

L'entrenament de la força explosiva. Repercussions sobre l'element contràctil i elàstic muscular

El entrenamiento de la fuerza explosiva. Repercusiones sobre el elemento contráctil y elástico muscular

Carles Zurita i Mon; Daniel López i Armengol; Natàlia Balagué i Serre.
INEFC - Barcelona.

RESUM

Aquest treball té com a objectiu observar els efectes que dos programes d'entrenament, basats en accions auxotòniques (A) i pliòmètriques (P), respectivament, tenen sobre la força explosiva, i com intervenen aquests sobre els elements musculars condicionats de la mateixa (component contràctil, component elàstic).

Van seguir els programes d'entrenament un total de 18 subjectes (7 nois i 11 noies) estudiants de l'INEFC, repartits en dos grups (A i P). Els programes van tenir una durada d'onze setmanes (3 sessions d'entrenament setmanals), repartides en tres mesocicles. Els tests utilitzats per avaluar la força explosiva van ser els de squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ) i drop jump (DJ) a la plataforma de contactes, i el detent horitzontal (DH). Es van realitzar a l'inici dels programes, al finalitzar el segon mesocicle i al finalitzar el treball.

Els dos grups varen presentar millores en tots els tests en finalitzar el programa d'entrenament. En el cas del grup P, aquestes van ser estadísticament significatives en tots els tests ($p < .01$ en el SJ, CMJ i DJ i $p < .05$ en el DH). En el grup A només ho van ser en el SJ ($p < .05$). El grup P va obtenir resultats superiors als del grup A en tots els tests, amb diferències significatives ($p < .05$) en el test de CMJ.

En conclusió, ambdós programes (A i P) milloren els resultats en proves de força explosiva, tot i que el programa P sembla ser més eficaç, tant en accions amb predomini de participació del component contràctil com del component elàstic.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo observar los efectos que dos programas de entrenamiento, basados en acciones auxotónicas (A) y pliométricas (P), respectivamente, tienen sobre la fuerza explosiva y cómo intervienen éstos sobre los elementos musculares condicionantes de la misma (componente contráctil, componente elástico).

Siguieron los programas de entrenamiento un total de 18 sujetos (7 chicos y 11 chicas) estudiantes del INEFC, repartidos en dos grupos (A y P). Los programas tuvieron una duración de once semanas (3 sesiones de entrenamiento semanales) repartidas en tres mesociclos. Los tests utilizados para evaluar la fuerza explosiva fueron los de squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ) y drop jump (DJ) en la plataforma de contactos, y el detent horizontal (DH). Se realizaron al inicio de los programas, al finalizar el segundo mesociclo y al finalizar el trabajo.

Los dos grupos presentaron mejoras en todos los tests al finalizar el programa de entrenamiento. En el caso del grupo P, éstas fueron estadísticamente significativas en todos los tests ($p < .01$ en el SJ, CMJ y DJ y $p < .05$ en el DH). En el grupo A, las mejoras sólo fueron significativas en el SJ ($p < .05$). El grupo P obtuvo resultados superiores a los del grupo A en todos los tests, con diferencias significativas ($p < .05$) en el test de CMJ.

En conclusión, ambos programas (A y P) mejoran los resultados en pruebas de fuerza explosiva, aunque el programa P parece más eficaz, tanto en acciones con predominio de participación del componente contráctil como del elástico.

Introducció

Harre i Hauptmann (1984) defineixen la força ràpida com la capacitat d'un atleta de vèncer resistències externes al moviment amb una gran velocitat de contracció. La força explosiva és una manifestació específica d'aquesta i ve definida per Zaciorskij (1971) com la capacitat d'obtenir valors elevats de força en un temps brevíssim.

L'anomenada força explosiva es caracteritza i es diferencia dels altres tipus de força ràpida pels valors moderats o baixos de la resistència a vèncer. Bosco (1985) i Cometti (1988) han definit els factors condicionants de la mateixa. És una qualitat que intervé en diverses especialitats esportives, tant individuals com col·lectives (Reilly, Secher, Snell i Williams 1990), essent la base de múltiples gests tècnics. Així doncs, el nombre d'esportistes que tenen la força explosiva com a un dels condicionants més importants del seu rendiment és molt gran.

Bosco, Luhtanen i Komi (1983), i Bosco (1987) van desenvolupar un sistema de valoració d'aquesta qualitat que contempla la participació dels components contràctil i elàstic muscular en el salt vertical. Aquests sistemes han permès la valoració de programes d'entrenament dirigits a la millora de la força explosiva.

Diversos tipus d'accions musculars han estat emprats per a l'estudi dels efectes de l'entrenament sobre aquesta qualitat. La majoria de treballs s'han orientat a comparar l'efectivitat entre les diferents accions. Thorstensson, Karlsson, Viitasalo, Luhtanen i Komi (1976) van entrenar amb accions concèntriques i pliomètriques durant 8 setmanes, obtenint millores tant en el test de salt vertical com horitzontal. Posteriorment, Blattner i Noble (1979) van comparar els treballs isocinètic i pliomètric com dues formes de millora del salt vertical, constatant l'eficàcia del programa pliomètric. Clutch, Wilton, McGrown i Brice (1993) també obtenen millores seguint un programa pliomètric que incorpora salts des de diferents alçades. Bosco (1982) i Brown, Mayhew i Boleach (1983) van aplicar programes d'entrenament d'aquesta qualitat a esports com el voleibol i el basquetbol, respectivament, observant la millora d'aquesta qualitat explorada mitjançant accions tècniques específiques.

Aquests estudi pretén comparar programes basats en accions auxotòniques i pliomètriques, respectivament, avaluant els seus efectes sobre els components elàstic i contràctil muscular.

Material y mètode

Han pres part en aquest estudi un total de 18 subjectes (7 nois i 11 noies) estudiants d'INEFC que durant l'estudi no van realitzar cap altre entrenament sistemàtic. Els subjectes es van dividir en

Introducción

Harre y Hauptmann (1984) definen la fuerza rápida como la capacidad de un atleta de vencer resistencias externas al movimiento con una gran velocidad de contracción. La fuerza explosiva es una manifestación específica de ésta y viene definida por Zaciorskij (1971) como la capacidad de obtener valores elevados de fuerza en un tiempo brevísimo.

La mencionada fuerza explosiva se caracteriza y se diferencia de los otros tipos de fuerza rápida por los valores moderados o bajos de la resistencia a vencer. Bosco (1985) y Cometti (1988) han definido los factores condicionantes de la misma. Es una cualidad que interviene en diversas especialidades deportivas, tanto individuales como colectivas (Reilly, Secher, Snell y Williams, 1990) siendo la base de múltiples gestos técnicos. Así pues, el número de deportistas que tiene la fuerza explosiva como uno de los condicionantes más importantes de su rendimiento es muy grande.

Bosco, Luhtanen y Komi (1983), y Bosco (1987) desarrollaron un sistema de valoración de esta cualidad que contempla la participación de los componentes contráctil y elástico muscular en el salto vertical. Estos sistemas han permitido la valoración de programas de entrenamiento dirigidos a la mejora de la fuerza explosiva.

Se han empleado varios tipos de acciones musculares para el estudio de los efectos de entrenamiento sobre esta cualidad. La mayoría de trabajos se han orientado a comparar la efectividad entre las diferentes acciones. Thorstensson, Karlsson, Viitasalo, Luhtanen y Komi (1976) entrenaron con acciones concéntricas y pliométricas durante 8 semanas, obteniendo mejoras tanto en el test de salto vertical como horizontal. Posteriormente, Blattner y Noble (1979) compararon los trabajos isocinéticos y pliométricos como dos formas de mejora del salto vertical, constatando la eficacia del programa pliométrico; Clutch, Wilton, McGrown y Brice (1993) también obtienen mejoras siguiendo un programa pliométrico que incorpora saltos desde diferentes alturas. Bosco (1982) y Brown, Mayhew y Boleach (1983) aplicaron programas de entrenamiento de esta cualidad a deportes como el voleibol y el baloncesto, respectivamente, observando la mejora de esta cualidad explorada mediante acciones técnicas específicas.

Este estudio pretende comparar programas basados en acciones auxotónicas y pliométricas, respectivamente, evaluando sus efectos sobre los componentes elástico y contráctil muscular.

Material método

Han colaborado en este estudio un total de 18 sujetos (7 chicos y 11 chicas), estudiantes de INEFC que durante el estudio no realizaron otro

dos grups d'entrenament (A i P) en funció dels resultats obtinguts en els tests inicials per tal d'obtenir grups homogenis. Les característiques dels subjectes estudiats apareixen en la Taula 1.

Els programes d'entrenament van tenir una durada total de 11 setmanes, repartides en tres mesocicles, realitzant-se tres sessions d'entrenament cada setmana. Els tests es van realitzar a l'inici del període d'entrenament, al finalitzar el segon mesocicle i al finalitzar el període d'entrenament.

Els tests utilitzats per a mesurar les diferents formes de manifestació de la força explosiva han estat els de squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ), i drop jump (DJ) des de 54 cm, ajustant-se als protocols de Bosco i col·laboradors (1983), amb la modificació proposada per Morgenstern i col·laboradors (1992) consistent en mantenir els braços entrecruats a la part anterior del tòrax per evitar la participació d'una altra musculatura que no sigui l'extensora de les extremitats inferiors. A partir dels resultats d'aquests tests obtenim l'índex d'aprofitament elàstic (IAE) a partir de la fórmula:

$$\text{IAE} = \text{CMJ} - \text{SJ}$$

tal com proposen Matteucci, Bosco i Massaccesi (1986). Per a la realització d'aquests tests s'ha utilitzat un Sistema Ergojump System (tapís de contactes, ordinador model Psion XP i interface plataforma-ordinador). Com a test de camp es va realitzar el detent horitzontal (DH). S'efectuaven dos intents vàlids de cada test, amb una separació entre els intents que oscil·lava entre els 15 i 20 segons i una separació mínima entre els diferents tests de 3 minuts. L'ordre de realització dels tests era DH, SJ, CMJ i DJ.

El primer mesocicle d'entrenament va estar compost de 5 microcicles, i va ser comú per ambdós grups. Es va dur a terme un període preparatori, habituant al subjecte a realitzar activitats a una elevada velocitat, sense ser encara màxima, amb els tipus d'acció que Harre i Lotz (1988) defineixen com de força ràpida. Els dos darrers microcicles van estar destinats al treball de força màxima, base del posterior treball de força explosiva.

El segon mesocicle es composava de 3 microcicles, i es va diferenciar el treball entre els grups P i A. El grup A va entrenar amb màquines de musculació utilitzant el mètode de piràmide truncada, amb accions entre el 50% i el 75% de la seva força màxima. El grup P va realitzar una fase progressiva d'augment de volum (número de salts) a una intensitat moderada o baixa.

El tercer mesocicle també es composava de 3 microcicles. El grup A un cop assolides les adaptacions de força, va buscar les adaptacions de velocitat, disminuint la intensitat a nivell de la massa a mobilitzar (entre el 45% i el 60%) i augmentant-la a nivell de la velocitat de les accions. El grup P va disminuir el volum total del seu entrenament, per

entrenamiento sistemático. Los sujetos se dividieron en dos grupos de entrenamiento (A y P) en función de los resultados obtenidos en los tests iniciales para obtener grupos homogéneos. Las características de los sujetos estudiados aparecen en la Tabla 1.

Los programas de entrenamiento duraron un total de 11 semanas, repartidas en tres mesociclos, realizándose tres sesiones de entrenamiento cada semana. Los tests se realizaron al inicio del período de entrenamiento, al finalizar el segundo mesociclo y al finalizar el período de entrenamiento.

Los tests utilizados para medir las diferentes formas de manifestación de la fuerza explosiva han sido los de squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ) y drop jump (DJ) desde 54 cm, ajustándose a los protocolos de Bosco y colaboradores (1983) con la modificación propuesta por Morgenstern y colaboradores (1992), que consiste en mantener los brazos entrecruzados en la parte anterior del tórax para evitar la participación de otra musculatura que no sea la extensora de las extremidades inferiores. A partir de los resultados de estos tests obtenemos el índice de aprovechamiento elástico (IAE) a partir de la fórmula:

$$\text{IAE} = \text{CMJ} - \text{SJ}$$

tal y como proponen Matteucci, Bosco y Massaccesi (1986). Para la realización de estos tests se utilizó un Sistema Ergojump System (tapiz de contactos, ordenador modelo Psion XP e interface plataforma-ordenador). Como test de campo se realizó el detent horizontal (DH). Se efectuaban dos intentos válidos de cada test, con una separación entre los intentos que oscilaba entre los 15 y 20 segundos y una separación mínima entre los diferentes tests de 3 minutos. El orden de realización de los tests era DH, SJ, CMJ, y DJ.

El primer mesociclo de entrenamiento estaba compuesto de 5 mesociclos, y fue común para ambos grupos. Se llevó a cabo un período preparatorio, habituando al sujeto a realizar actividades a una elevada velocidad, sin ser todavía máxima, con los tipos de acción que Harre y Lotz (1988) definen como de fuerza rápida. Los dos últimos microciclos se destinaron al trabajo de fuerza máxima, base del posterior trabajo de fuerza explosiva.

El segundo mesociclo se componía de 3 microciclos, y se diferenció el trabajo entre los grupos P y A. El grupo A entrenó con máquinas de musculación, utilizando el método de pirámide truncada con acciones entre el 50 y el 75% de su fuerza máxima. El grupo P realizó una fase progresiva de aumento de volumen (número de saltos) a una intensidad moderada o baja.

El tercer mesociclo también se componía de 3 microciclos. El grupo A, una vez conseguidas las adaptaciones de fuerza, buscó las adaptaciones de velocidad, disminuyendo la intensidad a nivel de la masa a movilizar (entre el 45 y el 60%) y

	NOIS	NOIES
EDAT (anys)	$\bar{x} = 21,4$ SD = 3,1	$\bar{x} = 20,4$ SD = 1,0
PES (kg)	$\bar{x} = 75,5$ SD = 9,4	$\bar{x} = 57,0$ SD = 4,8
ALÇADA (cm)	$\bar{x} = 176,8$ SD = 6,5	$\bar{x} = 163,0$ SD = 5,5

Taula 1. Edat i característiques antropomètriques de la mostra.
Tabla 1. Edad y características antropométricas de la muestra.

augmentar la intensitat mitjançant l'augment en l'alçada dels exercicis pliòmètrics.

Per al tractament estadístic s'ha utilitzat la prova de t de Student per a dades aparellades en la comparació entre els tests inicials i els realitzats després del segon i el tercer mesocicle. En la comparació entre els grups d'entrenament també s'ha utilitzat la prova de t de Student, però per a un disseny de dades independents.

Resultats

Els canvis (en cm) entre els tests inicials i finals es mostren en la Figura 1. S'observa una millora més important en tots els tests del grup P respecte al grup A, especialment en aquelles proves en les quals predomina la utilització del component

aumentándola a nivel de la velocidad de las acciones. El grupo P disminuyó el volumen total de su entrenamiento para incrementar la intensidad mediante el aumento en la altura de los ejercicios pliómètrics.

Para el tratamiento estadístico se utilizó la prueba de t de Student para datos aparejados en la comparación entre los tests iniciales y los realizados después del segundo y el tercer mesociclo. En la comparación entre los grupos de entrenamiento también se ha utilizado la prueba de t de Student, pero para un diseño de datos independientes.

Resultados

Los cambios (en cm) entre los tests iniciales y finales se muestran en la Figura 1. Se observa una

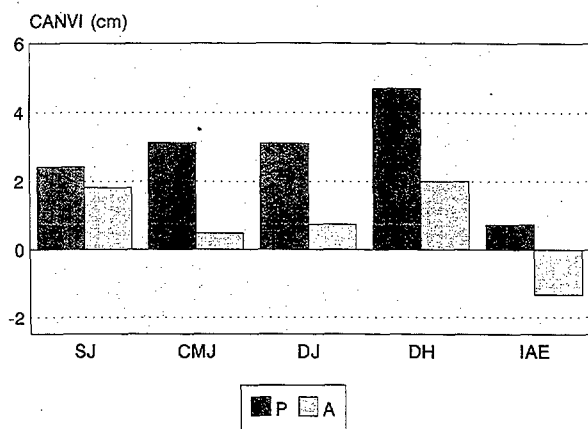


Figura 1. Canvi en (cm) entre els tests inicials i finals dels grups P i A. [$*p < ,05$]

Figura 1. Cambio en (cm) entre los tests iniciales y finales de los grupos P y A. [$*p < ,05$]

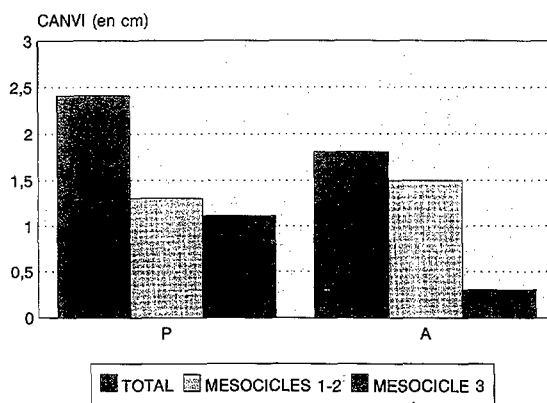


Figura 2. Evolució total i per mesocicles (en cm) en el test de SJ dels grups P i A.

Figura 2. Evolución total y por mesociclos (en cm) en el test de SJ de los grupos P y A.

			SJ		CMJ		DJ		DH		IAE	
			I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
GRUP	P	\bar{x}	33,9	36,3	35,9	39	34,3	37,4	227	232,5	1,99	2,71
		SD	6,2	6,8	8,2	7	7,1	5,9	20,7	20,2	3,14	1,84
GRUP	A	\bar{x}	34	35,8	36,3	36,8	34,1	34,8	232	234	2,32	1
		SD	7,5	7,7	9,1	8,5	9,6	7,4	33,5	30,4	3,55	2,07

Taula 2. Valors de la \bar{x} i la SD (en cm) dels tests inicials (I) i finals (F) dels grups P i A.
Tabla 2. Valores de \bar{x} y la SD (en cm) de los tests iniciales (I) y finales (F) de los grupos P y A.

elàstic muscular (CMJ, DJ i DH), arribant a ser estadísticament significativa en el test de CMJ ($P < .05$). L'IAE millora lleugerament en el grup P, mentre que empitjora en l'A.

La Taula 2 mostra els valors de la \bar{x} i la SD entre els tests inicials i finals de cada grup. El grup P obté millores estadísticament significatives en els

mejora más importante en todos los tests del grupo P respecto a los del grupo A, especialmente en aquellas pruebas en las que predomina la utilización del componente elástico muscular (CMJ, DJ y DH), llegando a ser estadísticamente significativa en el test de CMJ ($p < .05$). El IAE mejora ligeramente en el grupo P, mientras que empeora en el A.

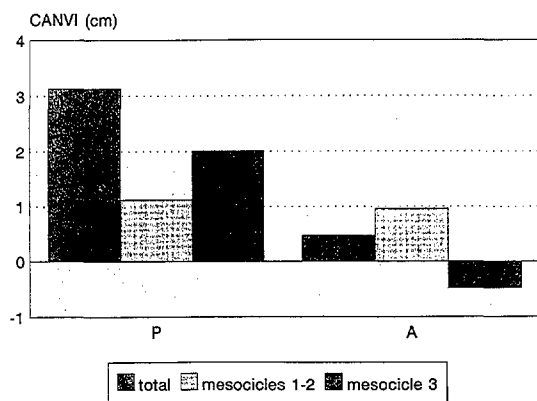


Figura 3. Evolució total i per mesocicles (en cm) en el test de CMJ dels grups P i A.

Figura 3. Evolución total y por mesociclos (en cm) en el test de CMJ de los grupos P y A.

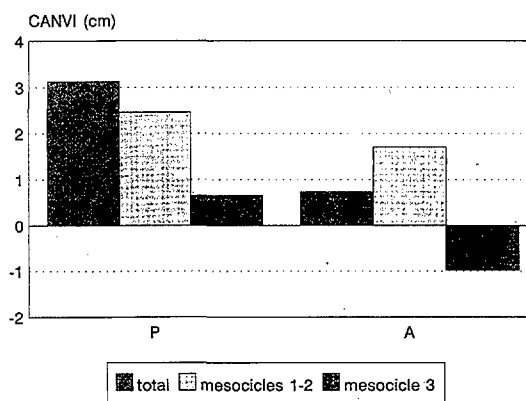


Figura 4. Evolució total i per mesocicles (en cm) en el test de DJ dels grups P i A.

Figura 4. Evolución total y por mesociclos (en cm) en el test de DJ de los grupos P y A.

tests de SJ ($p < .01$), CMJ ($p < .01$), DJ ($p < .01$) i DH ($P < .05$). El grup A les mostra en els tests de SJ ($p < .05$), tot i que en els altres tests també presenta una evolució positiva dels seus resultats. En cap dels dos grups les modificacions de l'IAE són estadísticament significatives.

Les següents Figures 2, 3 4 i 5 ens mostren l'evolució total i per mesocicles que han tingut els dos grups en els diferents tests. S'observa en tots ells com ambdós grups evolucionen de forma semblant entre els tests inicials i els intermitjos (8 setmanes). El grup A presenta, en aquest període, millores amb diferència significativa al test SJ ($p < .05$), i el grup P als tests de SJ ($p < .01$) i DJ ($p < .005$). Les majors diferències entre els dos grups es produeixen en el darrer mesocicle (3 setmanes). Mentre el grup A presenta en aquesta part del programa petites modificacions, cap amb diferència significativa, sobre els resultats obtinguts després dels mesocicles 1 i 2, el grup P incrementa molt la seva millora en tots els tests, destacant especialment els de CMJ ($p < .005$) i DH ($p < .05$).

CANVI (cm)

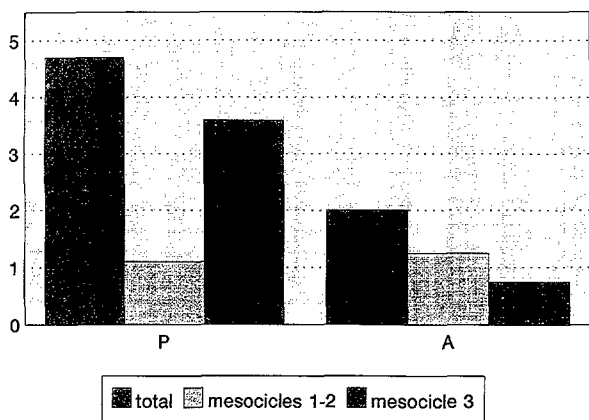


Figura 5. Evolució total i per mesocicles (en cm) en el test de DH dels grups P i A.

Figura 5. Evolución total y por mesociclos (en cm) en el test de DH de los grupos P y A.

La Tabla 2 muestra los valores de la x y la SD entre los tests iniciales y finales de cada grupo. El grupo P obtiene mejoras estadísticamente significativas en los tests de SJ ($p < .01$), CMJ ($p < .01$), DJ ($p < .01$) y DH ($p < .05$). El grupo A las muestra en los tests de SJ ($p < .05$), aunque en los otros tests también presenta una evolución positiva de sus resultados. En ninguno de los dos grupos las modificaciones del IAE son estadísticamente significativas.

Las siguientes figuras 2, 3, 4 y 5 nos muestran la evolución total y por mesociclos que han tenido los dos grupos en los diferentes tests. Se observa en todos ellos como ambos grupos evolucionan de forma parecida entre los tests iniciales y los intermedios (8 semanas). El grupo A presenta, en este período, mejoras con diferencia significativa en el tests SJ ($p < .05$), y el grupo P en los tests de SJ ($p < .01$) y DJ ($p < .005$). Las mayores diferencias entre los dos grupos se producen en el último mesociclo (3 semanas). Mientras el grupo A presenta en esta parte del programa pequeñas modificaciones, ninguna con diferencia significativa,

CANVI (cm)

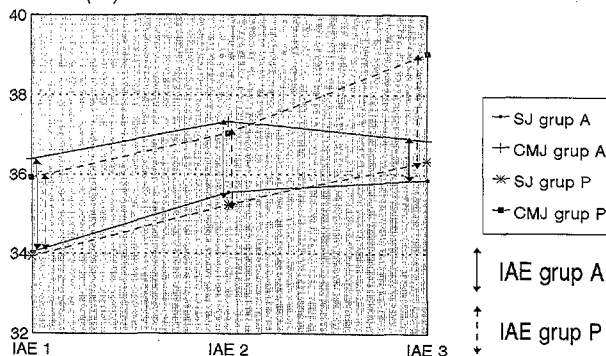


Figura 6. Evolució (en cm) del IAE en els tres mesocicles dels grups P i A.

Figura 6. Evolución (en cm) del IAE en los tres mesociclos de los grupos P y A.

L'evolució de l'IAE (Figura 6) segueix la dels tests. Manté els seus valors semblants entre els dos grups a la part inicial de l'estudi i en el tercer mesocicle mentre l'índex evoluciona favorablement en el grup P, en el grup A disminueix sensiblement. En cap cas les modificacions són significatives.

Discussió

Els resultats d'aquest estudi ens mostren una millora generalitzada d'ambdós grups, tot i que

sobre los resultados obtenidos después de los mesociclos 1 y 2, el grupo P incrementa mucho su mejoría en todos los tests, destacando especialmente los de CMJ ($p < .005$) y DH ($p < .05$).

La evolució del IAE (figura 6) sigue la de los tests. Mantiene sus valores parecidos entre los dos grupos en la parte inicial del estudio y en el tercer mesociclo mientras el índice evoluciona favorablemente en el grupo P, en el grupo A disminuye sensiblemente. En ningún caso las modificaciones son significativas.

l'entrenament basat en accions pliomètriques ha resultat més efectiu sobre els tests proposats (tant els que avaluen el component contràctil com l'elàstic). Les diferències que s'obren entre els grups P i A es manifesten en els resultats finals, i també en l'evolució d'aquests en les diferents parts del programa.

En el test indicador de la utilització del component contràctil (SJ), observem com el grup P presenta una millora superior a la del grup A, la qual cosa ens porta a pensar que exercicis basats en accions pliomètriques podrien sol·licitar el component contràctil muscular de forma inclús més important que els exercicis basats en accions auxotòniques. La causa d'aquesta major sol·licitació es podria trobar en la intensitat del procés de contracció excèntric del múscul per a aturar les caigudes des de diferents alçades, així com una major contribució del reflex miotàctic a l'acció concèntrica dels extensors de les extremitats inferiors. Les millores que presenta el grup A es corresponen amb els tipus d'accions que es portaven a terme en les sessions d'entrenament d'aquest grup en les quals es feia incidència sobre el component contràctil muscular de forma predominant.

La millora obtinguda en els tests de CMJ i DJ del grup P corrobora la idea de que l'entrenament pliomètric afavoreix els resultats en proves de força on la utilització de l'energia elàstica, emmagatzemada en la fase excèntrica del moviment, és clau. Aquest fet ja havia estat constatat en el treball realitzat l'any 1983 per Clutch, Wilton, McGrown i Brice, basat en la variació de les alçades de caiguda en els salts pliomètrics. La millora enregistrada en el nostre treball pot ser deguda a dos factors: la intervenció de l'entrenament pliomètric sobre els components elàstics del múscul, com indiquen els resultats de l'IAE, i la major semblança tècnica entre els tests proposats i les accions que es duen a terme en l'entrenament pliomètric.

En el cas del test de camp (DH) les diferències de la millora obtinguda entre els grups P i A no són tant importants com en el cas dels tests anteriors, encara que el grup P supera notablement els resultats del grup A. Això pot ser degut a que en l'acció intervien d'altres grups musculars, a part dels extensors de l'extremitat inferior, i també a que la tècnica de salt té importància en el resultat final.

Respecte a l'evolució al llarg dels mesocicles, el grup A presenta una millora molt més important entre tests inicials i intermitjos que entre aquests i els finals, circumstància que podria ser deguda a la major durada de l'entrenament entre el primer i el segon test (8 setmanes d'entrenament), que entre el segon i el tercer (3 setmanes). En el grup P aquesta tònica només es manté en els tests de SJ i DJ. Aquest fet ens fa pensar que les adaptacions a les càrregues de tipus auxotònic es produeixen de forma més lenta que les adaptacions a les càrregues de tipus pliomètric. Això es constata, quan un

Discusión

Los resultados de este estudio nos muestran una mejora generalizada de ambos grupos, aunque el entrenamiento basado en acciones pliométricas han resultado más efectivo sobre los tests propuestos (tanto los que evalúan el componente contráctil como el elástico). Las diferencias que se observan entre los grupos P y A se manifiestan en los resultados finales, y también en la evolución de éstos en las diferentes partes del programa.

En el test indicador de la utilización del componente contráctil (SJ), observamos como el grupo P presenta una mejora superior a la del grupo A, lo que nos lleva a pensar que ejercicios basados en acciones pliométricas podrían solicitar el componente contráctil muscular de forma incluso más importante que los ejercicios basados en acciones auxotónicas. La causa de esta mayor solicitud se podría encontrar en la intensidad del proceso de contracción excéntrico del músculo para parar las caídas desde diferentes alturas, así como una mayor contribución del reflejo miotáctico en la acción concéntrica de los extensores de las extremidades inferiores. Las mejoras que presenta el grupo A se corresponden con los tipos de acciones que se llevaban a cabo en las sesiones de entrenamiento de este grupo, en las que se hacía incidencia sobre el componente contráctil muscular de forma predominante.

La mejora obtenida en los tests de CMJ y DJ del grupo P corrobora la idea de que el entrenamiento pliométrico favorece los resultados en pruebas de fuerza donde la utilización de la energía elástica, almacenada en la fase excéntrica del movimiento, es clave. Este hecho ya se había constatado en el trabajo realizado el año 1983 por Clutch, Wilton, McGron y Brice, basado en la variación de las alturas de caída en los saltos pliométricos. La mejora registrada en nuestro trabajo puede ser debida a dos factores: la intervención del entrenamiento pliométrico sobre los componentes elásticos del músculo, como indican los resultados del IAE, y el mayor parecido técnico entre los tests propuestos y las acciones que se llevan a cabo en el entrenamiento pliométrico.

En el caso del test de campo (DH) las diferencias de la mejora obtenida entre los grupos P y A no son tan importantes como en el caso de los tests anteriores, aunque el grupo P supera notablemente los resultados del grupo A. Esto puede ser debido a que en la acción intervien otros grupos musculares, a parte de los extensores de la extremidad inferior, y también a que la técnica de salto tiene importancia en el resultado final.

Respecto a la evolución a lo largo de los mesociclos, el grupo A presenta una mejora mucho más importante entre tests iniciales e intermedios que entre éstos y los finales, circunstancia que podría ser debida a la mayor duración del entrenamiento

cop dividits els dos grups, i el grup P augmenta la intensitat de les accions (caigudes de més alçada), aquest presenta una important evolució en els seus resultats. La millora pot ser deguda a unes adaptacions més ràpides i més específiques produïdes pel tipus del treball pliomètric, ja que fins al moment, els resultats dels tests intermitjos no havien mostrat diferències importants entre els dos grups.

Aquest estudi ens porta a una sèrie de reflexions que poden ser d'aplicació en l'entrenament de la força explosiva. El primer aspecte a destacar seria la validesa de l'entrenament amb accions de tipus pliomètric, tant pel que fa a proves amb gran sol·licitació del component elàstic muscular, com pel que fa a proves condicionades per la capacitat de produir tensió a nivell del component contràctil muscular. El fet que les adaptacions al tipus de treball pliomètric siguin més importants i més ràpides podria aconsellar una utilització exhaustiva d'aquest tipus de treball en l'entrenament de la força explosiva. Aquest fet però, es veuria limitat per la possibilitat d'un major risc de lesions o problemes físics producte de la gran intensitat d'aquestes accions. Caldria, per tant, dosificar el treball de tipus pliomètric, sobretot pel que fa a accions de caiguda i rebot des d'alçades superiors als 50 o 60 cm, situant-lo dins la programació, al finalitzar períodes preparatoris, un cop estigui assolida una bona base.

En conclusió, un programa pliomètric provoca adaptacions més ràpides i més importants, afavorint més les accions amb predomini de participació del component contràctil, i també en les que intervé decisivament el component elàstic, que un programa d'accions auxotòniques.

entre el primer y el segundo test (8 semanas de entrenamiento), que entre el segundo y el tercero (3 semanas). En el grupo P esta tónica sólo se mantiene en los tests de SJ y DJ. Este hecho nos hace pensar que las adaptaciones a las cargas de tipo auxotónico se producen de forma más lenta que las adaptaciones a las cargas de tipo pliométrico. Esto se constata cuando, una vez divididos los dos grupos y el grupo P aumenta la intensidad de las acciones (caídas de más altura), éste presenta una importante evolución en sus resultados. La mejora puede ser debida a unas adaptaciones más rápidas y más específicas producidas por el tipo de trabajo pliométrico, ya que hasta el momento, los resultados de los tests intermedios no habían mostrado diferencias importantes entre los dos grupos.

Este estudio nos lleva a una serie de reflexiones que pueden ser de aplicación en el entrenamiento de la fuerza explosiva. El primer aspecto a destacar sería la validez del entrenamiento con acciones de tipo pliométrico, tanto en lo referente a pruebas con gran solitud del componente elástico muscular, como en lo que hace referencia a pruebas condicionadas por la capacidad de producir tensión a nivel del componente contráctil muscular. El hecho de que las adaptaciones al tipo de trabajo pliométrico sean más importantes y más rápidas podría aconsejar una utilización exhaustiva de este tipo de trabajo en el entrenamiento de la fuerza explosiva. Este hecho se vería limitado por la posibilidad de un mayor riesgo de lesiones o problemas físicos producto de la gran intensidad de estas acciones. Sería necesario, por lo tanto, dosificar el trabajo de tipo pliométrico, sobretodo en lo que hace referencia a acciones de caída y rebote desde alturas superiores a los 50 ó 60 cm, situándolo dentro de la programación, al finalizar períodos preparatorios, una vez se haya conseguido una buena base.

En conclusión, un programa pliométrico provoca adaptaciones más rápidas y más importantes, favoreciendo más las acciones con predominio de participación del componente contráctil, y también en las que interviene decisivamente el componente elástico, que un programa de acciones auxotónicas.

Bibliografia

- BLATTNER, S.; NOBLE, L.: Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly*, 50 (4), 583-588, 1979.
- BOSCO, C.: L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva. *Atleticastudi*, 16 (1), 7-115, 1985.
- BOSCO, C.: Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los tests de Bosco. *Apunts de Medicina de l'Esport*, 93, 151-157, 1987.
- BOSCO, C.; KOMI, P.V.; PULLI, M.; PITTEA, C.; MOUTONEV, H.: Consideration of the training of the elastic potential of the human skeletal muscle. *Volleyball Technical Journal*, 6 (3), 75-81, 1982.
- BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.: A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 273-282, 1983.
- BROWN, M.E.; MAYHEW, J.L.; BOLEACH, L.W.: Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26 (1), 1-4, 1986.
- COMETTI, G.: Bases científicas de la musculación moderna. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 1 (5-6), 57-62, 1988.
- CLUTCH, D.; WILTON, M.; MCGOWN, C.; BRYCE, G.R.: The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54, 5-10, 1983.
- HARRE, D.; HAUPTMANN, M.: La capacidad de fuerza ed il loro allenamento. *Scuola dello Sport*, 3, 26-33, 1984.
- HARRE, D.; LOTZ, I.: El entrenamiento de la fuerza rápida. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 2 (3), 42-49, 1988.
- MATTEUCCI, E.; BOSCO, C.; MASSACESI, R.: I muscoli per saltare. *Scuola dello Sport*, 5 (5), 42-45, 1986.
- MORGENSTERN, R.; PORTA, J.; RIBAS, J.; PARRERO, J.L.; RUANO GIL, D.: Anàlisi comparativa del test de Bosco amb tècniques de video 3D (Peak performance). *Apunts de Medicina de l'Esport*, 113, 225-231, 1992.
- REILLY, T.; SECHER, N.; SNELL, P.; WILLIAMS, C.: *Physiology of sports*. Londres, E & F.N. Spon, 1990.
- THORSTENSSON, A.; KARLSSON, J.; VIITASALO, J.T.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V.: Effect of strength training on EMG of human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 98, 232-238, 1976.
- ZACIORSKIJ, V.M.: Theorie und Praxis der Körperkultur. *Die Körperliche Eigenschaften des Sportlers*, 20 (2), 1971.

