

L'entrenament de força per millorar el salt

El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto

Miguel Vélez Blasco

Responsable de Salt d'Altura de la Real Federación Española de Atletismo

Entrenador de la mateixa prova en el Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat del Vallès

Introducció

Perquè un entrenament sigui eficaç cal conèixer, fins on sigui possible, les característiques biomecàniques i de tipus anatòmico-funcional i fisiològic no solament de l'exercici de competició sinó, també, dels exercicis d'entrenament. A més, hem de conèixer les relacions que hi ha entre els estímuls d'entrenament que produeixen aquests exercicis i les modificacions aparents que observem eb els nostres esportistes.

Degut al fet que, de vegades, aquestes relacions són molt complexes, hom acostuma a treballar de manera massa empírica i intuïtiva per determinar el mètode d'entrenament més efectiu. Però, per a aspiracions competitives més ambiciosos, no n'hi ha prou amb aquesta estratègia; per això, en el moment d'encarar-nos amb l'entrenament de la força per millorar la capacitat de salt, és interessant de tractar, a més dels mètodes d'entrenament, els criteris per al desenvolupament i el control d'aquesta capacitat.

Segons el que hem dit abans, hem d'analitzar les condicions amb què es realitzen els salts esportius; aquestes poden ser (Baumann, Glitsch i Quade, 1985):

- L'energia cinètica del cos a l'inici del salt pot ser gran (amb impuls previ) o pràcticament nul·la (aturat).
- El salt es pot realitzar amb una cama o les dues.
- L'emmagatzematge momentani de l'energia a la superfície de suport durant el salt pot ser molt

Introducción

Para que un entrenamiento sea eficaz han de conocerse, en lo posible, las características biomecánicas y de tipo anatómico-funcional y fisiológico, no sólo del ejercicio de competición sino también de los ejercicios de entrenamiento. Además, hemos de conocer las relaciones que existen entre los estímulos de entrenamiento que producen estos ejercicios y las modificaciones aparentes que observamos en nuestros deportistas.

Debido a que, en ocasiones, estas relaciones son muy complejas, se acostumbra a trabajar de forma demasiado empírica e intuitiva para determinar el método del entrenamiento más efectivo. Pero, para aspiraciones competitivas más ambiciosas esta estrategia no es suficiente; por esta razón en el momento de abordar el entrenamiento de la fuerza para la mejora de la capacidad de salto, lo interesante es tratar, además de los métodos de entrenamiento, de los criterios para el desarrollo y control de dicha capacidad.

Según lo dicho anteriormente, hemos de analizar las condiciones en que se realizan los saltos deportivos; estas pueden ser (Baumann, Glitsch y Quade, 1985):

- La energía cinética del cuerpo al inicio del salto puede ser grande (con impulso previo) o prácticamente nula (desde parado);
- el salto puede realizarse con una o dos piernas;
- el almacenamiento momentáneo de la energía en la superficie de apoyo durante el salto, puede ser

diferent: petit en sòl dur; gran en trampolí Reuther, llit elàstic i trampolí de salts en natació.

– La creació de rotacions pot ser necessària o no ser-ho.

– La direcció del salt és diferent en els eixos de l'espai i té angles diferents de sortida (per exemple, i de manera aproximada, 180° en el llit elàstic, 50° en el salt d'altura, 20° en el salt de longitud, etc.).

– Podem no tenir en compte una articulació pel fet d'estar fixada (per exemple: l'articulació del turmell en el salt de trampolí en l'esquí).

Aquestes condicions diferents obliguen a necessitats distintes en la tècnica del salt i en els requisits de condició física, però tots els salts tenen les següents característiques comunes:

– La velocitat d'enlairament ha de ser màxima.

– Les cames són el principal sistema propulsiu.

– El camí i el temps d'impulsió estan limitats.

Això vol dir que cal una màxima transferència del treball mecànic d'impulsió al sistema i, a causa del temps limitat de realització cal una màxima eficàcia muscular.

En els halteròfils i llançadors, el rendiment de la força de salt, obtingut en test simple de salt vertical, està determinat pel nivell de força màxima. Igualment, els saltadors aconseguixen aproximadament els mateixos valors en el test de salt. Per tant, hem de suposar l'existència d'una capacitat addicional; una nova component del comportament de la força que, de moment, l'anomenarem com, ja va fa vint anys, féu Verchoshanskij: "capacitat de força reactiva" i que, juntament amb la força màxima, ha de determinar el rendiment de la força de salt.

La força muscular i les seves diferents manifestacions

El múscul té la propietat de contreure's i aquesta funció depèn del desenvolupament de la capacitat de força. Però la capacitat de força pot ser determinada i desenvolupada per diferents elements o factors que ens porten a considerar diferents maneres de manifestació de la força més que no diferents tipus de força.

Per això, al llarg de l'exposició utilitzarem la terminologia introduïda pel professor Carlo Vittori (1990) perquè crec que aquesta ens permet, als entrenadors, comprendre més bé els fenòmens que determinen aquestes diferents manifestacions de la força, sense haver de recórrer profundament a la Fisiologia la qual, moltes vegades, ens en dificulta la comprensió.

Segons Vittori (1990) es poden distingir dos grups de manifestacions de la força (Figura 1):

- A) Activa, i
- B) Reactiva

muy diferente: pequeño en suelo duro; grande en trampolín Reuther, cama elástica y trampolín de saltos en natación;

– la creación de rotaciones puede ser necesaria o no serlo;

– la dirección del salto es diferente en los ejes del espacio y tiene distintos ángulos de salida (por ejemplo y de forma aproximada: 180° en la cama elástica, 50° en el salto de altura, 20° en el salto de longitud, etc.);

– una articulación puede no tenerse en cuenta por estar fijada (por ejemplo: la articulación del tobillo en el salto de trampolín en el esquí).

Estas diferentes condiciones obligan a distintas necesidades en la técnica del salto y en los requisitos de condición física, pero todos los saltos tienen las siguientes características comunes:

– La velocidad del despegue debe ser máxima;

– las piernas son el principal sistema propulsivo;

– el camino y el tiempo de impulsión están limitados.

Esto significa que es necesaria una máxima transferencia del trabajo mecánico de impulsión al sistema y debido al limitado tiempo de realización, se necesita de una máxima eficacia muscular.

En los halterófilos y lanzadores, el rendimiento de la fuerza de salto, obtenidos en test simple de salto vertical, está determinado por el nivel de fuerza máxima. De igual manera, los saltadores consiguen aproximadamente los mismos valores en el test de salto. Por lo tanto, hemos de suponer la existencia de una capacidad adicional; una nueva componente del comportamiento de la fuerza que, de momento, la llamaremos como hace veinte años ya lo hizo Verchoshanskij: "capacidad de fuerza reactiva" y que, junto con la fuerza máxima, debe determinar el rendimiento de la fuerza de salto.

La fuerza muscular y sus diferentes manifestaciones

El músculo tiene la propiedad de contraerse y esta función depende del desarrollo de la capacidad de fuerza. Pero la capacidad de fuerza puede ser determinada y desarrollada por diferentes elementos o factores, que nos conducen a considerar diferentes formas de manifestación de la fuerza, más que a diferentes tipos de fuerza.

Para ello, a lo largo de la exposición, vamos a utilizar la terminología introducida por el Profesor Carlo Vittori (1990) porque creo que ésta nos permite, a los entrenadores, comprender mejor los fenómenos que determinan estas diferentes manifestaciones de la fuerza, sin tener que recurrir en profundidad a la Fisiología que muchas veces nos dificulta su comprensión.

Según Vittori (1990) pueden distinguirse dos grupos de manifestaciones de la fuerza (Figura 1):

- A) Activa, y
- B) Reactiva.

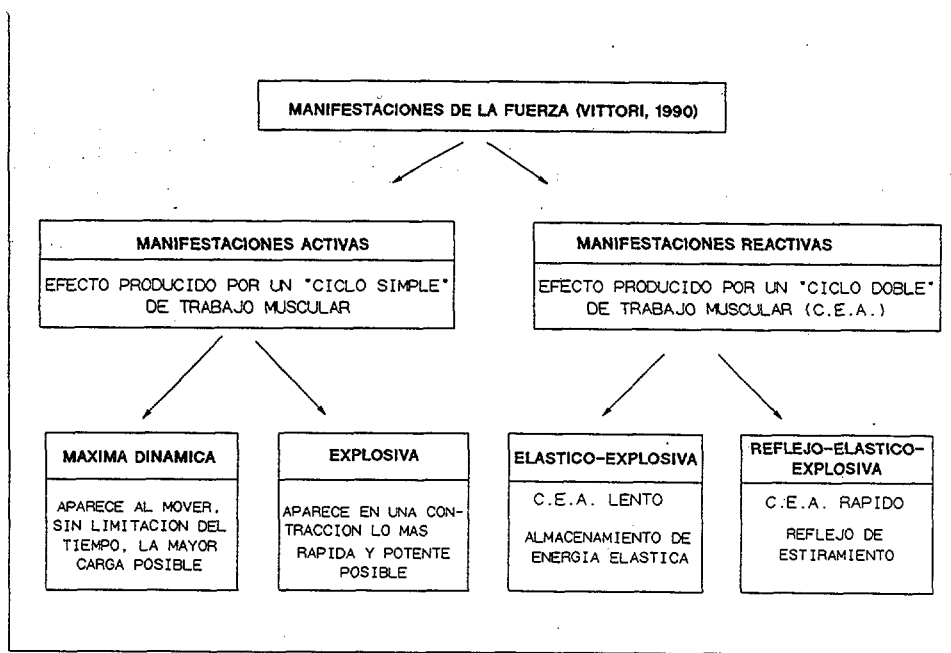


Figura 1. Classificació de les diferents manifestacions de la força, segons Vittori (1990).

Figura 1. Clasificación de las diferentes manifestaciones de la fuerza, según Vittori (1990).

A) La manifestació activa és l'efecte de la força produït per un "cicle simple" de treball muscular (escurçament de la part contràctil). Aquest escurçament s'ha de produir des d'una posició d'immobilitat total, p.e.: una extensió de les cames, partint des de la posició immòbil de semiflexió, realitzada per la musculatura extensora de les cames.

Formen part d'aquest primer grup:

A 1. La manifestació "MÀXIMA DINÀMICA" de la força, que és aquella que apareix en moure, sense limitació de temps, la major càrrega possible en un sol moviment.

A 2. La manifestació "EXPLOSIVA" de la força, que és la que apareix per una acció de contracció al més ràpida i potent possible, partint des d'una posició d'immobilitat dels segments propulsius.

B) La manifestació reactiva de la força és l'efecte produït per un "cicle doble" de treball muscular, és a dir, el cicle estirament-escurçament.

Per exemple, en la realització d'un salt vertical a dues cames, des d'aturat, que exigeix una ràpida semiflexió de les cames, seguida per una igualment ràpida inversió del moviment produïda per l'extensió de les cames. En la fase de semiflexió el múscul genera les forces de resistència que s'oposen a la flexió completa, provocada per l'energia cinètica desenvolupada en el ràpid descens (pri-

A) La manifestación activa es el efecto de la fuerza producido por un "ciclo simple" de trabajo muscular (acortamiento de la parte contráctil). Este acortamiento debe producirse desde una posición de inmovilidad total, p. e.: una extensión de las piernas, partiendo desde la posición inmóvil de semiflexión, realizada por la musculatura extensora de las piernas.

Forman parte de este primer grupo:

A 1. La manifestación "MÁXIMA DINÁMICA" de la fuerza, que es aquella que aparece al mover, sin limitación del tiempo, la mayor carga posible, en un sólo movimiento.

A 2. La manifestación "EXPLOSIVA" de la fuerza, que es la que aparece por una acción de contracción lo más rápida y potente posible, partiendo desde una posición de inmovilidad de los segmentos propulsivos.

B) La manifestación reactiva de la fuerza es el efecto producido por un "ciclo doble" de trabajo muscular, es decir, el ciclo estiramiento-acortamiento.

Por ejemplo, en la realización de un salto vertical a dos piernas, desde parado, que exige una rápida semiflexión de las piernas, seguida por una igualmente rápida inversión del movimiento producida por la extensión de las piernas. En la fase de semiflexión, el músculo genera las fuerzas de resisten-

mer cycle de treball). L'extensió provocada per l'escurçament del múscul (segon cycle de treball muscular) és consegüent a les tensions internes creades en la fase d'estirament.

Tenint en compte aquest cycle d'"estirament-escurçament" (CEE), podem distingir dos tipus diferents de contraccions (Schmidtbleicher, 1985): els CEEs lents i els CEEs ràpids. Aquests dos tipus de CEEs coincideixen respectivament amb els dos tipus de manifestacions reactives de la força que proposa Vittori (1990):

B 1. *La manifestació "ELÀSTICO-EXPLOSIVA de la força (CEE lent). Segons Bührle (1983), com a resultat de canviar, en les manifestacions explosives de la força, les condicions biomecàniques de l'estirament de la musculatura:*

- Es té més temps per aconseguir més nivells de força (a l'inici de la fase concèntrica ja es presenta una alta tensió de la contracció -força inicial-);

- durant l'acció de frenat s'estiren amb molta força els músculs extensors de la cama prèviament contrets, actuant com a molles elàstiques. I, en la immediata fase concèntrica alliberen l'energia acumulada. En el sistema músculo-tendinós actuen com a elements elàstics, sobretot, els tendons i els ponts creuats (actinomiocínics). És a dir, l'energia cinètica generada en el descens s'emmagatzema en forma d'energia elàstica, que s'alliberarà en la fase concèntrica en forma d'energia mecànica.

B 2. *La manifestació "REFLEXO-ELÀSTICO-EXPLOSIVA" de la força (CEE ràpid) té lloc com a conseqüència d'una flexió (contracció excèntrica) de les extremitats propulsives, d'amplitud limitada i al més ràpida possible.*

A més dels mecanismes que es donen en els CEEs lents, com a resultat del reflex activat per la fase excèntrica, s'obté una inervació reforçada que pot actuar de dues maneres: unes vegades aquesta activitat addicional pot reforçar les característiques elàstiques del sistema músculo-tendinós i, d'altres, porta a una activació més important en la fase concèntrica, reforçant d'aquesta manera la força de contracció.

Factors determinants de les diferents manifestacions de la força

Atès que la nostra atenció està dirigida al salt i, per tant, a les extremitats inferiors que formen el principal sistema propulsiu utilitzat per al salt, per comprendre millor la composició qualitativa i els valors quantitius de cada una de les manifestacions de força, s'utilitzen una sèrie de tests clàssics d'impulsió.

Els diferents exercicis que examinarem tenen com a denominador comú la flexoextensió de les cames i poden ser realitzats de manera ràpida o lenta. Aquesta flexoextensió es realitza gràcies a l'activació dels músculs antigravitoris o exten-

cia que se oponen a la flexió completa, provocada per la energia cinètica desenvolupada en el ràpid descens (primer ciclo de trabajo). La extensió provocada per el acortamiento del músculo (segundo ciclo de trabajo muscular) es consigue a las tensiones internas creadas en la fase de estiramiento.

Atendiendo a este ciclo de "estiramiento-acortamiento" (CEA), pueden distinguirse dos tipos diferentes de contracciones (Schmidtbleicher, 1985): los CEAs lentos y los CEAs rápidos. Estos dos tipos de CEAs coinciden respectivamente con los dos tipos de manifestaciones reactivas de la fuerza que propone Vittori (1990):

B 1. *La manifestación "ELÁSTICO - EXPLOSIVA" de la fuerza (CEA lento). Según Bührle (1983), como resultado de cambiar, en las manifestaciones explosivas de la fuerza, las condiciones biomecánicas del estiramiento de la musculatura:*

- Se tiene más tiempo para lograr mayores niveles de fuerza (al inicio de la fase concéntrica ya se presenta una alta tensión de contracción -fuerza inicial-);

- durante la acción de frenado se estiran fuertemente los músculos extensores de la pierna previamente contraídos. Actuando como muelles elásticos y, en la inmediata fase concéntrica, liberan la energía acumulada. En el sistema músculo-tendinoso actúan como elementos elásticos, sobre todo, los tendones y los puentes cruzados (actinomiocinicos). Es decir, la energía cinética generada en el descenso, se almacena en forma de energía elástica, que se liberará en la fase concéntrica, en forma de energía mecánica.

B 2. *La manifestación "REFLEJO-ELÁSTICO-EXPLOSIVA" de la fuerza (CEA rápido), tiene lugar como consecuencia de una flexión (contracción excéntrica) de las extremidades propulsivas, de amplitud limitada y lo más rápida posible.*

Además de los mecanismos que se dan en los CEAs lentos, como resultado del reflejo activado por la fase excéntrica, se obtiene una inervación reforzada que puede actuar de dos formas: unas veces esta actividad adicional puede reforzar las características elásticas del sistema músculo-tendinoso y, en otras, conduce a una activación más importante en la fase concéntrica, reforzando de esta manera la fuerza de contracción.

Factores determinantes de las diferentes manifestaciones de la fuerza

Puesto que nuestra atención está dirigida al salto y, por consiguiente, a las extremidades inferiores que forman el principal sistema propulsivo utilizado para el salto; para comprender mejor la composición cualitativa y los valores cuantitativos de cada una de las manifestaciones de fuerza, se utilizan una serie de tests clásicos de impulsión.

sors de les cames, utilitzant les articulacions del maluc, el genoll i el turmell, components de la cadena cinètica del salt.

Manifestació "màxima dinàmica" de la força

L'exercici utilitzat consisteix en una flexió màxima de les cames, seguida d'una extensió-redreçament (GATZONETA COMPLETA), efectuada amb la màxima càrrega possible i sense limitació de temps.

Aquest és l'únic exercici dels que veurem que no té les característiques dinàmiques d'un verdader salt. Probablement, la força desenvolupada estarà molt pròxima al valor de la càrrega (pes del cos + sobrecàrrega) suportada per les cames com a conseqüència de la baixíssima velocitat del moviment. Si la velocitat del redreçament fos alta, la càrrega no seria màxima.

La manifestació "màxima dinàmica" de la força representa la força de base, ja que suposa la propietat fonamental del múscul: la de contreure's.

Per tant, el factor característic d'aquesta manifestació de la força és la **CAPACITAT CONTRÀCTIL**. El valor quantitatiu d'aquesta manifestació per a un saltador és suficient quan la sobrecàrrega moguda arriba al doble del pes corporal.

Per a les altres manifestacions de la força, el moviment de flexoextensió de les cames és tan ràpid i potent que genera un impuls que, transferit a l'atleta, el fa complir un salt.

Realitzant el salt sobre una plataforma de contactes, connectada a un cronòmetre (Ergojump, Bosco System, made by Globus) és possible saber el temps de vol i, per tant, l'altura assolida:

$$H = Tv^2 \times g / 8$$

on "Tv" és el temps de vol emprat i "g" l'acceleració de la gravetat (9.81 m/s²).

Manifestació "explosiva" de la força

L'exercici que s'utilitza per valorar la manifestació explosiva de la força és el **SQUAT JUMP (SJ)**: una ràpida i vigorosa extensió-redreçament de les cames, des d'una posició de semiflexió, amb les mans a la cintura i en estat de total immobilitat.

El màxim esforç, en l'extensió dels genolls, ha de permetre la realització d'un salt vertical tan alt com sigui possible.

Tal com podem observar a la Figura 2, al factor "capacitat contràctil" afegim, en aquesta manifestació de la força, un segon factor, relatiu a la **CAPACITAT DE SINCRONITZACIÓ** de la contracció de les fibres, per tenir un **RECLUTAMENT INSTANTANI** més homogeni.

Los diferentes ejercicios que vamos a examinar tienen como denominador común la flexo-extensión de las piernas y pueden realizarse de forma lenta o rápida. Esta flexo-extensión se realiza gracias a la activación de los músculos antigravitatorios o extensores de las piernas, utilizando las articulaciones de la cadera, la rodilla y el tobillo; componentes de la cadena cinética del salto.

Manifestació "màxima dinàmica" de la fuerza

El ejercicio utilizado consiste en una flexión máxima de las piernas, seguida de una extensión-enderezamiento (**SENTADILLA COMPLETA**), efectuada con la máxima carga posible y sin limitación del tiempo.

Este es el único ejercicio de los que veremos que no tiene las características dinámicas de un verdadero salto. Probablemente, la fuerza desarrollada estará muy próxima al valor de la carga (peso del cuerpo + sobrecarga) soportada por las piernas, a consecuencia de la bajísima velocidad del movimiento. Si la velocidad del enderezamiento fuera alta, la carga no sería máxima.

La manifestación "màxima dinàmica" de la fuerza representa la fuerza de base, puesto que supone la propiedad fundamental del músculo: la de contraerse.

Por tanto, el factor característico de esta manifestación de la fuerza es la **CAPACIDAD CONTRACTIL**. El valor cuantitativo de esta manifestación para un saltador es suficiente cuando la sobrecarga movida alcanza el doble del peso corporal.

Para las otras manifestaciones de la fuerza, el movimiento de flexo-extensión de las piernas es tan rápido y potente que genera un impulso que, transferido al atleta, le hace cumplir un salto.

Realizando el salto sobre una plataforma de contactos, conectada a un cronómetro (Ergojump, Bosco System, made by Globus) es posible saber el tiempo de vuelo y, por tanto, la altura alcanzada:

$$H = Tv^2 \times g / 8$$

donde "Tv" es el tiempo de vuelo empleado y "g" la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

Manifestación "explosiva" de la fuerza

El ejercicio que se utiliza para valorar la manifestación explosiva de la fuerza es el **SQUAT JUMP (SJ)**: una rápida y vigorosa extensión-enderezamiento de las piernas, desde una posición de semiflexión, con las manos en la cintura y en estado de total inmovilidad.

La diferència percentual en l'altura aconseguida entre els dos exercicis es defineix com a ÍNDEX D'ELASTICITAT, ja que el que les distingeix principalment és aquest factor.

$$\text{Índex d'elasticitat} = (\text{CMJ} - \text{SJ}) \times 100 / \text{SJ}$$

Manifestació “reflexo-elàstico-explosiva” de la força

Per verificar i valorar aquesta manifestació de la força utilitzem com a tests dos exercicis: un dirigit predominantment a la musculatura extensora de les cames (test de *DROP JUMP*) i un altre dirigit predominantment a la musculatura extensora dels peus (test de *REACTIVITAT* de Vittori-Bosco).

A més del que passa en el CMJ, durant l'execució d'aquests salts es verifiquen generalment les condicions que provoquen el “REFLEX D'ESTIRAMENT”. Això afavoreix, durant un esforç màxim, el reclutament d'un nombre més elevat d'unitats motrius que permeten el desenvolupament d'una enorme quantitat de tensió en un període de temps curt.

Per tant, durant l'execució d'aquests salts tant contribueixen l'elasticitat com el reflex miotàctic. Dit d'una altra manera, en els dos exercicis, als factors ja esmentats de capacitats contràctil, de sincronització i reclutament instantani i, finalment, capacitat elàstica, s'hi afegeix el factor “CAPACITAT REFLEXA”.

L'exercici de “*DROP JUMP*” consisteix en un salt vertical conseqüent a una flexoextensió molt ràpida d'amplitud curta, després d'una caiguda des d'una certa altura. És a dir, es busca la màxima altura limitant, fins on sigui possible, la deformació músculo-articular del genoll i del turmell, després d'un contacte violent amb el sòl.

En aquest exercici, el sector sol·licitat amb més força és el quàdriceps. El contacte amb el sòl, des del meu punt de vista, ha de ser de planta per buscar la resposta reflexa del quàdriceps i no del tríceps sural. Aquí, per tant, el temps de contacte serà una mica més llarg, com ja veurem, que en l'exercici següent, tot i que no s'haurien de superar els 200 ms.

En aquest exercici l'elevació vertical assolida és superior a la del CMJ i és més gran, per tant, l'impuls net. És versemblant la hipòtesi segons la qual la quantitat més que apreciable d'energia cinètica desenvolupada en la caiguda es transfereix preferentment sobre els quàdriceps, estimulants-los en un ulterior estirament necessari per produir aquest “sobreallegit” de força per via reflexa.

Els músculs del quàdriceps són els que al final del moviment amortidor es troben més sol·licitats per frenar, tant com sigui possible, el cos. Per això són els que necessiten més una superestimulació nerviosa reflexa causada per les caigudes, que facilitarà també la rapidesa d'inversió del movi-

do al *COMPONENTE ELÁSTICO*, de aquí el nom de “elástico-explosivo”.

Durante el estiramiento la energía elástica potencial se almacena en los elementos elásticos en serie, y puede ser reutilizada en forma de trabajo mecánico en el inmediatamente posterior trabajo concéntrico, si el período de tiempo entre las fases excéntrica y concéntrica es corto (Tiempo de acoplamiento). Si el tiempo de acoplamiento es muy largo la energía elástica se dispersa en forma de calor.

La diferencia porcentual en la altura lograda entre los dos ejercicios se define como ÍNDICE DE ELASTICIDAD ya que lo que principalmente las distingue es este factor.

$$\text{Índice de Elasticidad} = (\text{CMJ} - \text{SJ}) \times 100 / \text{SJ}$$

Manifestación “reflejo-elástico-explosiva” de la fuerza

Para verificar y valorar esta manifestación de la fuerza, utilizamos como tests dos ejercicios: uno dirigido predominantemente a la musculatura extensora de las piernas (Test de *DROP JUMP*) y otro dirigido predominantemente a la musculatura extensora de los pies (Test de *REACTIVIDAD* de Vittori-Bosco).

Además de lo que sucede en el CMJ, durante la ejecución de estos saltos se verifican generalmente las condiciones que provocan el “REFLEJO DE ESTIRAMIENTO”. Esto favorece, durante un esfuerzo máximo, el reclutamiento de un mayor número de unidades motrices que permiten el desarrollo de una enorme cantidad de tensión en un corto período de tiempo.

Por tanto, durante la ejecución de estos saltos contribuyen tanto la elasticidad como el reflejo miotático. Dicho de otra manera, en ambos ejercicios, a los factores ya mencionados de capacidades contráctil, de sincronización y reclutamiento instantáneo y, finalmente, capacidad elástica, se añade el factor “CAPACIDAD REFLEJA”.

El ejercicio de “*DROP JUMP*” consiste en un salto vertical conseqüent a una muy rápida flexoextensió de curta amplitud, després de una caïda desde cierta altura.

Es decir, se busca la máxima altura limitando, en lo posible, la deformación músculo-articular de la rodilla y del tobillo, después de un violento contacto con el suelo.

En este ejercicio, el sector más fuertemente solicitado es el cuádriceps. El contacto con el suelo, desde mi punto de vista, ha de ser de planta para buscar la respuesta refleja del cuádriceps y no del tríceps sural. Aquí, por tanto, el tiempo de contacto será algo más largo, como ya veremos, que en el siguiente ejercicio, aunque no deberían superarse los 200 ms.

ment de baixada i iniciarà la fase d'acceleració. Els peus, moguts per la musculatura de la cama, intervenen en una ràpida successió dinàmica per tal de concloure l'extensió-redreçament dels membres inferiors.

El "TEST DE REACTIVITAT" consisteix en una successió de 5-6 salts verticals seguits d'un ràpid i curtíssim moviment de "mollesa". En ell es busca la màxima altura limitant, fins on sigui possible, la deformació músculo-articular del genoll i del turmell, com a conseqüència del violent contacte amb el sòl després del vol precedent.

Sens dubte, el sector més i més sol·licitat és el del peu-turmell, la musculatura del qual (tríceps sural i sinèrgics) ha de suportar la major càrrega en una situació de gran dificultat mecànica de la seva palanca, ja que el contacte amb el sòl després del vol, perquè sigui eficaçment reactiu, ha de tenir lloc a la part metatarsiana del peu i no sobre tota la seva superfície.

La petita deformació del sistema biomecànic de les cames en els dos tests permet un doble efecte: la disminució del temps de contacte i un acúmul més gran d'energia elàstica-reflexa en la fase d'estirament (contracció excèntrica) la qual, restituïda en la següent contracció concèntrica, augmenta els efectes d'aquesta darrera. Les dues fases se succeeixen amb una rapidesa tal que són portades a terme en un temps inferior als 200 ms (per al *drop jump*) i 160 ms (per al test de reactivitat), durant els quals es desenvolupen alts pics de força.

Les fases excèntrica i concèntrica que constitueixen la "mollesa" de les cames presenten una relació d'interdependència molt estreta. De fet, l'eficàcia de l'impuls accelerant és inversament proporcional a la deformació de l'estirament que la mateixa musculatura suporta (des de l'inici del contacte amb el sòl).

Diferentment del que passa en els tests utilitzats per valorar les altres manifestacions de la força, quan els exercicis de *drop jump* i reactivitat s'utilitzen com a tests, el cronòmetre unit a la plataforma de contactes ha d'estar preparat per permetre l'enregistrament tant dels temps de vol com dels temps de contacte, ja que la valoració de les capacitats es farà tant per la quantitat de força manifestada (sobre la base de l'altura de vol) com pel temps necessari per manifestar-la (partint dels temps de contacte).

Caldrà tenir una major eficiència amb una altura més gran de vol i un mateix temps de contacte; amb la disminució del temps de contacte sense variació en l'altura de vol; o amb un augment de l'altura de vol i una disminució del temps de contacte.

Segons Tihany (1988), en relació amb el *drop*, semblen racionals les següents observacions:

- Si el temps de contacte, amb l'augment de l'altura de caiguda, és al més curt possible i l'altura de

En este ejercicio, la elevación vertical que se alcanza es superior a la del CMJ, y más grande es, por tanto, el impulso neto. Es verosímil la hipótesis según la cual la más que apreciable cantidad de energía cinética desarrollada en la caída se transfiere preferentemente sobre los cuádriceps, estimulándolos en un ulterior estiramiento necesario para producir ese "surplus" de fuerza por vía refleja.

Los músculos del cuádriceps son los que al final del movimiento amortiguador se hallan más solicitados para frenar lo más rápidamente posible el cuerpo. Por esto son los más necesitados de una superestimulación nerviosa refleja causada por las caídas, que facilitará también la rapidez de inversión del movimiento de bajada e iniciará la fase de aceleración. Los pies, movidos por la musculatura de la pierna, intervienen en una rápida sucesión dinámica para concluir la extensión-enderezamiento de los miembros inferiores.

El "TEST DE REACTIVIDAD" consiste en una sucesión de 5-6 saltos verticales seguidos de un rápido y cortísimo movimiento de "muelleo". En él, se busca la máxima altura limitando en lo posible la deformación músculo-articular de la rodilla y del tobillo, como consecuencia del violento contacto con el suelo después del vuelo precedente.

Sin duda, el sector más fuertemente solicitado es el del pie-tobillo, cuya musculatura (tríceps sural y sinèrgics) debe soportar la mayor carga en una situación de gran dificultad mecànica de su palanca, ya que el contacto con el suelo después del vuelo, para que sea eficazmente reactivo, debe tener lugar en la parte metatarsiana del pie y no sobre toda su superficie.

La pequeña deformación del sistema biomecánico de las piernas en ambos tests, permite un doble efecto: la disminución del tiempo de contacto y un mayor acúmulo de energía elástica-refleja en la fase de estiramiento (contracción excèntrica) que, restituïda en la siguiente contracción concèntrica, aumenta los efectos de esta última. Ambas fases se suceden con tal rapidez que se llevan a cabo en un tiempo inferior a los 200 ms (para el *drop jump*) y 160 ms (para el test de reactividad), durante los cuales se desarrollan altos picos de fuerza.

Las fases excèntricas y concèntricas que constituyen el "muelleo" de las piernas presentan una relación de interdependencia muy estrecha. De hecho, la eficacia del impulso acelerante es inversamente proporcional a la deformación del estiramiento que la misma musculatura soporta (desde el inicio del contacto con el suelo).

A diferencia de lo que sucede en los tests utilizados para valorar las otras manifestaciones de la fuerza, cuando los ejercicios de *drop jump* y reactividad se utiliza como tests, el cronòmetre unido a la plataforma de contactes debe estar preparado para permitir el registro tanto de los tiempos de vuelo, como de los tiempos de contacto; pues la

salt augmenta, l'acumulació i la recuperació d'energia tenen lloc per contracció de les fibres ràpides.

- Si el temps de contacte, augmentant l'altura de caiguda, s'allarga i l'altura assolida pel c.d.g. del cos roman quasi constant, aleshores, sobretot, es recupera energia de les fibres lentes.

Aquestes variacions es refereixen, principalment, al cas en què el percentatge de fibres lentes i ràpides involucrades en la fase d'impuls està al voltant del 50%. Si el percentatge de fibres ràpides supera el 50%, augmentant el temps de contacte, l'altura de salt disminueix. Si, contràriament, el percentatge de fibres ràpides és menor, els temps de contacte s'incrementen ràpidament en augmentar l'altura de caiguda, però l'altura del salt augmenta fins a un cert punt. Conseqüentment, l'altura òptima (dependent de la composició de les fibres) serà aquella en la qual les fibres d'un tipus determinat siguin més eficaces.

També podem calcular, en ambdós exercicis, la potència mecànica mitjançant la fórmula:

$$P = (g^2 \times Tv^2) / 4 \times Tc \text{ (watt/Kg)}$$

Hem d'esmentar, en el cas del *drop jump*, que si l'altura de caiguda és massa gran, s'aconsegueixen altures de salt de valor inferior, possiblement com a resultat d'una inhibició per la influència dels òrgans tendinosos de Golgi, que reaccionen com a receptors de tensió i, també, per influències inhibidores de la inervació que tenen el seu origen en el sistema nerviós central (experimentalment es pot observar, en diferents altures de caiguda, que es redueix el senyal EMG ja abans del contacte amb el sòl, és a dir abans de l'aparició de grans valors de tensió originats per l'estirament).

Hi ha un exercici que podríem classificar a meitat de camí entre el CMJ i el DJ. Es tracta de l'ABALAKOV (o CMJ amb impuls de braços).

L'Abalakov es realitza d'una manera semblant al CMJ, llevat dels braços els quals, en lloc de quedar quiets al costat dels malucs, són utilitzats estesos en una oscil·lació vigorosa, coordinada i sincronitzada amb la semiflexió-extensió de les cames.

Segons Vittori (1990), els factors que determinen la força manifestada en aquest exercici són presumiblement: el component contràctil, les capacitats de reclutament i sincronització, el component elàstic i el reflex.

Per la diferència entre l'altura aconseguida per l'Abalakov i l'aconseguida pel CMJ, podem quantificar quin percentatge de l'altura de vol aconseguida és degut a les accions que provoquen els braços.

Tal com poden observar a la Figura 2, la capacitat contràctil i, per tant, la manifestació "màxima dinàmica" de la força, constitueix el denominador

valoración de las capacidades se hará, tanto por la cantidad de fuerza manifestada (en base a la altura de vuelo), como por el tiempo necesario para manifestarla (en base a los tiempos de contacto).

Mayor eficacia se tendrá con una mayor altura de vuelo y un mismo tiempo de contacto; con la disminución del tiempo de contacto, sin variación en la altura de vuelo; o con un aumento de la altura de vuelo y una disminución del tiempo de contacto.

Según Tihany (1988), en relación al drop, parecen racionales las siguientes observaciones:

- Si el tiempo de contacto, con el aumento de la altura de caída, permanece lo más corto posible y la altura de salto aumenta, la acumulación y recuperación de energía tiene lugar por contracción de las fibras rápidas.

- Si el tiempo de contacto, aumentando la altura de caída, se alarga y la altura alcanzada por el c.d.g. del cuerpo permanece casi constante, entonces, sobre todo, se recupera energía de las fibras lentas.

Estas variaciones se refieren, principalmente, al caso en que el porcentaje de fibras lentas y rápidas involucradas en la fase de impulso, está alrededor del 50%. Si el porcentaje de fibras rápidas supera el 50%, aumentando el tiempo de contacto, la altura del salto disminuye. Si, por contra, el porcentaje de fibras rápidas es menor, los tiempos de contacto se incrementan rápidamente al aumentar la altura de caída, pero la altura del salto aumenta hasta cierto punto. En consecuencia, la altura óptima (dependiendo de la composición de las fibras) será aquella en la que las fibras de un determinado tipo sean más eficaces.

También podemos calcular, en ambos ejercicios, la potencia mecánica mediante la fórmula:

$$P = (g^2 \times Tv^2) / 4 \times Tc \text{ (watt/Kg)}$$

Hemos de hacer mención, en el caso del *drop jump*, que si la altura de caída es demasiado grande, se logran alturas de salto de inferior valor, posiblemente como resultado de una inhibición por la influencia de los órganos tendinosos de Golgi, que reaccionan como receptores de tensión y, también, por influencias inhibitorias de la inervación que tienen su origen en el Sistema Nervioso Central (experimentalmente puede observarse, en diferentes alturas de caída, que se reduce la señal EMG ya antes del contacto con el suelo, es decir, antes de la aparición de grandes valores de tensión originadas por el estiramiento).

Hay un ejercicio que podríamos clasificar a mitad de camino entre el CMJ y el DJ, se trata del ABALAKOV (o CMJ con impulso de brazos).

El Abalakov se realiza de una forma parecida al CMJ, a excepción de los brazos que, en lugar de quedar quietos junto a las caderas, son utilizados

PERFIL DE MANIFESTACIONES DE LA FUERZA
G.A.B.(8-ENE-90) Hmóx (0-140)= 58.2 Cm

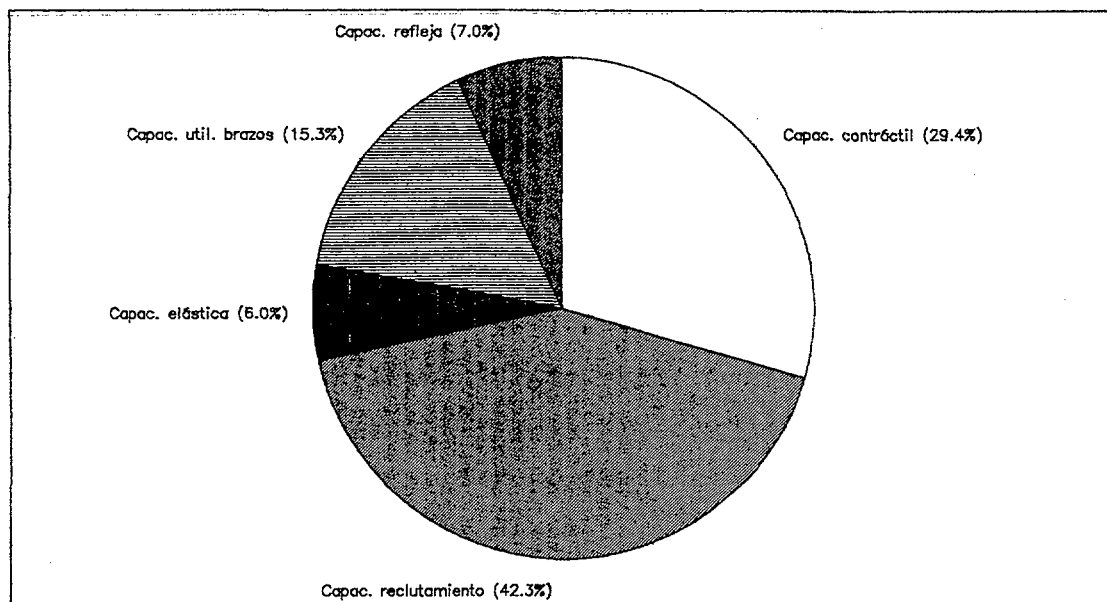


Figura 3. Perfil de manifestacions de la força d'un saltador d'altura de nivell internacional (2.28 m).

Figura 3. Perfil de manifestaciones de la fuerza de un saltador de altura de nivel internacional (2.28 m).

comú de les altres manifestacions de la força; aquestes presenten una relació amb la força màxima dinàmica que va disminuint a mesura que descendeix i seva incidència percentual sobre el total manifestat. És a dir, la relació serà alta entre la força màxima dinàmica i la força explosiva (perquè gran és l'aportació de la capacitat contràctil en tota la manifestació explosiva de la força) i, al revés, la relació serà baixa entre la força màxima dinàmica i la manifestació reflexo-elàstico-explosiva de la força.

Combinació de les manifestacions de força utilitzades en els diferents salts

Segons Bührle (1983), tots els salts esportius es realitzen sota diferents condicions i poden ser classificats dins cinc grans grups:

1. Salt en posició a la gatzoneta (p.e.: salt de trampolí esquí).
2. Salt amb impuls previ (p.e.: salt en el bloqueig de voleibol).
3. Salt amb impacte previ després d'una ràpida cursa d'impuls (p.e.: els salts en l'atletisme).

extendidos en una oscilación vigorosa, coordinada y sincronizada con la semiflexión-extensión de las piernas.

Según Vittori (1990), los factores que determinan la fuerza manifestada en este ejercicio son presumiblemente: el componente contráctil, las capacidades de reclutamiento y sincronización, el componente elástico y el reflejo.

Por la diferencia entre la altura lograda por el Abalakov y la lograda por el CMJ, podemos cuantificar que porcentaje de la altura de vuelo lograda se debe a las acciones que provocan los brazos.

Como puede observarse en la Figura 2, la capacidad contráctil y, por tanto, la manifestación "máxima dinámica" de la fuerza, constituye el denominador común de las demás manifestaciones de la fuerza; presentando éstas una relación con la fuerza máxima dinámica que va disminuyendo, a medida que descende su incidencia porcentual sobre el total manifestado. Es decir, la relación será alta entre la fuerza máxima dinámica y la fuerza explosiva (porque grande es el aporte de la capacidad contráctil en toda la manifestación explosiva de la fuerza) y, al revés, la relación será baja entre la fuerza máxima dinámica y la manifestación reflexo-elástico-explosiva de la fuerza.

4. Salt amb impacte previ després d'una cursa d'impuls i amb ajuda dinàmica en l'enlairament (p.e.: els salts en els exercicis en el sòl de gimnàstica esportiva).
5. Salt amb impuls previ i amb ajuda mecànica molt gran en l'enlairament (p.e.: salts de trampolí en natació).

Alguns d'aquests tipus de salts es poden relacionar amb alguns dels exercicis de salt proposats per a la valoració de les manifestacions de la força. Així, podem dir:

Tipus de salt	Exercci de test	Manifestació de la força
1)	SJ (?)	Explosiva (?)
2)	CMJ i Abalakov	Elàstic-explosiva
3)	DJ	Reflexo-elàstic-explosiva

Tanmateix, en el cas dels salts d'esquí (Tipus 1), tal com passa en el dels patinadors, s'ha pogut observar que posseeixen un potencial elàstic molt alt en els músculs extensors de les cames (Bosco,

Combinación de las manifestaciones de fuerza utilizadas en los diferentes saltos

Según Bührlé (1983), todos los saltos deportivos se realizan bajo diferentes condiciones y pueden ser clasificados dentro de cinco grandes grupos:

1. Salto desde "cuclillas" (p.e.: salto de trampolín en esquí).
2. Salto con impulso previo (p.e.: salto en el bloqueo de voleibol).
3. Salto con impacto previo después de una rápida carrera de impulso (p.e.: los saltos en el atletismo).
4. Salto con impacto previo después de una carrera de impulso y con ayuda dinámica en el despegue (p.e.: los saltos en los ejercicios en el suelo de gimnasia deportiva).
5. Salto con impulso previo y con ayuda mecánica muy grande en el despegue (p.e.: saltos de trampolín en natación).

Algunos de estos tipos de saltos, pueden relacionarse con algunos de los ejercicios de salto

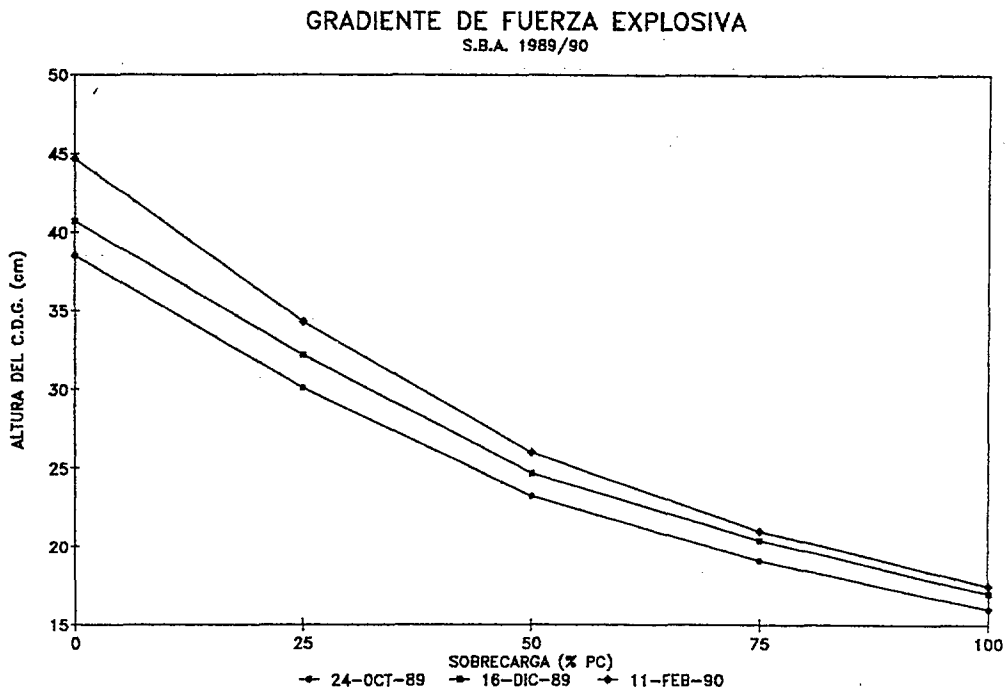


Figura 4. Evolució semestral del gradient de força explosiva en un saltador d'altura de nivell nacional (2.20 m).

Figura 4. Evolución semestral del gradiente de fuerza explosiva en un saltador de altura de nivel nacional (2.20 m).

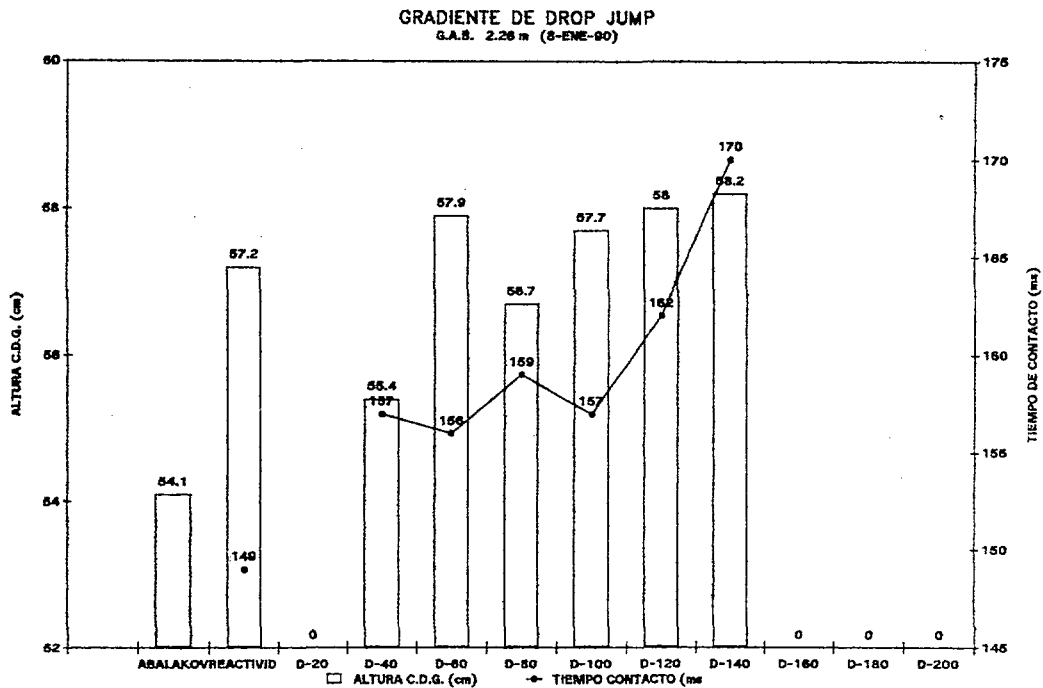


Figura 5. Gradiente de drop jump expressat en altura de vol i temps de contacte (d'un saltador d'altura de nivell internacional).

Figura 5. Gradiente de drop jump expresado en altura de vuelo y tiempo de contacto (de un saltador de altura de nivel internacion al).

1985). Per tant, això pot suggerir que durant aquestes activitats s'ha de verificar el cicle d'estirament-escurçament dels músculs extensors de les cames. Després, contràriament al que es podria pensar, la reutilització d'energia elàstica en forma de treball mecànic ha de constituir un dels moments més importants per a aquests esports.

Per la gran relació que hi ha entre la manifestació màxima dinàmica (assegada màxima) i la manifestació explosiva (SJ, *squat jump*), es podria utilitzar l'exercici d'*squat jump* amb sobrecàrrega del pes corporal (SJ-PC) com a indicador de la capacitat contràctil.

Un cop dit això, podem expressar totes i cada una de les manifestacions de la força comentades, en funció de l'altura de salt aconseguida. I, a partir d'aquestes dades, confeccionar el **PERFIL DE LES MANIFESTACIONS DE LA FORÇA** (Figura 3) per a un esport determinat (quan es posseeix un nombre suficient d'individus d'un nivell de rendiment determinat). Comparant aquests perfils amb els d'un esportista tindrem informació sobre els factors que s'han de privilegiar en l'estratègia d'entrenament.

propuestos para la valoración de las manifestaciones de la fuerza. Así, podemos decir:

Tipo de salto	Ejercicio de test	Manifestación de la fuerza
1)	SJ (?)	Explosiva (?)
2)	CMJ y Abalakov	Elástico-explosiva
		Reflejo-elástico-explosiva
3)	DJ	Reflejo-elástico-explosiva

Sin embargo, en el caso de los saltos de esquí (Tipo 1), al igual que en los patinadores, se ha podido observar que poseen un potencial elástico muy alto en los músculos extensores de las piernas (Bosco, 1985). Por tanto, esto puede sugerir que durante dichas actividades debe verificarse el ciclo de estiramiento-acortamiento de los músculos extensores de las piernas. Luego, contrariamente a lo que se podría pensar, la reutilización de energía elástica en forma de trabajo mecánico debe constituir uno de los momentos más importantes para estos deportes.

Por la gran relación que existe entre la manifestación máxima dinàmica (sentadilla màxima) i la

Així, per exemple, en un saltador d'altura, es podria expressar aquest perfil aplicant la següent fórmula:

$$DJ = (SJ_{pc}) + (SJ - SJ_{pc}) + (CMJ - SJ) + (ABK - CMJ) + (DJ - ABK)$$

$$100\% = (A \%) + (B \%) + (C \%) + (D \%) + (E \%)$$

On:

- A % = Capacitat contràctil.
- B % = Capacitat de reclutament instantani i sincronització.
- C % = Capacitat elàstica.
- D % = Capacitat d'utilització dels braços.
- E % = Capacitat reflexa.

Per saber si l'efecte que es buscava amb els mitjans d'entrenament té la proporció desitjada entre la força i la velocitat de contracció muscular, s'utilitza el test de **GRADIENT DE FORÇA EXPLOSIVA** (Figura 4). En aquest test s'han de realitzar *squat jumps* amb diferents sobrecàrregues:

- SJ
- SJ amb el 25% del pes corporal com a sobrecàrrega.
- SJ amb el 50% del pes corporal com a sobrecàrrega.
- SJ amb el 75% del pes corporal com a sobrecàrrega.
- SJ amb el 100% del pes corporal com a sobrecàrrega.

manifestación explosiva (SJ, *squat jump*), se podría utilizar el ejercicio de *squat jump* con sobrecarga del peso corporal (SJ-PC) como indicador de la capacidad contráctil.

Dico esto, podemos expresar todas y cada una de las manifestaciones de la fuerza comentadas, en función de la altura de salto lograda. Y, a partir de estos datos, confeccionar el **PERFIL DE LAS MANIFESTACIONES DE LA FUERZA** (Figura 3), para un deporte determinado (cuando se posee un número suficiente de individuos de un determinado nivel de rendimiento. Comparando estos perfiles con los de un deportista, tendremos información sobre los factores que deben privilegiarse en la estrategia de entrenamiento.

Así, por ejemplo, en un saltador de altura, se podría expresar dicho perfil aplicando la siguiente fórmula:

$$DJ = (SJ_{pc}) + (SJ - SJ_{pc}) + (CMJ - SJ) + (ABK - CMJ) + (DJ - ABK)$$

$$100\% = (A\%) + (B\%) + (C\%) + (D\%) + (E\%)$$

Donde:

- A% = Capacidad contráctil
- B% = Capacidad de reclutamiento instantáneo y sincronización
- C% = Capacidad elástica
- D% = Capacidad de utilización de los brazos
- E% = Capacidad refleja

GRADIENTE DE DROP JUMP
G.A.S. 2.26 m (8-ENE-00)

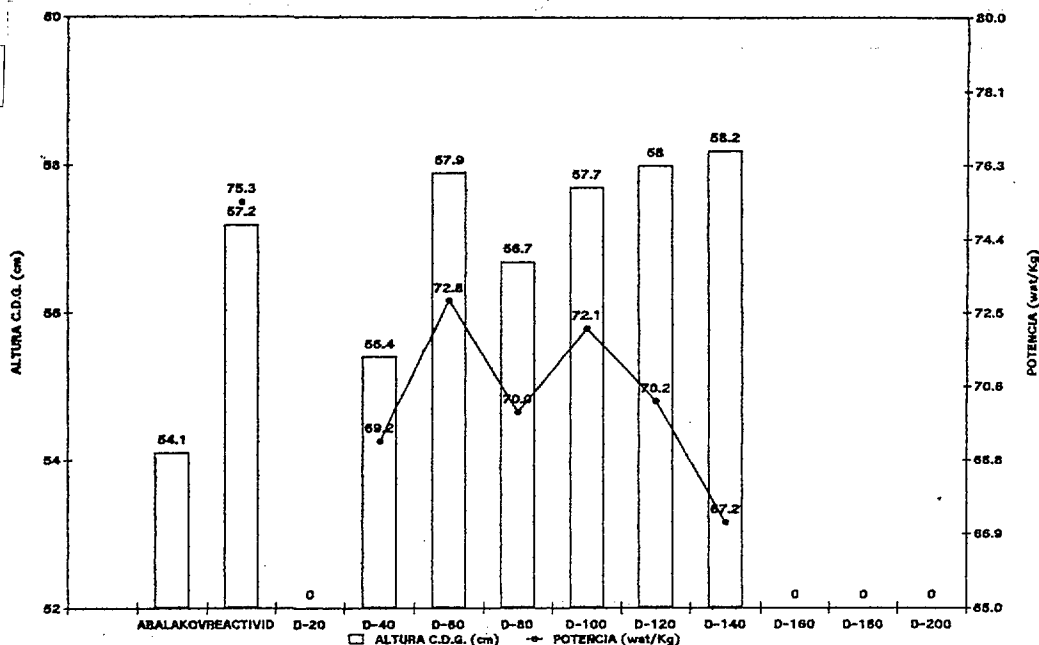


Figura 6. Gradiente de drop jump expressat en altura de vol i potència (d'un saltador d'altura de nivell internacional).

Figura 6. Gradiente de drop jump expresado en altura de vuelo y potencia (de un saltador de altura de nivel internacional).

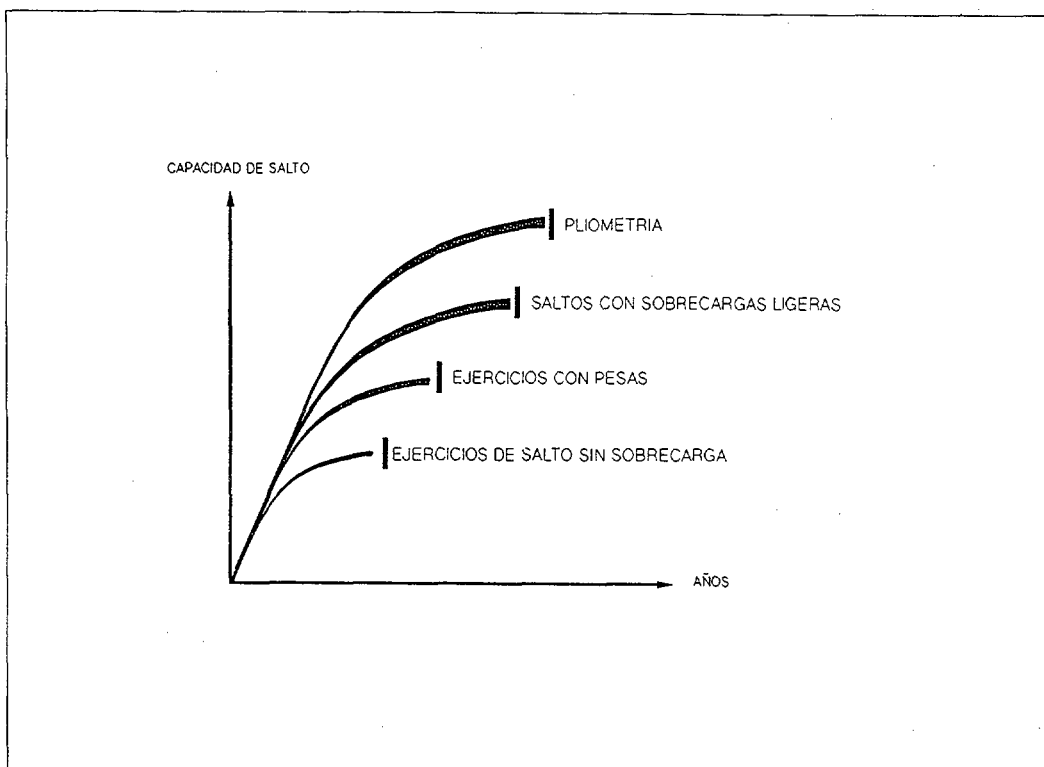


Figura 7. Metodología d'utilització cronològica dels mitjans d'entrenament per a la millora de la capacitat de salt. Segons Verchoshanskij, 1966.

Figura 7. Metodología de utilización cronológica de los medios de entrenamiento para la mejora de la capacidad de salto. Según Verchoshanskij, 1966.

D'entrada, relacionant l'altura aconseguida en el SJ amb les aconseguides en SJ-50% i SJ-100%, tindrem els **ÍNDIX DE FORÇA-VELOCITAT**:

$$\text{Índex F-V (100\% PC)} = (SJ - SJ_{PC}) \cdot 100 / SJ$$

$$\text{Índex F-V (50\% PC)} = (SJ - SJ_{50\%PC}) \cdot 100 / SJ$$

Per exemple, per a un saltador d'altura aquests índexs en "forma" s'han de trobar al voltant de 40 i 60 respectivament.

Fent una gràfica d'aquest test al llarg de la temporada podem anar corregint, si cal, l'estratègia d'entrenament.

Semblantment, es podria construir la gràfica del **GRADIENT DE FORÇA REFLEXA** (Figures 5 i 6), mitjançant *drop jumps* realitzats des de diferents altures de caiguda (cada 20 cm). Aquest test ens pot donar informacions valuoses per a l'entrenament de la manifestació reflexo-elàstica-explosiva. Per exemple, per seleccionar l'altura de caiguda ja que, segurament, si aquesta és excessiva, a més de no millorar el nivell d'aquesta manifestació de la força, es poden danyar les estructures articulars.

Para saber si el efecto que se buscaba con los medios de entrenamiento ha guardado la proporción deseada entre la fuerza y la velocidad de contracción muscular, se utiliza el test de **GRADIENTE DE FUERZA EXPLOSIVA** (Figura 4). En este test deben realizarse *squat jumps* con diferentes sobrecargas:

- SJ
- SJ con el 25% del peso corporal como sobrecarga.
- SJ con el 50% del peso corporal como sobrecarga.
- SJ con el 75% del peso corporal como sobrecarga.
- SJ con 100% del peso corporal como sobrecarga.

De entrada, relacionando la altura lograda en el SJ con las logradas en SJ-50% y SJ-100%, tendremos los **ÍNDICES DE FUERZA-VELOCIDAD**:

$$\text{Índice F-V (100\% PC)} = (SJ - SJ_{PC}) \cdot 100 / SJ$$

$$\text{Índice F-V (50\% PC)} = (SJ - SJ_{50\%PC}) \cdot 100 / SJ$$

Mitjans d'entrenament de les diferents manifestacions de la força

La capacitat de salt és un factor important per aconseguir un bon rendiment en esports com el voleibol, el bàsquet i, no cal ni dir-ho, el salt d'altura. La problemàtica amb la qual es troben els entrenadors, sobretot d'esports d'equip, és que tenen poc temps per entrenar aquesta capacitat ja que la majoria del temps l'han de dedicar a la tècnica i la tàctica. Per tant, per desenvolupar la capacitat de salt necessiten mitjans que siguin efectius, segurs i que ocupin poc temps.

Els exercicis que compleixen aquests requisits són els *drop jumps* executats amb una bona tècnica. Però, d'acord amb Vershoshanskij (1966), tots els mitjans tenen el seu lloc propi en l'entrenament de la capacitat de salt. Així, si el que es pretén és aconseguir el rendiment màxim en el salt, un esportista hauria de seguir la següent metodologia (Figura 7):

- 1r. Realitzar un programa d'entrenament utilitzant salts tradicionals;
- 2n. utilitzant un programa d'entrenament amb pesos. I, finalment;
- 3r. un programa d'entrenament de *drop jump*.

A la taula següent m'he permès modificar i desenvolupar aquesta metodologia (Figura 8):

1r Exercicis de força amb càrrega natural (el propi pes corporal):

- Flexoextensions a dues cames.
- Marxa de Burzonowski sense càrrega.
- Desplaçaments cap endavant per flexoextensió d'una cama.
- Flexoextensions a una cama sobre un banc.
- Desplaçaments laterals per flexoextensió d'una cama.
- Flexoextensió de peus en el lloc (amb flexió dels genolls o sense).

2n Exercicis de salt:

- Salts simples, horitzontals o verticals.
- Salts horitzontals simultanis.
- Salts horitzontals alterns.
- Salts horitzontals successius.
- Salts verticals simultanis.

3r Exercicis de força (màquines i barra de pesos):

- Flexors i extensors en màquina (quàdriceps, isquis, bessons, soli, glutis, psoes ilíac, tibial anterior, peroneu lateral).
- Mitja squat.
- Flexoextensions de turmell.
- Squat.
- Step.

Por ejemplo, para un saltador de altura, estos índices, en "forma", deben encontrarse alrededor de 40 y 60 respectivamente.

Graficando este test, a lo largo de la temporada, podemos ir corrigiendo, si es necesario, la estrategia de entrenamiento.

De igual manera, podría construirse la gráfica del **GRADIENTE DE FUERZA REFLEJA** (figuras 5 y 6), mediante *drop jumps* realizados desde diferentes alturas de caída (cada 20 cm). Este test puede darnos valiosas informaciones de cara al entrenamiento de la manifestación reflejo-elástico-explosiva. Por ejemplo, para seleccionar la altura de caída ya que, seguramente, si ésta es excesiva además de no mejorar el nivel de esta manifestación de la fuerza, se pueden dañar las estructuras articulares.

Medios de entrenamiento de las diferentes manifestaciones de la fuerza

La capacidad de salto es un factor importante para lograr un buen rendimiento en deporte tales como el voleibol, el baloncesto y, que decir tiene, el salto de altura. La problemática con la que se encuentran los entrenadores, sobre todo de deportes de equipo, es que tienen poco tiempo para entrenar esta capacidad ya que la mayor parte del tiempo debe dedicarse a la técnica y la táctica. Por tanto, para desarrollar la capacidad de salto, necesitan de medios que sean efectivos, seguros y que ocupen poco tiempo.

Los ejercicios que cumplen estos requisitos son los *drop jumps* ejecutados con una buena técnica. Pero, de acuerdo con Vershoshanskij (1966), todos los medios tienen su propio lugar en el entrenamiento de la capacidad de salto. Así, si lo que se pretende es lograr el máximo rendimiento en el salto, un deportista debería seguir la siguiente metodología (Figura 7):

1. Realizar un programa de entrenamiento utilizando saltos tradicionales;
2. utilizando un programa de entrenamiento con pesos y, finalmente
3. un programa de entrenamiento de *drop jump*.

Me he permitido, en la siguiente tabla, modificar y desarrollar esta metodología (Figura 8):

1. Ejercicios de fuerza con carga natural (el propio peso corporal):

- Flexoextensiones a dos piernas.
- Marcha de Burzonowski sin carga.
- Desplazamientos adelante por flexoextensión de una pierna.
- Flexoextensiones a una pierna sobre un banco.
- Desplazamientos laterales por flexoextensión de una pierna.

- Marxa de Burzonowski.
- Mitja squat temps.
- Squat excèntrica.

4t Exercicis de salt amb llasts i amb cursa prèvia:

- Salts verticals alterns sense llast.
- Salts verticals successius sense llast.
- Salts simples, horitzontals o verticals amb llast.
- Salts horitzontals simultànies amb llast.
- Salts horitzontals alterns amb llast.
- Salts horitzontals successius amb llast.
- Salts verticals simultànies amb llast.
- Salts verticals alterns amb llast.
- Salts verticals successius amb llast.
- Salts horitzontals alterns amb cursa prèvia.
- Salts horitzontals successius amb cursa prèvia.

5è Exercicis de salt amb peses:

- Mitja squat salt.
- Squat salt.
- Mitja squat salt amb rebot en la flexió.
- Salts especials amb pesos.

6è Exercicis de Drop Jump:

- Counter drop jump aïllat a dues cames.
- Bounce drop jump aïllat a dues cames.
- CDJ continu a dues cames.

- Flexoextensió de pies en el sitio (con y sin flexión de las rodillas).

2. Ejercicios de salto:

- Saltos simples, horizontales o verticales.
- Saltos horizontales simultáneos.
- Saltos horizontales alternos.
- Saltos horizontales sucesivos.
- Saltos verticales simultáneos.

3. Ejercicios de fuerza (máquinas y barra de pesas):

- Flexores y extensores en máquina (cuádriceps, isquios, gemelos sóleo, glúteos, psoas-ilíaco, tibial anterior, peroneo lateral).
- Media sentadilla.
- Flexoextensiones de tobillo.
- Sentadilla.
- Step.
- Marcha de Burzonowski.
- Media sentadilla tiempo.
- Sentadilla excéntrica.

4. Ejercicios de salto con lastres y con carrera previa:

- Saltos verticales alternos sin lastre.
- Saltos verticales sucesivos sin lastre.
- Saltos simples, horizontales o verticales con lastre.

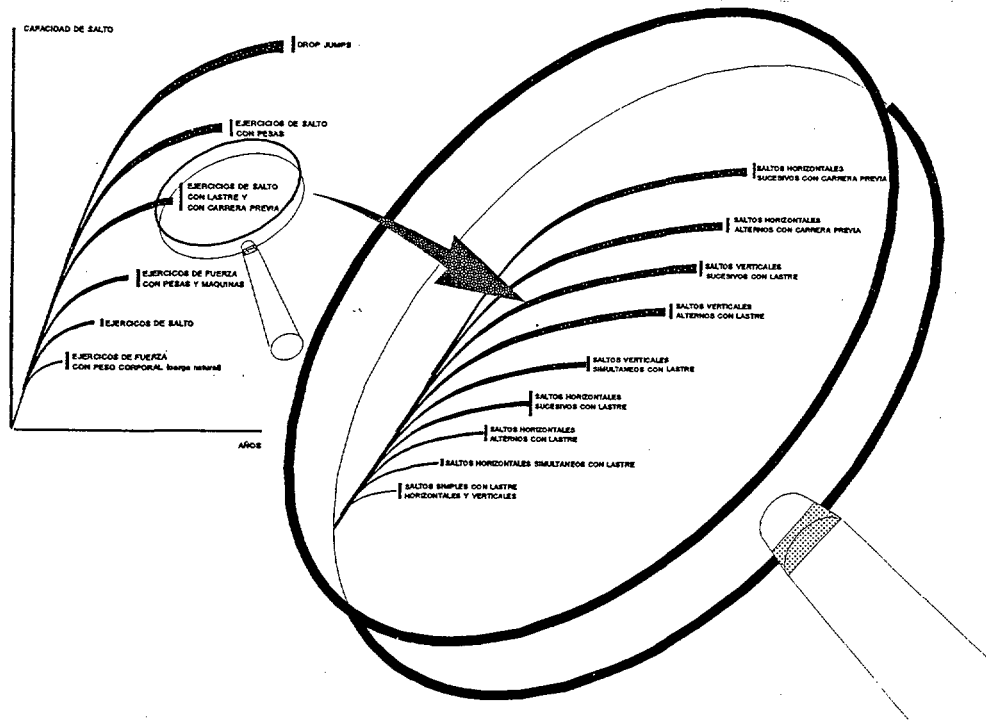


Figura 8. Metodología d'utilització dels mitjans d'entrenament per a la millora de la capacitat de salt. Segons l'autor.

Figura 8. Metodología de utilización de los medios de entrenamiento para la mejora de la capacidad de salto. Según el autor.

- BDJ continus a dues cames.
- *Drops jumps* a una cama.
- *Drop jump* amb bloqueig en la caiguda (a dues cames).

Els exercicis i els mètodes per al desenvolupament de les diferents manifestacions de la força que personalment utilitzo amb saltadors d'altura, els detallo tot seguit.

La combinació adequada i la dosificació justa d'aquests exercicis en les diferents etapes d'entrenament porten a un desenvolupament òptim de la capacitat específica de salt.

Manifestació màxima dinàmica

SQUAT: sèries de repeticions. Càrrega 130-200% PC.

MITJA SQUAT: sèries de repeticions i piràmides. Càrrega 200-350% PC.

ELEVACIONS DE TURMELL: sèries de repeticions i mètode estàtic-dinàmic. Càrrega 150-250% PC.

STEP: sèries de repeticions. Càrrega 100-150% PC.

Manifestació explosiva de la força

SALTS VERTICALS I HORIZONTALS des d'aturat i sense contramoviment. Amb càrrega o llast i sense. Sèries de 5-10 repeticions.

MITJA SQUAT SALT: sèries de repeticions. Càrrega 100-200% PC.

SQUAT SALT: sèries de repeticions. Càrrega 50-100% PC.

MITJA SQUAT EXCÈNTRICA: sèries de repeticions. Càrrega 100-200% PC.

DROP JUMPS amb bloqueig en la caiguda. Sobre arena o matalassos de gimnàstica. Sèries de 5-10 repeticions.

Manifestació elàstico-explosiva

MITJA SQUAT SALT CONTÍNUA: sèries de repeticions. Càrrega 0-50% PC.

MITJA SQUAT TEMPS: sèries de repeticions. Càrrega 150-220% PC. Temps mitjà d'execució: 0,7-1 segon/repetició.

MARXA DE BURZONOSWIKI: sèries de repeticions. Càrrega 50-100% PC.

SALTS VERTICALS I HORIZONTALS amb contramoviment. Amb llast o sense. Sèries de 5-10 repeticions.

MULTISALTS HORIZONTALS CURTS DES D'ATURAT. Sèries de repeticions de fins a 5 batudes. Simultanis, alterns o successius.

SALTS VERTICALS pujant grades. Sèries de repeticions.

- Saltos horizontales simultáneos con lastre.
- Saltos horizontales alternos con lastre.
- Saltos horizontales sucesivos con lastre.
- Saltos verticales simultáneos con lastre.
- Saltos verticales alternos con lastre.
- Saltos verticales sucesivos con lastre.
- Saltos horizontales alternos con carrera previa.
- Saltos horizontales sucesivos con carrera previa.

5. Ejercicios de salto con pesas:

- Media sentadilla salto.
- Sentadilla salto.
- Media sentadilla salto con rebote en la flexión.
- Saltos especiales con pesas.

6. Ejercicios de Drop Jump:

- *Counter drop jump* aislado a dos piernas.
- *Bounce drop jump* aislado a dos piernas.
- CDJ continuos a dos piernas.
- BDJ continuos a dos piernas.
- *Drop jumps* a una pierna.
- *Drop jump* con bloqueo en la caída (a dos piernas).

Los ejercicios y los métodos para el desarrollo de las diferentes manifestaciones de la fuerza que personalmente utilizo con saltadores de altura se detallan a continuación.

La adecuada combinación y la justa dosificación de estos ejercicios en las diferentes etapas de entrenamiento conducen a un desarrollo óptimo de la capacidad específica de salto.

Manifestación máxima dinàmica

SENTADILLA: series de repeticiones. Carga 130-200% PC.

MEDIA SENTADILLA: series de repeticiones y piràmides. Carga 200-350% PC.

ELEVACIONES DE TOBILLO: series de repeticiones y método estàtic-dinàmico. Carga 150-250% PC.

STEP: series de repeticiones. Carga 100-150% PC.

Manifestación explosiva de la fuerza

SALTS VERTICALES Y HORIZONTALS desde parado y sin contramovimiento. Con y sin carga o lastre. Series de 5-10 repeticiones.

MEDIA SENTADILLA SALTO: series de repeticiones. Carga 100-200% PC.

SENTADILLA SALTO: series de repeticiones. Carga 50-100% PC.

MEDIA SENTADILLA EXCÈNTRICA : series de repeticiones. Carga 100-200% PC.

DROP JUMPS con bloqueo en la caída. Sobre arena o colchonetas de gimnasia. Series de 5-10 repeticiones.

SPRINT EN COSTA (12-15%). Sèries de repeticions sobre 30-50 metres.

SPRINT AMB ARROSSEGAMENTS. En funció del fregament, amb 8-10-12 Kg. Sèries de repeticions sobre 20 a 50 m.

Manifestació reflexo-elàstico-explosiva de la força

MITJA SQUAT SALT AMB REBOT EN LA FLEXIÓ: sèries de repeticions. Càrrega 75-100% PC.

MULTISALTS VERTICALS AMB TANQUES: sèries de repeticions de 3-10 batudes. Simultanis, alterns o successius.

DROP JUMPS senzills o continus, des d'altures individualitzades. Dirigits prevalentment a la musculatura extensora dels peus o de les cames. Sèries de 5-10 repeticions. Amb una i/o dues cames.

SPRINT EN BAIKADA (2%) AMB LLAST. Sèries de repeticions sobre 30 m.

SPRINT A SUPERVELOCITAT AMB LLAST. Sèries de repeticions sobre 30-50 m.

SALTS DE LA TÈCNICA ESPECÍFICA amb cursa prèvia. Repeticions en funció de l'esport.

Manifestación elástico explosiva

MEDIA SENTADILLA SALTO CONTINUA: series de repeticiones. Carga 0-50% PC.

MEDIA SENTADILLA TIEMPO: series de repeticiones. Carga 150-220% PC. Tiempo medio de ejecución: 0,7-1 segundo/repeticion.

MARCHA DE BURZONOSWIKI: series de repeticiones. Carga 50-100% PC.

SALTOS VERTICALES Y HORIZONTALES con contramovimiento. Con o sin lastre. Series de 5-10 repeticiones.

MULTISALTOS HORIZONTALES CORTOS DESDE PARADO. Series de repeticiones de hasta 5 batidas. Simultaneos, alternos o sucesivos.

SALTOS VERTICALES subiendo gradas. Series de repeticiones.

SPRINT EN CUESTA (12-15%). Series de repeticiones sobre 30-50 metros.

SPRINT CON ARRASTRES. En función del rozamiento, con 8-10-12 Kg. Series de repeticiones sobre 20 a 50 m.

Manifestación reflejo-elástico-explosiva de la fuerza

MEDIA SENTADILLA SALTO CON REBOTE EN LA FLEXIÓN: series de repeticiones. Carga 75-100% PC.

MULTISALTOS VERTICALES CON VALLAS: series de repeticiones de 3-10 batidas. Simultaneos, alternos o sucesivos.

DROP JUMPS sencillos o continuos, desde alturas individualizadas. Dirigidos prevalentemente a la musculatura extensora de los pies o de las piernas. Series de 5-10 repeticiones. Con una y/o dos piernas.

SPRINT EN BAJADA (2%) CON LASTRE. Series de repeticiones sobre 30 m.

SPRINT A SUPER-VELOCIDAD CON LASTRE. Series de repeticiones sobre 30-50 m.

SALTOS DE LA TÉCNICA ESPECÍFICA con carrera previa. Repeticiones en función del deporte.

Bibliografía

BAUMANN, W.; GLITSCH, U.; QUADE, K.: Aspectos biomecánicos del entrenamiento de la fuerza de salto. Workshop "Entrenamiento de la fuerza de salto". Colonia, 1985.

BOSCO, C.: La preparación física en el voleibol y desarrollo de la fuerza en los deportes de carácter explosivo-balístico. Societa Stampa Sportiva. Roma, 1985.

BÜHRLE, M.: El concepto básico del entrenamiento de fuerza y fuerza de salto. Simposium "Bases del entrenamiento de la fuerza rápida y máxima" Friburgo, 1983.

SCHMIDTBLEICHER, D.: Aspectos neurofisiológicos del entrenamiento de la fuerza de salto. Workshop "Entrena-

miento de la fuerza de salto". Colonia, 1985.

TIHANY, J.: Fisiología y mecánica de la fuerza. Rivista de Cultura Sportiva (Scuola dello Sport), nº 13, pp. 12-17 Junio; 1988.

VERCHOSHANSKI, V.: (1966), Perspectives in the improvement of speed-strength preparation of jumpers. Legkaja atletika, 9: 11-12, Moscú. Traducido al inglés en: Yessis Review of Soviet Physical Education and Sports, 4: 28-25; 1969.

VITTORI, C.: El entrenamiento de la fuerza en el Sprint. Atleticastudi, 1-2, pp. 3-25; 1990.