potència aeròbica màxima relativa sembla ser, per tant, un factor poc relacionat amb la millora del rendiment en els tests de cursa de resistència durant la pubertat. D'altra banda, Kobayashi et al. (1978) constaten que la potència aeròbica màxima absoluta (l/min) és especialment sensible a l'entrenament després del PHV, la qual cosa sembla concordar amb els nostres resultats en el *test de 6'*. La millora del rendiment en la cursa aeròbica en l'etapa puberal sembla, amb tot, anar essencialment lligada a la millora de l'economia de cursa (Daniels and Oldridge, 1971; Daniels et al., 1978; Davies, 1980; MacDougall et al., 1983; Krahembuhl et al., 1989; vegeu també Rowland, 1989, i Krahembuhl and Williams, 1992). Podem, per tant, suposar que l'estirada puberal del rendiment en el *test de 6'*, observada en la nostra mostra després del PHV, coincideix eventualment amb un desenvolupament màxim de l'economia de cursa. D'altra banda, Rowland (1989) suggereix que les millores en la cursa de resistència també podrien estar relacionades amb factors qualitius (no determinats) que concerneixen l'aportació d'oxigen, no expressats pel VO_2 màx., i, també, amb factors de tipus anaeròbic (força, velocitat).

En les noies, els nostres resultats mostren que el rendiment en el *test de 6'* presenta un desenvolupament màxim entre 4 i 8 mesos abans del PHV, tot i que no podem determinar si es tracta d'una veritable estirada puberal o d'una prolongació del desenvolupament prepuberal. El rendiment tendeix a estabilitzar-se o millora només lleugerament després de l'estirada de la talla (Fig. 6). Aquest fet sembla concordar amb l'estabilització del rendiment en el *test de Cooper* d'acord amb l'estadi de maduració sexual, observada en 230 noies franceses d'entre 12 i 16 anys d'edat (Szczesny and Coudert, 1989). Després de l'estirada de la talla, les noies experi-

puberal de la talla sobre el desenvolupament del rendiment en los tests de carrera de resistencia. En la presente investigación hemos constatado que, en los chicos, el rendimiento en el *test de 6'* muestra un estirón puberal, cuyo PV (140 m/año) se produce 8 meses después del PHV (Fig. 6). La singular mejora del rendimiento en el *test de 6'* contrasta con la estabilización o disminución del VO_2 max (ml/min/kg) observada, incluso en los chicos activos, después del PHV (Kobayashi et al., 1978; Rutenfranz et al., 1982; Mirwald and Bailey, 1986; Vanden Eynde et al., 1988; Bailey and Mirwald, 1990; ver también Krahembuhl et al., 1985, y Beunen and Malina, 1988). La potencia aeróbica máxima relativa parece por tanto ser un factor poco relacionado con la mejora del rendimiento en los tests de carrera de resistencia durante la pubertad. Por otro lado, Kobayashi et al. (1978) constatan que la potencia aeróbica máxima absoluta (l/min) es especialmente sensible al entrenamiento después del PHV, lo cual parece concordar con nuestros resultados en el *test de 6'*. La mejora del rendimiento en la carrera aeróbica en la etapa puberal parece sin embargo estar esencialmente ligada a la mejora de la economía de carrera (Daniels and Oldridge, 1971; Daniels et al., 1978; Davies, 1980; MacDougall et al., 1983; Krahembuhl et al., 1989; ver también Rowland, 1989, y Krahembuhl and Williams, 1992). Podemos por tanto suponer que el estirón puberal del rendimiento en el *test de 6'*, observado en nuestra muestra después del PHV, coincide eventualmente con un desarrollo máximo de la economía de carrera. Por otro lado, Rowland (1989) sugiere que las mejoras en la carrera de resistencia podrían estar también ligadas a factores cualitativos (no determinados) que conciernen al aporte de oxígeno, no expresados por el VO_2 max, así como a factores de tipo anaeróbico (fuerza, velocidad).

En las chicas, nuestros resultados muestran que el rendimiento en el *test de 6'* presenta un desarrollo máximo entre 4 y 8 meses antes del PHV, aunque no podemos determinar si se trata de un verdadero estirón puberal, o de una prolongación del desarrollo pre-puberal. El rendimiento tiende a estabilizarse o mejora solo ligeramente después del estirón de la talla (Fig. 6). Este hecho parece concordar con la estabilización del rendimiento en el *test de Cooper* en función del estadio de maduración sexual, observada en 230 chicas Francesas con edades comprendidas entre 12 y 16 años (Szczesny and Coudert, 1989). Después del estirón de la talla, las chicas experimentan cambios importantes en la composición corporal, que se traducen en un aumento progresivo de la adiposidad relativa (Tanner et al., 1981; Cronk et al., 1982; ver también Malina et al., 1988, and Beunen et al., 1988). Esta sobrecarga ponderal de tejido no activo parece constituir el factor clave que limita el desarrollo del rendimiento en la carrera de resistencia.

		(1)	(2)	(3)	(4)
Factores motores					
1. Salto	♂	21 cm/año	plateau (PHV/+12)	41 cm	51%
	♀	12 cm/año	+4	20 cm	60%
2. Lanzamiento	♂	138 cm/año	+4	255 cm	54%
	♀	80 cm/año	+4/+8	154 cm	52%
3. Sit-up 30"	♂	5.4 rep/año	-16 ^a	9.7 sit-ups	56%
	♀	5.8 rep/año	-8 ^a	8.4 sit-ups	69%
4. FPT	♂	3.2 cm/año	+8	4.1 cm	78%
	♀	2.6 cm/año	+8	3.0 cm	87%
5. 6' test	♂	140 m/año	+8	145 m	97%
	♀	120 m/año	-8	112 m	107%
6. 4x6 m	♂	.68 s/año	-8	.91 sg	75%
	♀	.56 s/año	-8 ^a	.77 sg	73%
7. 40 m	♂	.60 s/año	-16 ^a	1.11 sg	54%
	♀	.48 s/año	-8 ^a	.73 sg	66%

Height	♂	11.4 cm/año	13.0 *	18.2 cm	63%
	♀	8.7 cm/año	12.4*	14.0 cm	62%

(1) Estimacions del pic de velocitat (PV)

(2) Sincronització de PV (mesos respecte al PHV)

(3) Millora mitjana absoluta entre la primera (O₁) i l'última (O₆) observació

(4) Magnitud relativa de PV (percentatge respecte a 3)

"Les velocitats màximes observades en aquests tests després del PHV només són lleugerament inferiors als valors inclosos en aquesta Taula

*Edat mitjana (anys) en el pic de creixement de la talla (PHV)

Taula V: Pic de velocitat (PV), sincronització de PV respecte al PHV, i magnitud relativa de l'estirada puberal de la TALLA i de FACTORS MOTORS. Anàlisi comparativa d'acord amb el sexe.

Tabla V: Pico de velocidad (PV), sincronización de PV respecto al PHV, y magnitud relativa del estirón puberal de la TALLA y de FACTORES MOTORES. Análisis comparativo en función del sexo.

menten canvis importants en la composició corporal, que es tradueixen en un augment progressiu de l'adipositat relativa (Tanner et al., 1981; Cronk et al., 1982; vegeu també Malina et al., 1988, i Beunen et al., 1988). Aquesta sobrecàrrega ponderal de teixit no actiu sembla ser el factor clau que limita el desenvolupament del rendiment en la cursa de resistència.

Diferències segons el sexe

La dinàmica dels canvis del rendiment motor d'acord amb l'estirada puberal de la talla és molt

Diferencias en función del sexo

La dinámica de los cambios del rendimiento motor en función del estirón puberal de la talla es muy similar en ambos sexos. Las principales diferencias se dan en el *test de 6'*, donde hemos observado que las chicas muestran velocidades máximas de desarrollo antes del PHV, mientras los chicos presentan PV después del PHV. En los 6 tests motores restantes, se aprecian PV anteriores al PHV (*sit-up 30"*, *4x6 m. shuttle run*, *40 m.*), o posteriores al PHV (*salto de longitud a pies juntos*, *lanzamiento balón lastrado*, *FPT*) tanto en los chi-

semblant en tots dos sexes. Les diferències principals són en el *test de 6'*, en el qual hem observat que les noies mostren velocitats màximes de desenvolupament abans del PHV, mentre que els nois presenten PV després del PHV. En els 6 tests motors restants, s'observen PV anteriors al PHV (*sit-up 30"*, *4 x 6 m shuttle run*, *40 m*) o posteriors al PHV (*salt de longitud a peus junts*, *llançament de pilota llastada*, *FPT*) tant en els nois com en les noies (vegeu (2) a la Taula V). En termes absoluts, la intensitat de PV és més important en els nois que en les noies, si exclouem el *sit-up 30"* (vegeu (1) a la Taula V). Això no obstant, quan expressem PV en relació amb la millora mitjana observada durant el període experimental (O_1-O_6), les noies presenten una estirada puberal del rendiment motor proporcionalment semblant, o fins i tot superior al dels nois (vegeu (4) a la Taula V). D'altra banda, la intensitat relativa de PV, estimada en els diferents fac-

cos com en las chicas (ver (2) en la Tabla V). En términos absolutos, la intensidad de PV es más importante en los chicos que en las chicas, si excluimos el *sit-up 30"* (ver (1) en la Tabla V). Sin embargo, cuando expresamos PV en relación a la mejora media observada durante el período experimental (O_1-O_6), las chicas presentan un estirón puberal del rendimiento motor proporcionalmente similar, si no superior al de los chicos (ver (4) en la Tabla V). Por otro lado, la intensidad relativa de PV, estimada en los diferentes factores motores, es comparable a la obtenida para la talla (Tabla V). Estos resultados demuestran que el rendimiento en diferentes tests motores presenta un verdadero estirón puberal en ambos sexos.

La Figura 9 (chicos) y la Figura 10 (chicas) agrupan las curvas de velocidad obtenidas en los tests motores (excluidos los tests de fuerza explosiva) durante el período de máximo crecimiento de la

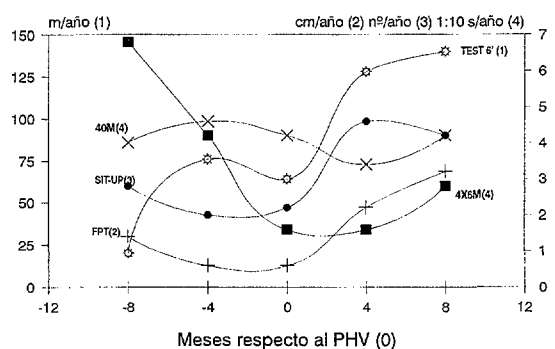


Figura 9: Velocitat mitjana de creixement en diferents TESTS MOTORS durant l'interval de màxim creixement de la talla (-8/PHV/+8). Nois.

Figura 9: Velocidad media de crecimiento en diferentes TESTS MOTORES durante el intervalo de máximo crecimiento de la talla (-8/PHV/+8). Chicos.

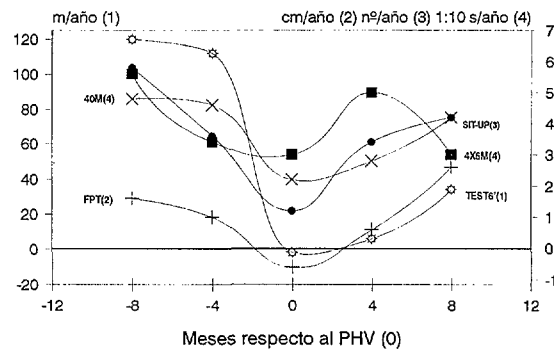


Figura 10: Velocitat mitjana de creixement en diferents TESTS MOTORS durant l'interval de màxim creixement de la talla (-8/PHV/+8). Noies.

Figura 10: Velocidad media de crecimiento en diferentes TESTS MOTORES durante el intervalo de máximo crecimiento de la talla (-8/PHV/+8). Chicas.

tors motors, és comparable a l'obtinguda per a la talla (Taula V). Aquests resultats demostren que el rendiment en diferents tests motors presenta una veritable estirada puberal en tots dos sexes.

La Figura 9 (nois) i la Figura 10 (noies) agrupen les corbes de velocitat obtingudes en els tests motors (exclusos els tests de força explosiva) durant el període de màxim creixement de la talla (-8/PHV/+8). S'hi pot observar com les corbes presenten trajectòries oposades a la corba de la talla als voltants del PHV. Això suggereix que el creixement màxim de l'alçada provoca una desacceleració momentània del desenvolupament del rendiment en el *sit-up 30"*, *FPT*, i en els tests de cursa (*test de 6'*, *4 x 6 m shuttle run* i *40 m*). El fenomen és especialment evident en les noies (Fig. 10). Les velocitats continuen sent, malgrat tot, majoritàriament positives en tots dos sexes. Després del PHV, quan disminueix la

talla (-8/PHV/+8). Se puede apreciar como las curvas presentan trayectorias opuestas a la curva de la talla en los alrededores del PHV. Esto sugiere que el máximo crecimiento de la estatura provoca una desaceleración momentánea del desarrollo del rendimiento en el *sit-ups 30"*, *FPT*, y en los tests de carrera (*test de 6'*, *4x6 m shuttle run* y *40 m*). El fenómeno es especialmente evidente en las chicas (Fig. 10). Las velocidades siguen siendo, a pesar de todo, mayoritariamente positivas en ambos sexos. Después del PHV, cuando disminuye la velocidad de crecimiento de la talla, el rendimiento en estos tests presenta una aceleración ulterior. Esta dinámica es muy similar a la observada por Starosta and Hirtz (1990) para la coordinación del movimiento. Estos autores han puesto en evidencia que el desarrollo de la coordinación se ralentiza coincidiendo con el máximo crecimiento de la talla,

velocitat de creixement de la talla, el rendiment en aquests tests presenta una acceleració ulterior. Aquesta dinàmica és molt semblant a l'observada per Starosta i Hirtz (1990) per a la coordinació del moviment. Aquests autors han fet palès que el desenvolupament de la coordinació s'alenteix coincidint amb el màxim creixement de la talla i augmenta altra vegada a mesura que la velocitat de creixement disminueix. Tanner (1978) suggereix igualment l'existència d'un període no superior a 6 mesos en el qual es produeixen problemes d'equilibri. Tanner (1978) situa aquest període en el moment que hi ha un creixement més gran del tronc respecte a les cames, abans d'arribar a l'alçada i a la força màximes. És molt probable que l'alentiment momentani del rendiment motor, observat a la nostra mostra durant el període de creixement màxim de la talla, sigui degut a aquests problemes temporals de coordinació i d'equilibri.

En conclusió, els nostres resultats confirmen i amplien el coneixement de la dinàmica del rendiment motor d'acord amb el PHV recollit en estudis previs en els nois (Ellis et al., 1975; Beunen et al., 1988; vegeu també Beunen i Malina, 1988). D'altra banda, els nostres resultats demostren per primer cop que els patrons de desenvolupament del rendiment motor són molt semblants en tots dos sexes, quan són analitzats d'acord amb un paràmetre biològic comú. Altres estudis longitudinals que incloguin una franja d'edat més àmplia seran necessaris per a assolir una comprensió més profunda i contrastada del subjecte.

umentando de nuevo conforme la velocidad de crecimiento disminuye. Tanner (1978), sugiere igualmente la existencia de un período no superior a 6 meses en el que se producen problemas de equilibrio. Tanner (1978) sitúa este período en el momento en que se da un mayor crecimiento del tronco respecto a las piernas, antes de alcanzar la estatura y la fuerza máximas. Es muy probable que la ralentización momentánea del rendimiento motor, observada en nuestra muestra durante el período de máximo crecimiento de la talla, sea debida a estos problemas temporales de coordinación y de equilibrio.

En conclusión, nuestros resultados confirman y amplian el conocimiento de la dinámica del rendimiento motor en función del PHV recogido en estudios previos en los chicos (Ellis et al., 1975; Beunen et al., 1988; ver también Beunen and Malina, 1988). Por otro lado, nuestros resultados demuestran por primera vez que los patrones de desarrollo del rendimiento motor son muy similares en ambos sexos, cuando son analizados en función de un parámetro biológico común. Otros estudios longitudinales que incluyan una franja de edad más amplia serán necesarios para alcanzar una comprensión más profunda y contrastada del sujeto.

Bibliografia

BAILEY, D.A.; MIRWALD, R.L.: 1990, Maximal aerobic power in boys: A longitudinal, dimensional perspective, in: *Liber Amicorum Pr. Dr. M. Ostyn* (J. Ghesquiere, and J. Tolleneer, eds.), pp. 27-34, Hermes, Leuven.
BEUNEN, G.P.; MALINA, R.M.: 1988, Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt, in: *Exercise and Sport Sciences Reviews* (K. B. Pandolf, ed.), pp. 503-40, Macmillan, New York.
BEUNEN, G.P.; MALINA, R.M.; VAN'T HOF, M.A.; SIMONS, J.; OSTYN, M.; RENSON, R.; AND VAN GERVEN: 1988, Adolescent Growth and Motor Performance: A Longitudinal Study of Belgian Boys, *Human Kinetics Books*, Champaign, Illinois.
BRANTA, C.; HAUBENSTRICKER, J.; SEEFELDT, V.: 1984, Ages changes in motor skills during childhood and

adolescence, in: *Exercise and Sport Sciences Reviews* (R. L. Terjung, ed.), pp. 467-520, Collamore, Lexington.
CARRON, A.V.; BAILEY, D.A.: 1974, Strength development in boys from 10 through 16 years, *Monogr. Soc. Res. Child Dev.*, 39 (Serial No. 157): 1-37.
CRONK, C.E.; MUKHERJEE, D.; ROCHE, A.F.: 1983, Changes in triceps and subscapular skinfold thickness during adolescence, *Hum. Biol.*, 55: 707-21.
DANIELS, J.; OLDRIDGE, N.: 1971, Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training, *Med. Sci. Sport and Exerc.*, 3: 161-65.
DANIELS, J.; OLDRIDGE, N.; NAGLE, F.; WHITE, B.: 1978, Differences and changes in VO₂ among young runners 10 to 18 years of age, *Med. Sci. Sport and Exerc.*, 10: 200-3.

- DAVIES, C.T.M.: 1980, Metabolic cost of exercise and physical performance in children with some observation on external loading, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 45: 95-102.
- ELLIS, J.D.; CARRON, A.V.; BAILEY, D.A.: 1975, Physical performance in boys from 1.0 through 16 years, *Hum. Biol.*, 47: 263-81.
- HEBBELINCK, M.: 1989, Sviluppo e prestazione motoria, *Riv. Cultura Sportiva*, 16: 26-32.
- HERAS, P.: 1995, Croissance et Développement Moteur pendant les Années Pubertaires: Etude Longitudinale et Transversale d'Enfants Mineurs du Cycle Supérieur de l'Enseignement Élémentaire (11-15 Ans), *Thèse de doctorat*, Université Libre de Bruxelles.
- KEMPER, H.C.G.; STORM-VAN ESSEN, L.; VERSCHUUR, R.: 1985, Height, weight, and height velocity, in: *Growth, Health and Fitness of Teenagers* (H. C. G. Kemper, ed.), pp. 66-80, Karger, Basel.
- KEMPER, H.C.G.; VERSCHUUR, R.: 1985, Motor performance fitness test, in: *Growth, Health and Fitness of Teenagers* (H. C.G. Kemper, ed.), pp. 96-106, Karger, Basel.
- KOBAYASHI, K.; KITAMURA, K.; MUIRA, M.; SODEYAMA, H.; MURASE, Y.; MIYASHITA, M.; MATSUI, H.: 1978, Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: A longitudinal study, *J. Appl. Physiol.*, 44: 666-72.
- KRAHEMBUHL, G.S.; SKINNER, J.S.; KOHRT, W.M.: 1985, Developmental aspects of maximal aerobic power in children, in: *Exercise and Sport Sciences Reviews* (R.L. Terjung, ed.), pp. 503-38, Macmillan, New York.
- KRAHENBUHL, G.S.; MORGAN, D.W.; PANGRAZI, R.P.: 1989, Longitudinal changes in distance-running performance of young males, *Int. J. Sport Med.* 10: 92-96.
- KRAHEMBUHL, G.S.; WILLIAMS, T.J.: 1992, Running economy: Changes with age during childhood and adolescence, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24: 462-6.
- LEFEVRE, J.; BEUNEN, G.P.; SIMONS, J.: 1989, Longitudinal principal component analysis of somatic and motor characteristics, *Am. J. Hum. Biol.*, 1: 757-69.
- LEFEVRE, J.; BEUNEN, G.P.; STEENS, G.; CLAESSENS, A.L.; RENSON, R.: 1990, Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity, *Ann. Hum. Biol.*, 17: 423-35.
- LEHMANN, F.: 1992, La rapidità nell'allenamento giovanile dello sprint, *Riv. Cultura Sportiva*, 25: 47-53.
- MACDOUGALL, J.D.; ROCHE, P.D.; BAR-OR, O.; MOROZ J.R.: 1983, Maximal aerobic capacity of Canadian schoolchildren: Prediction based on age-related oxygen cost of running, *Int. J. Sports Med.*, 4: 194-8.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BEUNEN, G.P.: 1988, Human growth: Selected aspects of current research on well-nourished children, *Ann. Rev. Anthropol.*, 17: 187-219.
- MIRWALD R.L.; BAILEY, D.A.: 1986, *Maximal Aerobic Power*, Sport Dynamics, London, Ontario.
- RASMUSSEN, R.L.; FAULKNER, R.A.; MIRWALD, R.L.; BAILEY, D.A.: 1990, A longitudinal analysis of structure-function related variables in 10-16 years old boys, in: *Children and Exercise* (G. P. Beunen, J. Ghesquiere, T. Reybrouck, and A. L. Claessens, eds.), pp. 27-33, Enke, Stuttgart.
- ROWLAND, T.W.: 1989, Oxygen uptake and endurance fitness in children: A developmental perspective, *Ped. Ex. Sci.*, 1: 336-50.
- SIMONS, J.; BEUNEN, G.P.; RENSON, R.; CLAESSENS, A.L.M.; VANREUSEL, B.; LEFEVRE, J.: 1990, Growth and Fitness of Flemish Girls: The Leuven Growth Study, *Human Kinetics Books*, Champaign, Illinois.
- STAROSTA, W.; HIRTZ, P.: 1990, Periodi sensibili e sviluppo della coordinazione motoria, *Riv. Cultura Sportiva*, 18: 55-61.
- STOLZ, H.R.; STOLZ, L.M.: 1951, Somatic Development of Adolescent Boys, *Macmillan*, New York.
- SZCZESNY, S.; COUDERT, J.: 1989, Développement et appréciation de l'endurance chez les filles lors de la puberté, *Science et Motricité*, 8: 27-30.
- TANNER, J.M.: 1978, *Foetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity*, *Open Books*, London.
- TANNER, J.M.; HUGHES, P.C.R.; WHITEHOUSE, R.H.: 1981, Radiographically determined widths of bone muscle and fat in the upper arm and calf from age 3-18 years, *Ann. Hum. Biol.*, 8: 495-517.
- TANNER, J.M.; WHITEHOUSE, R.H.: 1976, Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty, *Arch. Dis. Childh.*, 51: 170-79.
- TANNER, J.M.; WHITEHOUSE, R.H.; TAKAISHI, M.: 1966, Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity, *Arch. Dis. Childh.*, 41:454-71; 613-35.
- VANDEN EYNDE, B.; VIENNE, D.; VUYLSTEKE-WAUTERS, M.; VAN GERVEN, D.: 1988, Aerobic power and pubertal peak height velocity in Belgian boys, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57: 430-34.

