

MESURA DE LA FORÇA I DE LA POTÈNCIA EN L'ESPORT. APLICACIÓ DEL CHRONOJUMP BOSCO SYSTEM

**TREBALL DE FINAL DE GRAU
DE CIÈNCIES DE L'ACTIVITAT FÍSICA I L'ESPORT**

**BAUÇÀ i CATALÀ, Josep
CLADERA i GAYÀ, Carles**

4t Grau CAFE

Assignatura: Treball de Fi de Grau

Tutor: Javier Peña i López

Facultat d'Educació - Universitat de Vic

Vic, 10 de maig del 2012

Resum

El propòsit del Treball de Fi de Grau és dissenyar un document que serveixi als usuaris del Chronojump Boscosystem per aprendre a utilitzar-lo i treure'n el màxim rendiment. Previ a l'elaboració d'aquest, s'ha requerit un treball de documentació teòrica, fet a través de la revisió bibliogràfica i entrevistes a experts en preparació física dintre del món de l'entrenament esportiu, procés que ha servit per a establir les bases i els fonaments del dossier didàctic.

Aquest últim està compost per deu pràctiques on, en cadascuna d'elles, es treballen aspectes concrets del programa Chronojump. Cada una d'aquestes consta d'una primera part més teòrica on es defineixen els aspectes a tractar, seguit de la seqüència de passos a fer per a portar a terme la pràctica i, finalment, deu preguntes tipus test per a saber si s'ha comprès la informació donada i el funcionament del programa. En les pràctiques on s'ha de passar algun test, s'afegeix també un suport audiovisual per tal de deixar clar l'execució i la tècnica correcta de la prova en qüestió.

Paraules clau: Chronojump Boscosystem, manifestacions de la força, test de Bosco, dossier didàctic

Abstract

The purpose of this work at the end of our career is to design a document that will be useful to the Chronojump Boscosystem users so they can learn how to use it and get the best out of it. Before writing this paper, a theoretical documentation work had to be required. It was done by reviewing bibliography and interviews from experts in physical training in the sports world. This process has been the groundwork of this didactic document.

This one is presented as a folder made up of ten training sessions. In each one of them, specific aspects of the Chronojump program are featured. Each one is made up of a first theoretical part of the discussed features or aspects. Next, a sequence of steps is given to carry out the training session and finally ten multiple-choice quizzes are formulated so as to know the comprehension on the information provided and the program's functions. In the training sessions where a test should be passed, an audiovisual support has been added. It clarifies the execution and correct technique to use in the specific test.

Key words: Chronojump Boscosystem, strength manifestations, Bosco test, teaching report

Índex

	Pàg.
1. Introducció	3
2. Marc teòric	5
2.1 Generalitats del múscul esquelètic	5
2.1.1 Fisiologia del múscul esquelètic	5
2.1.2 Rutes metabòliques	7
2.1.3 Tipus de fibres musculars	9
2.1.4 Propietats del múscul esquelètic	11
2.1.5 Tipus de contracció muscular	12
2.1.6 Tipus de manifestacions de la força	13
2.2 Test de Bosco: índexs i explicació dels salts	15
2.2.1 Squat Jump	16
2.2.2 Load Jump	17
2.2.3 Countermovement Jump	18
2.2.4 Drop Jump	19
2.2.5 Rebound Jump	20
2.2.6 Test d'Abalakov	21
2.2.7 Altres aspectes: Errades freqüents	22
2.2.8 Altres aspectes: Factors psicològics	23
2.2.9 Càlcul d'índexs	24
2.3 Chronojump Boscosystem	25
2.3.1 Chronojump Boscosystem: Programari lliure i gratuït	25
2.3.2 Utilitat i funcionament del Chronojump Boscosystem	26
2.3.3 Validació i fiabilitat del Chronojump Boscosystem	28
2.3.4 Altres instruments de control i valoració: MuscleLab	29
3. Conclusions	31
4. Referències bibliogràfiques	33

1 Introducció

El treball que es presenta a continuació està fonamentat amb el programari lliure Chronojump Boscosystem dissenyat per Xavier de Blas. Aquesta aplicació informàtica es basa en la medició temporal per tal d'extreure conclusions entorn a les manifestacions de la força del tren inferior dels atletes. A grans trets, el programa informàtic està orientat fonamentalment als salts. Es calcula el temps de vol i el temps de contacte de l'esportista en funció del salt i, a partir d'aquí, s'extrapola l'alçada assolida per a obtenir-ne una informació útil per a l'entrenament esportiu.

Avui dia, no és cap secret que l'entrenament de la força està molt present en la programació de la temporada dels preparadors físics i entrenadors de la gran majoria de disciplines esportives. No és d'estranyar, doncs, que aquests busquin mètodes de control i valoració de les capacitats condicionals dels seus esportistes, entre les quals s'hi engloba la força. L'eina del Chronojump Boscosystem pot resultar molt útil en aquests casos ja que, com es veurà a continuació, es pot obtenir una informació realment interessant de forma ràpida, senzilla i econòmica. Val a dir que l'objectiu del present treball és l'elaboració d'un dossier didàctic per aprendre a utilitzar el Chronojump.

El motiu pel qual es va decidir encarar el Treball de Final de Grau cap al disseny del dossier didàctic esmentat és perquè Xavier de Blas considerava necessari incloure, en el programa dissenyat per ell, algun tipus de document informatiu que servís als usuaris per aprendre a fer-ne ús i treure'n el màxim rendiment possible. També, era interessant definir i explicar acuradament la tècnica correcta i el protocol a seguir en els tests més comuns. D'aquesta manera, es pretén que la tasca desenvolupada esdevingui una col·laboració amb el projecte Chronojump Boscosystem.

Referent a l'estructura del treball, primerament es desenvolupa un marc teòric on es fa referència a la força com a manifestació, al test de Bosco com a eina per a valorar-la i, per últim, a la tecnologia Chronojump Boscosystem. La metodologia seguida per a elaborar aquesta primera part es fonamenta en la revisió bibliogràfica i en entrevistes a cinc experts en la matèria (veure annex 1: criteri de selecció d'experts, currículum d'aquests i entrevistes completes). A continuació, es presenten les conclusions finals on

es fa una reflexió del procés i s'expliquen els resultat. Per últim, s'inclou la bibliografia consultada. Els annexes, degut a la seva extensió, aniran per separat del treball.

Cal afegir que el dossier didàctic, tot i esdevenir com l'objectiu en relació al qual es fonamenta tot el treball, s'incorpora en els annexes (annex 3). Això, es deu al fet de ser un document amb significat propi, el qual en un futur es presentarà de forma deslligada a la resta i amb una finalitat d'ús molt clara. Per aquest motiu, també disposa d'índex i enumeració particular desvinculada de la que s'estableix en el treball que es presenta. És important deixar clar que la part pràctica d'aquest treball es veu reflectida en l'elaboració del dossier didàctic que es presenta a l'annex 3.

Com es veurà, el dossier està compost per un conjunt de pràctiques que pretendran ensenyar la utilització del Chronojump. Cadascuna d'aquestes constarà d'un breu apartat de caire teòric a on s'hi exposen les particularitats del test en qüestió, seguit d'uns passos que marquen el procediment a seguir a l'hora de realitzar-ho. S'acabarà amb una activitat d'avaluació que reflectirà si aquells coneixements han estat integrats o no. El solucionari del dossier didàctic es presenta en els annexes (annex 2). És important parlar del material de vídeo que s'inclou com a suport de les pràctiques proposades, s'adjunta a la contraportada dels annexes.

S'ha de deixar clar que la versió utilitzada del programa Chronojump Boscosystem és la 1.0, en castellà. Per aquest motiu, es pot observar que les captures d'imatges efectuades per a complementar la informació teòrica de les pràctiques del dossier estan en llengua castellana.

Finalment, cal esmentar que està en procés d'elaboració una còpia exacta del dossier de pràctiques transcrita a llengua anglesa. D'aquesta manera, i si el resultat és satisfactori, es podrà incloure en el mateix programa Chronojump per a que estigui a disposició dels seus usuaris.

2 Marc teòric

En aquesta primera part del treball es farà referència, des d'una perspectiva teòrica, a la força, com aquesta és generada i quines formes té de manifestar-se. A més, també s'explicarà en detall el Test de Bosco donat que, segons Tous (1999), la seva principal funció és valorar les diferents expressions de la força en les extremitats inferiors. Finalment, en l'últim punt d'aquest marc teòric es descriurà l'eina Chronojump Boscosystem ja que resulta realment útil a l'hora de passar el Test de Bosco i altres proves per al control i valoració de la part condicional de l'esportista.

2.1 Generalitats del múscul esquelètic

Per tal d'introduir el present apartat del treball, és important fer un incís entorn al que representa la força en el món de l'esport. Fent referència a González Badillo i Gorostiaga (1997), la força és la capacitat que té un múscul de produir tensió quan es contreu. Relacionat amb això, es podria dir que qualsevol moviment o acció dinàmica del cos humà, per senzilla que sigui, no és res més que una manifestació de força muscular.

2.1.1 Fisiologia del múscul esquelètic

La força esdevé un factor essencial en el rendiment de cada esportista. Per tal d'entendre quines són les manifestacions de la força i quines funcions desenvolupen, és important primer tenir clar quina és la fisiologia del múscul esquelètic, anomenat també de contracció voluntària. Billat (2002) explica que aquest està format per diferents tipus de teixits: les mateixes cèl·lules musculars, el teixit nerviós, la sang i els diferents tipus de teixit conjuntiu: en sèrie (conforma els tendons) i en paral·lel (es troba situat entre el component contràctil).

Seguint amb el mateix autor, la musculatura estriada de tot el cos està composta per músculs recoberts per una capa externa de teixit conjuntiu anomenada epimisi; cadascun d'aquests músculs es divideix en fascicles (disposició agrupada de fibres musculars

ordenades paral·lelament) que estan envoltats pel perimisi i, finalment, cada fibra individual es troba recoberta per l'endomisi. El teixit conjuntiu, d'aquestes tres capes, conflueix als extrems del múscul per a formar els tendons (Figura 1).

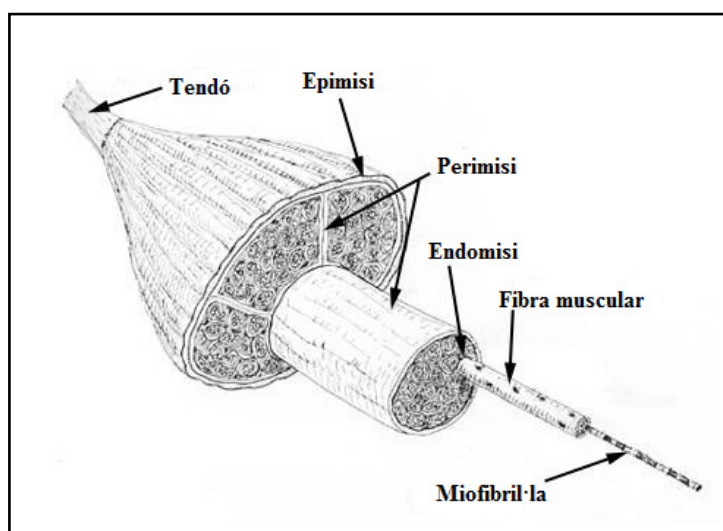


Figura 1: teixit conjuntiu del múscul esquelètic (Font: adaptat de la web de la Pontfícia Universitat de Chile. Facultat de Medicina <<http://medicina.uc.cl>>).

En referència a la fibra muscular, Weineck (2007) explica que aquestes són les cèl·lules que s'agrupen per a la formació de la part contràctil dels músculs. Dintre d'aquestes s'hi troben els sarcòmers que es componen per filaments d'actina i miosina. A grans trets, en el sarcòmer s'hi disposa la proteïna miosina i, al voltant d'aquesta, la proteïna actina (Figura 2).

Segons López Chicharro i Fernández Vaquero (2008), la miosina és una proteïna de gran tamany, a on cada molècula que la conforma es caracteritza per tenir un cap en el seu extrem unit a una cua més llarga i lleugera, a través de la qual queda adherit al gruixut filament de miosina on s'hi agrupen un gran nombre d'aquest molècules.

Cal dir que la miosina és una proteïna motora que converteix l'energia química continguda en un enllaç d'ATP, gràcies a la seva activitat ATP-àsica, en energia mecànica. En aquest moment, degut a l'energia alliberada per la hidròlisi d'ATP, es produeix un canvi en l'angle entre el cap de la molècula de miosina i l'eix llarg del filament, per tal d'adherir-se al filament d'actina (formant el que es coneix com a ponts

creuats) i arrossegar-lo produint l'escurçament del sarcòmer (Figura 2). Aquest procés, repetit al llarg d'un gran nombre de sarcòmers, dóna lloc a la contracció del múscul.

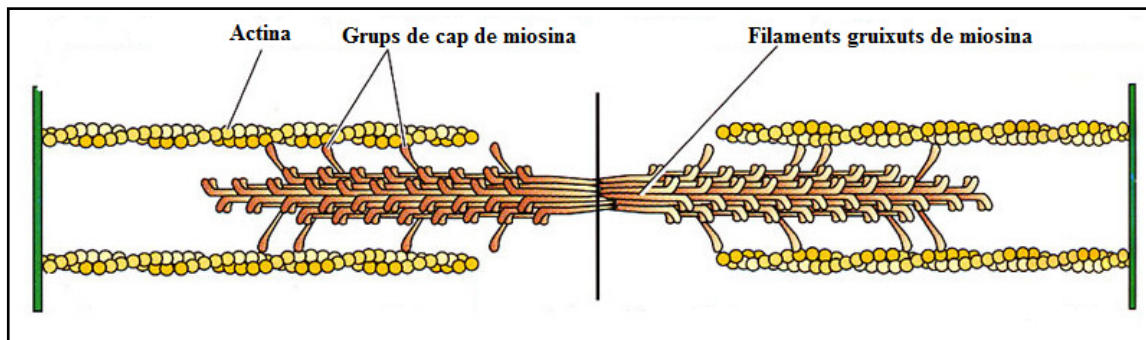


Figura 2: Sarcòmer (Font: adaptat de la web de la Universidad de Salamanca <www.usal.es>)

Un cop dit això, cal afegir que aquest procés de producció de força requerirà d'uns substrats. Aquests, provindran de les diferents vies energètiques de les quals l'organisme es serveix per a produir energia, explicades en major profunditat a continuació.

2.1.2 Classificació funcional de l'activitat física: Rutes metabòliques

Lògicament, per a realitzar qualsevol tipus d'activitat física, els músculs necessiten energia que obtindran a partir dels processos aeròbics i anaeròbics. Segons Mombaerts (2000), aquests últims es podran dividir en làctics i alàctics en funció de les concentracions sanguines de lactat que presenti l'individu.

Bangsbo (2002) afirma que l'energia necessària per a que els músculs funcionin pot, en el cas de l'aerobiosi, derivar-se de la descomposició química de diversos substrats amb la utilització de l'oxigen. Segons Bean (2006), l'ATP generat a partir del sistema aeròbic provindrà de la degradació dels hidrats de carboni (per glicòlisis) i de les grasses (per lipòlisis). Per contra, la part anaeròbica de l'exercici únicament es proveirà de les reserves de glicogen muscular i fosfocreatina.

Aprofundint una mica més en el tema, González Gallego, Sánchez Collado i Mataix (2006) manifesten que en el cas concret que la cèl·lula muscular disposi del suficient oxigen, els productes de rebuig com el piruvat no seran transformats a lactat (tan

perjudicial a l'hora de perllongar l'activitat) sinó que es degradaran a través del cicle de Krebs, de la cadena respiratòria i de la fosforilació oxidativa, generant així CO₂, H₂O, ATP i calor. Per tot això, val a dir que s'haurà de tenir especial consideració en el consum d'oxigen màxim de cada esportista, ja que com diuen Forteza, Comellas i López de Viñaspre (2011), aquest correspondrà al màxim potencial aeròbic de l'individu, pel que tindrà una especial importància en la valoració funcional dels esportistes.

Dintre de l'esport, la via anaeròbica esdevé la ruta metabòlica a partir de la qual seran possibles aquelles accions més intenses i de curta durada (sprints, salts, xuts, etc.). Aquestes esdevindran el principal objecte d'estudi a valorar a través del Chronojump Boscosystem.

Com expliquen González Badillo i Ribas (2002) la via anaeròbica és molt més ràpida produint molècules d'ATP que la via aeròbica; per contra la quantitat produïda serà molt menor. Segons el tipus d'acció, la fibra del múscul utilitzarà un o altre tipus de metabolisme. Així doncs tindrem:

- Via anaeròbica alàctica: segons Barbany (2002) les demandes són satisfetes a partir d'ATP i fosfocreatina (sistema ATP-PC, és la font immediata d'energia de la majoria dels processos de l'organisme). També es pot fer ús de l'ADP en les fases més avançades. Per tant, aquesta es donarà en les primeres etapes de l'exercici quan encara no hi ha hagut temps de mobilitzar les reserves de glucosa del cos i, molt menys, els àcids grassos. Així mateix, també serà propi en moments puntuals on s'incrementa sobtadament la intensitat de treball sense possibilitat de que intervinguin les vies oxidatives. La principal desavantatge d'aquesta ruta metabòlica serà l'escassetat de reserves. En resum s'utilitza en accions de molt curta durada i elevada intensitat.
- Via anaeròbica làctica: novament Barbany (2002) explica que s'utilitza quan encara no s'ha completat l'adaptació cardiovascular i respiratòria a l'exercici, en exercicis d'intensitat superior al llindar anaeròbic i en contraccions musculars que tenen limitat el flux sanguini. Les seves principals desavantatges són el seu

escàs rendiment energètic, la necessitat d'utilitzar glucosa i l'acumulació d'àcid làctic com a producte de desfet (alteració del pH intramuscular i sanguini).

Resumint, en el tema que ens ocupa en el present treball, la via que tindrà més importància serà l'anaeròbica alàctica, ja que la majoria de tests als quals es farà referència, es fan a partir de diferents salts màxims: molt breus i intensos. A pesar d'això, i com es veurà a continuació, fent alguna modificació a una de les proves, es pot valorar també la potència anaeròbica alàctica. Menció apart mereixen les curses mesurables amb el Chronojump, on la via predominant dependrà, com és lògic, de la durada d'aquesta.

2.1.3 Tipus de fibres musculars

Wilmore i Costill (2010), afirmen que no totes les fibres musculars comparteixen les mateixes característiques. De fet, dintre d'un mateix múscul esquelètic se'n poden trobar de ben distintes. Aquests mateixos autors parlen de:

- Fibres de contracció lenta o *slow-twitch* (ST): amb més mitocondries i, per tant, amb més capacitat oxidativa i de produir energia en activitats de llarga durada i intensitat relativament baixa.
- Fibres de contracció ràpida o *fast-twitch* (FT): necessiten menys temps que les anteriors per arribar a la seva contracció màxima, és a dir, produiran moviments més ràpids i potents. Per contra, es fatigaran de forma molt més ràpida degut a la seva escassa capacitat de resistència. Dintre d'aquestes, es poden diferenciar:
 - FTa: útils en activitats d'alta intensitat i curta durada. Capaces de produir molta energia en poc temps però fàcilment fatigables.
 - FTb: tot i que no es coneix molt bé el seu paper, s'utilitzen en activitat d'intensitat molt elevada i altament explosives.

Cal aclarir que, tal i com explica Bosco (1987), aquelles persones que tinguin un percentatge elevat de fibres ràpides en les seves extremitats inferiors, seran capaços de desenvolupar més potència en proves d'elevada intensitat i breu durada com ara Squat Jump, Countermovement Jump o Drop Jump (veure l'apartat 3.2). Per contra, seran els individus amb major percentatge de fibres lentes que es veuran afavorits en el Rebound Jump (veure l'apartat 3.2.6), ja que la seva potència muscular explosiva disminueix més lentament en proves perllongades; com més durada tingui la prova, més acusada serà la diferència. En definitiva, les fibres ST, tot i generar menys quantitat de força per unitat de temps, són menys fatigables; per tant, els individus amb un nombre més gran de fibres ST es veuran afavorits com major sigui la durada del test.

	ST	FTa	FTb
Velocitat de contracció	Lenta	Ràpida	Ràpida
Producció de força	Baixa	Intermedi	Alta
Potència	Baixa	Alta	Alta
Resistència	Alta	Intermedi / Baixa	Baixa
Enzims aeròbics	Alt	Intermedi / Baix	Baix
Enzims anaeròbics	Baix	Alt	Alt
Fatigabilitat	Baixa	Intermèdia / Alta	Alta
Vascularització	Alta	Intermedi	Baixa
Diàmetre fibres	Petit	Intermedi	Gran
Densitat mitocondrial	Alta	Intermèdia	Baixa
Activitat ATP-àsica	Baixa	Alta	Alta
Mioglobina	Alta	Baixa	Baixa
Color	Vermell	Blanc (intermedi)	Blanc

Taula 1: tipus de fibres musculars i propietats d'aquestes. (Font: elaboració pròpia a partir de Baechle i Earle, 2000)

Per la seva part, Viladot (2004) hi afegeix el tipus FTc, les quals són fibres indiferenciades que intervenen poc en situacions normals. A més, es coneix que tenen la capacitat de convertir-se en tipus FTa o FTb en funció de les característiques de l'entrenament. Cal afegir que han estat associades a la reinnervació del múscul en cas de lesió.

2.1.4 Propietats del múscul esquelètic

Continuant amb allò referent a les particularitats del múscul esquelètic, és important citar quines són les seves propietats. Tal i com explica Merí (2005), aquestes són:

- **Excitabilitat:** són capaços de contreure's en resposta a estímuls neurològics. En altres paraules, el múscul té la propietat "d'obeir" les ordres del sistema nerviós i perifèric. Segons Izquierdo (2008), el sistema nerviós llança un estímulo que es propaga per vies eferents fins a la perifèria muscular i generar, d'aquesta manera, potencials d'acció que permeten que l'impuls elèctric s'estengui al llarg de tota la fibra muscular.
- **Contractilitat:** tenen la capacitat d'escurçar-se generant força per a realitzar un treball. Fa referència al que s'ha explicat anteriorment, entorn a la formació de ponts creuats d'actina i miosina. Tal i com es veurà a continuació, es tracta d'una qualitat apreciable en l'Squat Jump del Test de Bosco (veure l'apartat 3.2.1).
- **Viscoelasticitat:** propietat de tornar a la seva forma original després d'haver-se contret o estès. Cometti (2005) parla de les conseqüències d'aquesta propietat afirmant que el component conjuntiu en paral·lel aporta una energia addicional a la contracció si es produeix un contramoviment previ. Aquesta propietat es fa patent en la prova del Countermovement Jump del Test de Bosco (veure l'apartat 3.2.3).
- **Extensibilitat:** capacitat d'estirar-se sense lesionar-se. Tal i com indica Cometti (2005) quan el múscul s'estira s'activa el que es coneix com reflex miotàtic, provocant una contracció en sentit contrari a l'estirament. La finalitat d'aquest mecanisme és la d'evitar una lesió muscular i, alhora, fa que el múscul generi una energia aprofitable per a l'esportista. Aquesta propietat s'aprecia clarament en el Drop Jump (veure l'apartat 3.2.5) ja que quan l'atleta toca el terra, després de la caiguda inicial, el treball de frenada activa aquest procés, fet pel qual les alçades que s'enregistren, són majors que en els altres salts.

En la complexitat de la gestualitat esportiva, totes aquestes propietats hi són claus per a que el múscul pugui treballar adequadament. Totes elles seran utilitzades encara que, en funció de quina sigui la situació concreta, algunes hi tindran major incidència que les altres.

Fent referència a Bosco (1994) el metabolisme anaeròbic (alàctic i làctic), les característiques viscoelàstiques del múscul en situació d'*stiffness* i les diferents manifestacions de la força (veure l'apartat 3.1.6), així com la seva velocitat i capacitat per a emmagatzemar i fer ús de l'energia elàstica, esdevindran com a factors determinants en el rendiment del múscul. Per a puntualitzar, el concepte esmentat d'*stiffness* fa referència a la duresa del múscul quan aquest es troba en estat de tensió, fet que li permetrà satisfer amb més rapidesa les demandes d'acció musculars (Wilson, Murphy i Pryor, 1994).

2.1.5 Tipus de contracció muscular

A partir d'aquí i en relació amb el que s'ha explicat anteriorment, cal fer referència als diferents tipus de contraccions que pot realitzar el múscul esquelètic. Tous (1999) explica que a partir de la creació de ponts creuats d'actina i miosina es genera la tensió necessària per a que es produeixi la contracció muscular; en funció de la magnitud d'aquesta respecte la resistència externa, s'estableix una primera classificació entorn a les accions musculars:

- **Isomètrica:** segons la Gran Enciclopèdia Catalana, el prefix “iso-” prové del grec i significa “el mateix” o “igual”, mentre que mètric fa referència a allò relatiu a distàncies o allargades, per tant, isomètric significarà “mateixa allargada”. La tensió produïda pel múscul és igual a la resistència externa, fet pel qual la longitud del múscul no varia. Cal dir que la part contràctil del múscul i l'elàstica en paral·lel s'escurcen, mentre que els components elàstics en sèrie (tendons) s'allarguen.

- Anisomètrica (o dinàmica): segons la Gran Enciclopèdia Catalana el prefix “an-” prové també del grec i indica contrarietat, per tant, el mot anisomètric indicarà el contrari d’isomètric, és a dir, que l’allargada variarà. La tensió muscular és diferent a la resistència externa, per aquest motiu, la longitud del múscul variarà generant moviment a una o vàries articulacions. En aquest cas, els elements contràctils variaran la seva allargada, mentre que els elàstics mantindran la seva forma original. Arribats a aquest punt, es destrien dos tipus de contraccions anisomètriques:

1. Concèntrica: la tensió del múscul és major que la resistència externa. Per tant, aquest escurçarà la seva longitud. A mode d’incís, cal puntualitzar que una contracció concèntrica es podrà donar amb tensió constant (isotònica) en situacions de laboratori o amb tensió variable (anisòtonica).
2. Excèntrica: la tensió muscular és menor que la resistència externa i, per això, tot i que el múscul s’esforça per a contreure’s o mantenir la seva longitud, aquest es va allargant degut a que la tensió generada no pot contrarestar la resistència externa.

En funció del tipus de contracció muscular, es podran donar diferents manifestacions de la força. Com es veurà a continuació, es parla de manifestacions estàtiques com a contraccions isomètriques, de manifestacions actives com a contraccions concèntriques o excèntriques i, finalment, de manifestacions reactives com a cicles d’estirament-escurçament (contracció concèntrica precedida d’excèntrica).

2.1.6 Tipus de manifestacions de la força

Resulta interessant la classificació que presenta Tous (1999) a partir de l’aportació de Vittori (1990) en relació a les manifestacions de la força, a on s’hi contemplen:

- Manifestació estàtica: no existeix un treball mecànic extern, tot i que sí hi és a nivell intramuscular, l'articulació roman immòbil.
- Manifestació activa: s'escurça la part contràctil des de una posició d'immobilitat. Es poden distingir:
 - Força màxima dinàmica: es dóna quan es mou la major càrrega possible en un únic moviment. En cas de mobilitzar càrregues inferiors amb la màxima força, s'anomena força màxima dinàmica relativa.
 - Força inicial: màxima força manifestada al començament d'una contracció muscular amb poc temps. Es podria dir fins i tot que apareix sota condicions isomètriques ja que aquesta esdevé la primera acció muscular de la contracció.
 - Força d'acceleració: apareix quan la tensió muscular supera la càrrega i, en conseqüència, es genera moviment.
 - Força explosiva màxima: capacitat per a produir la major quantitat de força en el mínim temps possible, fet pel qual apareix en accions d'elevada intensitat iniciant-se des d'una posició immòbil dels segments propulsors. En la bateria de salts del test de Bosco, s'observa aquesta manifestació en l'Squat Jump (veure l'apartat 2.2.1).
- Manifestació reactiva: és un cicle doble de treball muscular, és a dir, el cicle d'estirament-escurçament (CEE). Se'n distingeixen:
 - Força elàstico-explosiva (CEE lent): a partir de la força explosiva màxima, s'hi suma el component elàstic. És important que la fase excèntrica no sigui realitzada a alta velocitat. S'aprecia en el CMJ del test de Bosco (veure l'apartat 2.2.3).

- Força reflexe-elàstico-explosiva (CEE ràpid): deriva d'una flexió de les extremitats propulsores amb una amplitud limitada i una velocitat d'execució molt elevada. S'activa el reflex miotàtic, fet pel qual es recluten un gran nombre de fibres musculars. Un exemple en seria el Drop Jump del test de Bosco (veure l'apartat 2.5).

Tous (1999) explica que el test ideat per Bosco pretén valorar les distintes manifestacions de la força que presenta l'individu que s'avalua en el seu tren inferior. Com s'observarà seguidament, la bateria es compon de diverses proves de salt, amb característiques diferents, que permetran estimar aquelles dades que més interessin en cada cas.

2.2 Test de Bosco: índexs i explicació dels salts

Segons Acero (citada en el pròleg de Bosco, 2000), a principis dels anys 80 a Espanya, la gran majoria de coneixement científic referent a l'esport es centrava en la fisiologia de la resistència. D'aquesta manera, quedava relegat a un segon terme l'estudi del camp de la força. Posteriorment, foren les publicacions del Dr. Bosco les que revertiren aquesta situació.

Tant és així que el mateix Acero considera les aportacions científiques i tecnològiques de Bosco com les més revolucionaries en la investigació científica en el camp de l'esport. A partir dels seus estudis, es facilità l'avaluació dels efectes de l'entrenament de les diferents manifestacions de la força que, fins aleshores, sols es podia fer en laboratoris d'investigació de molt difícil accés per part dels usuaris interessats.

El Test de Bosco està compost per una sèrie de salts que, mesurant les alçades assolides, es poden extreure una sèrie de conclusions entorn a les manifestacions de la força que presenta un individu en el seu tren inferior. A continuació, s'explicaran individualment tots aquests salt concretant què és el que valoren, així com quin és el

procediment a seguir, quina és la tècnica indicada i quines consideracions cal tenir en compte en cada cas.

A continuació s'expliquen els salts que componen el test de Bosco detallant la tècnica i la utilitat d'aquests.

2.2.1 Squat Jump (SJ)

El saltador es col·locarà sobre la plataforma amb els genolls flexionats 90° i les mans enganxades a la cintura. Com expressa Padullés (Jornada Interuniversitària Chronojump, 2008), l'angle dels genolls és purament teòric, ja que actualment es tendeix a donar certa llibertat als atletes per tal d'evitar l'efectuació del salt des d'una posició incòmoda (figura 3).

és important també mantenir l'esquena recta. A mode d'aclariment, és important deixar clar que no s'ha de confondre mantenir l'esquena recta amb el fet que estigui en perpendicular amb el terra; el tronc ha d'estar inclinat cap endavant, però s'han d'evitar les curvatures exagerades a la columna vertebral. Cal que es mantingui aquesta posició durant almenys 4 segons per tal que l'energia elàstica que genera el múscul no intervingui. A partir, d'aquí ja es pot fer el salt i s'ha de tenir molt en compte que l'esportista no faci contramoviment i que la caiguda sigui amb cames i peus estirats.

Amb aquest salt es pretén valorar la força explosiva de les extremitats inferiors i la capacitat de reclutament d'unitats motores, donat que és una simple acció concèntrica precedida d'una curta fase isomètrica. Cal afegir que, com anomena Padullés (Jornada Interuniversitària Chronojump, 2008), és una expressió del percentatge de fibres ràpides (FT).

Com expressen Garrido i González (2004), durant la fase de familiarització tècnica i donada la dificultat que pot presentar als esportistes el fet d'iniciar el salt en una posició d'immobilitat total, el Rocket Jump n'és una alternativa vàlida. Aquest, també consisteix en un salt vertical, però des d'una posició inicial d'assegudeta profunda, amb els talons alts i recolzant-se de puntes.

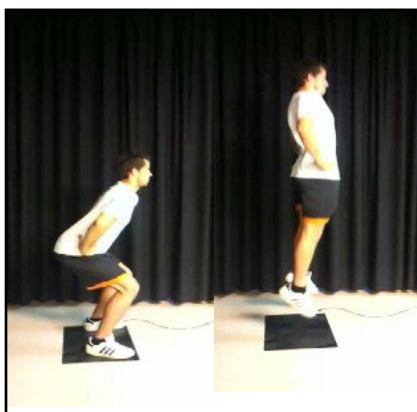


Figura 3: Seqüència SJ (font: elaboració pròpia)

2.2.2 Load Jump (LJ)

Es tracta d'un salt similar a l'SJ, amb la diferència que l'esportista porta un pes addicional sobre la nuca. Aquesta càrrega externa sol ser una barra amb discs i, per aquest fet, s'han de prendre mesures preventives i de control per tal d'evitar lesions. Tous (1999) apunta que, normalment, el pes extern utilitzat és igual al de l'individu o a la meitat del seu pes corporal, arrodonint sempre a l'alça 5 kg.

La seva efectuació es porta sobre la plataforma, amb l'articulació dels genolls doblegada fins als 90° i romanent quiet entre mig i un segon. El salt ha de ser d'esforç màxim per a l'esportista i, a més, aquest ha de caure amb les cames estirades (figura 4).

Doncs, el LJ resulta com un mitjà molt útil a l'hora de valorar la corba força-velocitat. Estima la força dinàmica màxima relativa i, en l'SJ amb el pes corporal, es correlaciona amb la força isomètrica màxima. A més, Padullés (Jornada Interuniversitària Chronojump, 2008) afirma que permet conèixer la capacitat de reclutament d'unitats motores i, també, és una expressió del percentatge de fibres FT.

A partir de la diferència entre l'SJ i el LJ és possible obtenir l'Índex de Bosco, el qual permet relaciona força i velocitat. Com més alt sigui el valor de l'índex, més s'involucrarà el treball de força màxima; mentre que com més baix sigui, més relació hi haurà amb la força velocitat.



Figura 4: Seqüència SJL (font: elaboració pròpia)

2.2.3 Countermovement Jump (CMJ)

El saltador es col·loca sobre la plataforma amb les cames i el cos estirats; les mans estaran enganxades a la cintura. En el moment de realitzar el salt, es farà un moviment de flexió de genolls fins arribar a un angle màxim de 90° aproximadament. A partir d'aquí, l'esportista s'impulsarà sense moure els braços per aconseguir la màxima alçada. No es pot deixar de prestar atenció al fet que la caiguda sigui amb cames i peus estirats (figura 5).

En aquest test, el salt es dona a partir del cicle d'estirament-escurçament (CEE). Bosco (1994) explica que amb aquest salt s'analitza la força explosiva amb reutilització d'energia elàstica i l'aprofitament del reflex miotàtic; així com també la capacitat de reclutament nerviós i la coordinació intra i intermuscular. De la mateixa forma que s'ha anomenat en l'SJ, Padullés (Jornada Interuniversitària Chronojump, 2008) manifesta que aquest test també resulta com una forma d'expressió de les fibres FT.

Per la seva banda, Garrido i González (2004) puntualitzen que el temps d'acoblament ha de ser breu per tal de possibilitar l'aprofitament d'energia elàstica, ja que sinó aquesta es dissipa en forma de calor.

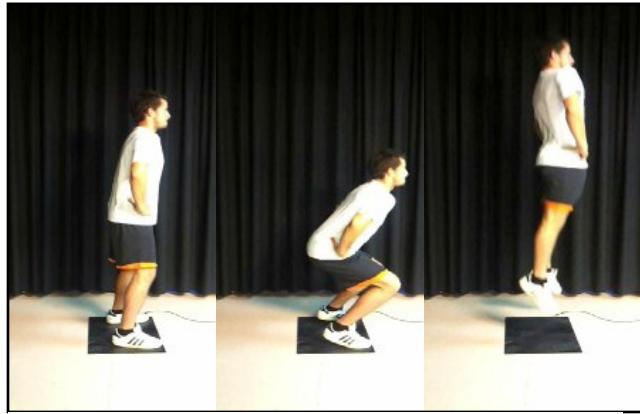


Figura 5: Seqüència CMJ (font: elaboració pròpia)

2.2.4 Drop Jump (DJ)

Aquest salt s'inicia des d'una alçada superior a la plataforma per deixar-se caure sobre aquesta i saltar al màxim en el moment que es toca el terra. Es pot realitzar utilitzant els braços o sense i no hi ha uns límits estipulats per a la flexió dels genolls (figura 6). Generalment es registren els resultats dels salts corresponents a diferents alçades de caiguda i interessa, particularment, l'alçada de caiguda des de la qual s'ha assolit el màxim salt. Una bona manera de passar el test és fer-ho com proposa Tous (1999), és a dir, anar incrementant l'alçada de caiguda de la següent manera: 10cm, 20cm, 30cm, 40cm, 60cm, 80cm i 100cm.

A mode d'apunt, cal fer referència a Bobbert, Huijing i Van Ingen Schenau (1987) ja que en el seu estudi distingeixen dos tipus diferents de Drop Jump: el *Countermovement Drop Jump* (CDJ) on el subjecte flexiona més els genolls en el contacte amb el terra, comparable a un CMJ, i el *Bounce Drop Jump* (BDJ) on es busca la màxima reactivitat quan es produeix el contacte amb el terra.

A partir del Drop Jump es pot conèixer la força explosiva-reactivo-balística pel fet que hi intervenen els reflexes, a més de l'energia generada pel component contràctil i l'elasticitat acumulada. Per la seva banda, Zatsiorsky i Kraemer (2006) afirmen que, degut al fort estirament que reben els músculs en la caiguda, en aquest tipus de salt hi intervenen els mecanismes neurals com els òrgans tendinosos de Golgi i el reflex miotàtic, ajudant a que la contracció posterior sigui més accentuada.

A més, Padullés (2011) afirma que resulta molt útil conèixer des de quina alçada de caiguda s'ha enregistrat el salt més alt, ja que entrenant sobre aquest llindar es pot millorar significativament la força explosiva. Fins i tot, García Manso (2002) manifesta que treballar la pliometria des d'alçades superiors a la que s'ha enregistrat el salt màxim pot resultar útil per a millorar els nivells de força màxima.

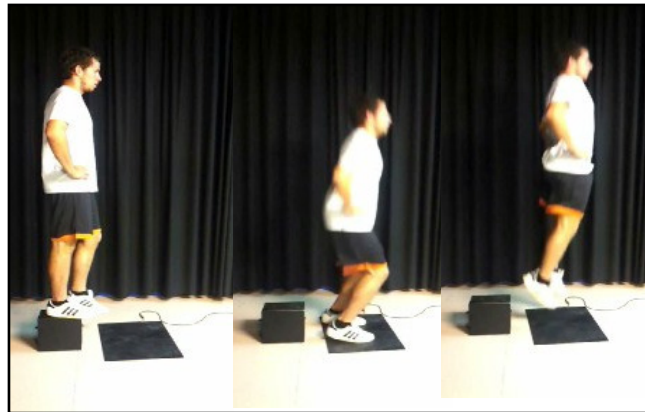


Figura 6: Seqüència DJ (font: elaboració pròpia)

2.2.5 Rebound Jump (RJ)

Tous (1999) explica que aquest test consisteix en una sèrie de salts màxims sense descans. D'aquesta manera pot servir per a mesurar diferents paràmetres en funció de la seva durada. Segons En el cas del test a 15 segons, s'obtindrà el valor de la potència anaeròbica alàctica; mentre que si aquest es perllonga fins als 60 segons, s'estimarà la potència anaeròbica làctica. Cal afegir que amb una petita variant del mateix es podrà valorar també la força reactiva dels extensors del turmell: realitzar el test durant 5 segons saltant sobre la part anterior del peu, tot procurant bloquejar els genolls.

En la bibliografia consultada, no hi ha estipulat una tècnica o un protocol estricte. Alguns autors parlen de arribar a una flexió de 90° graus en cada salt, d'altres creuen que són millors els salts més reactius. A més, tampoc està prou clar si es permet o no la utilització de braços. Allò realment important és que tots els salts siguin màxims.

2.2.6 Test d'Abalakov

Cal tenir en compte que Bosco no contemplava aquest salt dintre de la seva bateria. Però, per motius pràctics, en moltes ocasions també es realitza aquesta prova juntament amb el que es coneix estrictament com a test de Bosco. Originalment, segons Martínez López (2006), aquesta prova es realitzava col·locant un cinturó a la cintura de l'executant, en el qual s'hi lligava una cinta mètrica per un dels seus extrems. Alhora, aquesta última s'enganxava a un aparell de subjecció que deixava sortir la cinta però no que aquesta es recollís de nou. D'aquesta manera, era molt fàcil comprovar l'altura de salt assolida a partir d'una simple resta entre la mesura de cinta que penjava quan l'esportista estava amb els peus a terra i la longitud màxima que havia assolit en el moment més alt del salt. Així, s'obtenien exactament els centímetres que havia saltat l'individu.

Actualment, no cal fer ús de l'aparell explicat anteriorment ja que es disposa de plataformes de contactes i altres sistemes més complexes i moderns. Però, pel fet que en l'antic Abalakov s'hi contemplava la utilització dels braços per assolir una major alçada en el salt, avui en dia s'utilitza el mateix nom quan es fa referència a un salt idèntic al CMJ, però a on s'hi deixen lliures els braços del saltador per tal de conèixer quina és la influència d'aquests (figura 7). És important que quedi clar que es tracta d'un salt que, tot i no ser contemplat per Bosco dintre de la seva bateria, s'utilitza molt ja que les dades que proporciona poden ser molt útils en determinats esports.



Figura 7: Seqüència Abalakov (font: elaboració pròpia)

2.2.7 Altres aspectes: Errades freqüents

Un cop explicat això, cal fer referència als entrevistats, aquests expressaren que, en moltes ocasions, a l'hora de passar el test de Bosco (o d'altres de similars), una dificultat important és la tècnica d'execució. Donat que els gests esportius poc tenen que veure amb els salts específics que se'ls demana en els tests, molt sovint als atletes els costa reproduir amb precisió l'acció que se'ls demana. Particularment interessant resulta l'aportació d'Acero [et al.] (2000) on esmenten un seguit d'errors freqüents relacionats amb la tècnica correcta dels diferents salts:

- Desequilibris del subjecte: els salts s'han d'aproximar a la màxima verticalitat en la seva execució. De forma predominant, els desajustaments afecten a cames, malucs i tronc; exigint un major control psicomotor en els protocols que precisin de varis salts consecutius (RJ).
- Diferents forces entre extremitats inferiors (cama forta / cama dèbil): les característiques funcionals de les estructures del tronc inferior dels subjectes no sempre es troben de forma igualment desenvolupada, fet pel qual es poden desequilibrar o condicionar els resultats obtinguts. Per aquest motiu, pot resultar adient realitzar els salts de forma unilateral per tal d'observar deficiències i poder-hi incidir, tot corregint-les o intentant ajustar-les.
- Augmentar el temps registrat (per la fase aèria o de recepció): un cop es cau sobre la plataforma després d'haver realitzat el salts, molts cops es dona que les cames no estan esteses. Per aquest fet, s'hauria de dir als atletes que prenguin consciència de caure amb els genolls estesos i sobre les puntes del peu.
- Angle de flexió dels genolls: és recomanable que en els protocols de salt d'SJ, CMJ i CMJ as, s'adopti una flexió de genolls de 90°. Lògicament, la correcta posició necessitarà d'un aprenentatge previ.

Resulta evident que per a realitzar aquesta bateria de salts és necessari disposar d'un cert desenvolupament muscular i maduresa neuromuscular, ja que sinó es limiten els resultats fonamentalment en aquells salts en que el temps d'acoblament és molt ràpid (poc temps de contacte després de la caiguda i poca o gens flexió del genoll) com en el cas del DJ. L'entrenament proporcionarà a l'esportista una facilitació neural per una adaptació del reflex miotàtic, fet que es percebrà en uns valors majors obtinguts a partir del salt esmentat.

A més d'això, una altra idea interessant aportada pels entrevistats és el fet de que hi ha d'haver algú controlant que l'execució tècnica del salt és la correcta per tal que les dades extretes siguin fiables i precises. En cas que l'esportista presenti una de les errades explicades anteriorment o una de diferent, caldrà repetir el salt. En aquells atletes que els costi més realitzar l'acció amb la tècnica adient, pot ser de molta utilitat el suport de vídeo, és a dir, filmar-los i que després vegin les seves pròpies errades de forma externa.

2.2.8 Altres aspectes: Factors psicològics

També aparegué en les entrevistes la importància de que els i les atletes mantinguin uns certs nivells de motivació abans de passar aquesta prova (i qualsevol altra), no presentin una motivació escassa o nul·la. Tot i que, com és evident, el fet de passar un test d'aquest tipus s'allunya molt de la pràctica de l'esport en ell mateix, és important que es realitzin les accions amb un esforç màxim per tal que els resultats siguin fiables.

Dintre del component psicològic, entra en joc el paper de l'entrenador, el qual ha de tenir recursos per a motivar als seus atletes. Per la seva banda, García Manso, Navarro i Ruiz (1996) afirmen que la motivació és un aspecte més important del que pot semblar a primera vista i que, aquesta, pot ser reforçada a partir del *feedback* i dels ànims.

És evident que la tècnica del Test de Bosco pròpiament dit s'allunya bastant dels gestos que apareixen en la majoria d'esports, sobretot si es fa referència a esports de situació. Una aportació interessant que aparegué en les entrevistes, és el fet d'afegir algun element extern, encara que això suposi variar lleugerament la tècnica o el protocol establert de la prova. Un exemple seria, en el cas de l'handbol, mesurar la capacitat de

salt utilitzant el mateix Chronojump i hardware corresponent però llançant a porteria realitzant un salt màxim.

Tot i que no pertany a l'àrea estrictament psicològica, García Manso [et al.] (1996) afirma que cal tenir en compte que hi ha unes hores del dia en les quals l'esportista està més predisposat a reaccionar positivament davant d'estímul físics. Tot i que en línies generals les millors hores són les del migdia respecte al matí, la tarda i la nit, cada individu és diferent i pot modificar aquests hàbits d'entrenament.

2.2.9 Càlcul d'índexs

Cal parlar també dels índexs que es poden calcular a partir de les dades obtingudes en el Test de Bosco. Aquests, són el resultat de fórmules matemàtiques que aporten una informació que no es pot conèixer si es té en compte només una prova. A continuació es detallen els més importants i representatius:

- Índex de Bosco: explicat a Bosco (1994), s'extreu a partir del resultat de l'Squat Jump i el Load Jump (SJpc) amb una càrrega equivalent al 100% del pes corporal. Simplement s'ha de dividir el resultat obtingut en el Load Jump entre el del Squat Jump ($SJpc / SJ$). Segons Bosco (2000) aquest índex relaciona la capacitat de generar força amb la velocitat a la qual aquesta es manifesta.
- Índex d'utilització de braços: pretén valorar quina és l'aportació dels braços en el gest del salt. Com expliquen Garrido i González (2004), simplement es tracta d'aplicar la següent fórmula: $(ABK - CMJ) / CMJ \times 100$.
- Índex d'elasticitat: valora la capacitat d'emmagatzemar energia elàstica en la fase excèntrica prèvia al salt. Ideada per Bosco [et al.] (1983, citat a Villa i García-López, 2003), la fórmula és la següent: $[(CMJ - SJ) / SJ] \times 100$.
- Índex de reactivitat: segons Bobbert (1990) relaciona dos salts amb contramoviment a diferents velocitats: el CMJ més lent i el DJ més ràpid.

D'aquesta manera, es coneixerà la contribució del reflex miotàtic. La fórmula és la següent: $[(DJ - CMJ) \times 100] / CMJ$.

- Índex de resistència a la força ràpida: explicat a Bosco (1994) quantifica el percentatge d'alçada respecte el salt màxim que es pot mantenir durant una sèrie de salts repetits. La fórmula és la següent: $(RJ \times 100) / CMJ$.
- Una última fórmula, expressada també a Bosco [et al.] (1983 citat a Villa i García-López, 2003), és la que s'utilitza per a calcular la potència mecànica externa. La fórmula és la següent: $P = (g^2 \times Tv \times Tt) / (4 \times n \times (Tt - Tv))$. "P" es refereix a potència en Wats/kg, "g" és l'acceleració de la gravetat en m/s^2 , "Tv" fa referència al temps de vol en segons, "Tt" és el temps total de la prova i "n" el nombre total de salts.

2.3 Chronojump Boscosystem

El salt, com a habilitat motriu bàsica, per la seva ineludible presència dintre de l'àmbit del rendiment esportiu esdevé força important com per a obviar-ho. De Blas [et al.] (1999) expressen que, en funció de les necessitats de cada disciplina esportiva, la capacitat de salt dels esportistes serà un paràmetre a controlar a l'hora d'avaluar la seva disposició condicional. Per això, són varis els dispositius de control que existeixen en l'actualitat; entre tots aquests, ens centrarem en el Chronojump Boscosystem i la seva utilitat.

2.3.1 Chronojump Boscosystem: Programari lliure i gratuït

És important tenir en compte que aquest software és lliure. Segons Stallman [et al.] (2002), el software lliure és aquell que pot ser estudiat per qualsevol usuari amb coneixements de programació. A més, aquest pot ser compartit, millorat i redistribuït; és a dir, es pot dir que té un caràcter de reproductibilitat, i això fa que el seu cost tendeixi a ser zero o molt baix.

De fet, qualsevol persona pot obtenir el Chronojump de forma gratuïta. A pesar d'això, per a començar a realitzar els testos, es necessitarà també la plataforma de contactes i la Chronopic que, tot i tenir un cost, és un material realment econòmic comparat amb altres instruments fets servir en el control i la valoració de la part condicional de l'esportista.

2.3.2 Utilitat i funcionament del Chronojump Boscosystem

De Blas (2005) defineix el Chronojump com un sistema de medició, gestió i estadística de les fases temporals del salt. Aquest, està conformat per una plataforma de contactes capaç d'enregistrar dues dades: "subjecte sobre la plataforma" i "subjecte fora de la plataforma". Aquesta plataforma va unida a un cronòmetre (Chronopic) que cronometra el temps que el subjecte està sobre la plataforma i el temps que no hi està en contacte, és a dir, que es troba en fase de vol. Aleshores, es transmeten aquestes dades al software de l'ordinador que, a través de la fórmula que es presenta a Bosco, Luthanen i Komi (1983) s'obté l'alçada assolida en el salt.

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

Fórmula per a calcular l'alçada d'un salt en metres: "h" representa alçada, "g" acceleració de la gravetat en m/s i "Tv" temps de vol.

Tenint en compte la base d'aquesta metodologia d'avaluació, Buscà i Font (2011) afirmen que les plataformes de contacte amb el cronòmetre són un sistema de contacte que proporciona també dades útils en el control d'accions relacionades amb la velocitat, i no únicament amb els salts.

Per tant, aquest programa resulta molt útil per a la posada en pràctica dels tests proposats per Bosco explicats anteriorment. Segons Cometti (1998), el Boscosystem és un sistema per a mesurar la potència del tren inferior prenent com a referència el temps de suspensió; a partir d'aquest, s'obté l'elevació del centre de gravetat. Consisteix en un cronòmetre a la mil·lèsima connectat a un tapís o plataforma que posa en funcionament

i atura el propi cronòmetre. Per la seva banda, Tous (1999) afegeix que en alguns tests de la bateria de Bosco també es registren els temps de contacte i la potència mecànica desenvolupada.

Segons Bompa (2004), el concepte de potència fa referència a la qualitat del sistema neuromuscular necessària per a produir la major força possible en el temps més curt. A mode d'aclariment i de forma més relacionada amb la física, Ortiz [et al.] (1999) defineixen la potència com el producte de la força per la velocitat del moviment; aquesta és mesurada amb watts. Segons Lara [et al.] (2005), els tests de salt vertical són utilitzats amb freqüència per avaluar la potència extensora de les extremitats inferiors, principalment en aquells esports que impliquin salts o canvis ràpids de posicionament.

Cal dir que aquest programa destaca per la seva versatilitat ja que ofereix la possibilitat de posar en pràctica altres tests com les curses i curses per trams utilitzant dues plataformes de contactes que fan la funció de cèl·lules fotoelèctriques (o fins i tot fent servir les pròpies cèl·lules en lloc de la plataforma), tests per avaluar la velocitat de reacció, proves de control del ritme corporal i, fins i tot, permet connectar diversos Chronopics per a mesurar allò que l'usuari desitgi.

A pesar d'això i com ja s'ha esmentat, una de les virtuts d'aquest programa és el fet que, tot i tenir uns tests estipulats (test de Bosco, diferents curses, etc.), ofereix l'opció de realitzar salts lliures i crear noves proves per tal que aquells usuaris que ho desitgin puguin portar-les a la pràctica tot i que en un principi el programa no les contemplés. Fins i tot resultaria interessant fer arribar les pràctiques dissenyades per un mateix als gestors del programa, per tal de que, si ho consideren oportú, les puguin incloure en el software de cara a actualitzacions futures.

A més, és important destacar una característica més d'aquest sistema de medicció: el *feedback*. Referint-se al Ergopower, Tous (1999) explica que quan un esportista es troba entrenant, és difícil assegurar que s'estigui generant l'estímul d'entrenament adequat pel que es pretén aconseguir. Per a posar solució a aquesta problemàtica, el Chronojump permet, en els tests de salts reactius i curses per trams, delimitar uns marges referents al temps de vol i temps de contacte en el primer cas, i al temps per tram a les curses.

D'aquesta manera, es pot indicar al programa que quan el salt o el tram de cursa sigui portat a terme dintre dels paràmetres establerts, soni un estímul auditiu positiu i, en cas contrari, en soni un de negatiu. Aquesta possibilitat permet conèixer als esportistes el seu rendiment i si s'està treballant de la manera que es desitja en temps real. A més, segons Romero i Tous (2010) s'aconsegueix també, a través d'aquests estímuls, una major motivació i implicació dels individus en els exercicis. Val la pena citar també a Godoy (1994) ja que afirma que el *feedback* pot incidir positivament en els processos de percepció, en l'atenció posada en la tasca, en el manteniment de nivells adequats d'alerta i, fins i tot, en la regulació de processos fisiològics de gran importància en l'activitat física.

Un altre aspecte important, és la possibilitat de gravar els salts en vídeo utilitzant la càmera de l'ordinador. No cal dir que això esdevé una eina molt útil ja que facilitarà la detecció d'errades tècniques que puguin esbiaixar les dades obtingudes en les proves. Així mateix, segons Weinberg i Gould (2010), el fet que un mateix vegi les seves errades en vídeo pot ser de molta ajuda per a corregir-les; d'aquesta manera, si un atleta realitza incorrectament de forma persistent alguna de les proves, ensenyar-li el vídeo, pot suposar una manera fàcil i ràpida de que prengui consciència i aquesta sigui corregida.

Resulta evident que per tal que els resultats obtinguts en els tests resultin precisos, prèviament s'haurà d'haver assimilat i integrat la tècnica adient d'aquell tipus de salt. Palao, Saenz i Ureña (2001) parlen de la importància de familiaritzar l'esportista amb l'execució tècnica correcta per aconseguir els màxims i més fiables exponents de les manifestacions de la força que es vulguin controlar i valorar.

2.3.3 Validació i fiabilitat del Chronojump Boscosystem

És important fer referència a aquells aspectes relatius a la validació del Chronojump Boscosystem com a instrument per al control i valoració de la força. Tot i que en la Tesi Doctoral que presentarà el mateix autor durant el pròxim mes de juny es discuteix amb profunditat aquest tema, resulta interessant esmentar algunes evidències que avalen la qualitat del Chronojump Boscosystem com a eina que aporta mesures fiables i precises:

- Pel que fa al cronòmetre Chronopic, aquest fou presentat i validat en el congrés de l'American College of Sports Medicine (ACSM) de Seattle al 2009.
- En quant a les plataformes de contactes, l'autor i col·laboradors del programa recomanen un model concret i especifiquen la seva construcció. Per altra banda, qualsevol usuari és lliure de fabricar-se la seva pròpia plataforma. En la Tesi Doctoral pendent de presentació esmentada anteriorment, aquest model concret de plataformes, fabricat en fibra de vidre, serà validat; deixant, d'aquesta manera, altres construccions a responsabilitat dels seus autors.
- Referent al software, pel fet de ser de codi obert, qualsevol persona pot verificar el seu funcionament intern. A més, el nombre creixent d'usuaris, és un aval més de la validesa d'aquest programa, ja que aquests comuniquen a l'autor possibles millores o canvis a fer en el programa.

Per tant, tot i que el Chronojump Boscosystem ja mostra prou garanties del seu correcte funcionament, es podria dir que aquest està en procés de ser validat científicament. Com ja s'ha esmentat, la Chronopic ja rebé l'aprovació d'una institució de prestigi com l'ACSM i la plataforma i el software, s'espera rebin un reconeixement similar pròximament.

2.3.4 Altres instruments de control i valoració: MuscleLab

A mode d'apunt, també es pot dir que a banda del programa Chronojump Boscosystem, la majoria dels experts entrevistats també es serveixen del MuscleLab. Aquest, permet detectar i amplificar quasi bé tots els processos biològics que tenen lloc en la contracció muscular. Tot i que aquest aparell presenta avantatges significatives respecte el Chronojump Boscosystem, ja que és capaç d'enregistrar un nombre major de dades i permet treballar amb més aparells, aquest últim també pot resultar més útil en determinades situacions. En primer lloc, cal destacar la gran diferència de preu entre els dos essent el Chronojump molt més assequible. A més, resulta interessant també el fet que el Chronojump enregistra la velocitat inicial que presenta el subjecte en el salt. Una última diferència entre aquestes dues tecnologies és el fet que el Chronojump inclou una

base de dades accessible per a tots els seus usuaris on s'hi poden pujar els resultats enregistrats, permetent això fer comparacions entre esportistes.

3 Conclusions

Per tal de concloure amb el present document, s'anomenaran un seguit d'aspectes a destacar en relació a l'elaboració del mateix, la metodologia seguida i el nivell de consecució dels objectius plantejats. Així doncs, cal subratllar:

- Com s'ha fet constància al llarg del treball, l'objectiu fonamental entorn al qual es conformava aquest era el de desenvolupar 10 pràctiques al voltant de la utilització de la tecnologia lliure Chronojump Boscosystem per aprendre a analitzar les manifestacions de la força a partir del salt. Es pot dir que s'ha assolit l'objectiu en la seva totalitat ja que el dossier de pràctiques ha estat efectuat dintre dels marges previstos. Falta comprovar la seva eficàcia i s'espera fer-ho pròximament.
- A més, s'ha elaborat el document de vídeo a mode de suport de les pràctiques anunciades anteriorment de la forma esperada.
- Pel que fa a la metodologia que es va preparar inicialment, s'ha pogut realitzar el seu seguiment dintre de les pautes marcades. No obstant, val a dir que en un principi es pensava que el procés d'entrevistes a experts en la matèria resultaria com un dels apartats fonamentals del treball, fet que després, així com s'ha anat desenvolupant el document, no ha estat de la manera prevista ja que s'ha prestat més atenció a la revisió bibliogràfica i al dossier de pràctiques per a l'aprenentatge de l'eina Chronojump.
- Donat que el treball que es presenta no implica un procés d'investigació científica, es fa difícil extreure unes conclusions clares. L'únic que es pot dir és que s'ha elaborat el dossier que es tenia previst. Es preveu que en un futur pròxim es pugui comprovar l'eficàcia d'aquest document fent unes primeres proves experimentals.

Agraïments

No ens agradaria concloure aquest treball sense fer una sèrie d'agraïments a les persones que l'han fet possible. Primerament, donar les gràcies als experts en preparació física que ens van atendre per a entrevistar-los: Ernest Baiget, Jordi Coma, Jaume Vives i Cédric Thyus. Menció apart mereix José Luis López que, a part de ser un altre dels entrevistats, també ens ha estat de gran ajuda resolent nombrosos dubtes que van sortir al llarg de la realització del treball i prestant-nos documents i llibres importants de la seva biblioteca personal.

Agrair també a Xavier Peña haver estat el tutor del treball amb la inversió de temps que això suposa. Cal recordar també que ell va ser, en un primer moment, qui va aportar la iniciativa i ens va posar en contacte amb el dissenyador de la tecnologia Chronojump Boscosystem.

Per últim, un agraïment molt especial per Xavier de Blas que des del primer moment va dipositar la seva confiança en nosaltres i ha dedicat un gran nombre d'hores del seu temps per atendre'ns.

4 Referències bibliogràfiques

- ACERO, R.M. [et al.]. “Fuentes de variación en la investigación de las capacidades de salto y carrera rápida en escolares”. *INFOCOES*, 2000, vol.5, núm. 1, p. 59-71.
- BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Leeds: Human Kinetics, 2000.
- BANGSBO, J. *Fútbol: entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo, 2002.
- BARBANY, J.R. *Alimentación para el deporte y la salud*. Barcelona: Martínez Roca, 2002.
- BEAN, A. *La guía completa de la nutrición del deportista*. Badalona: Paidotribo, 2006.
- BILLAT, V. *Fisiología y metodología del entrenamiento: de la teoría a la práctica*. Barcelona: Paidotribo, 2002.
- BOBBERT, M.F. “Drop dumping as a training method for jumping ability”. *Sports Medicine*, 1990, vol. 9, núm. 1, p. 7-22.
- BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A. i VAN INGEN SCHENAU, G.J. “Drop Jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping”. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1987, vol. 19, núm. 4, p. 332-338.
- BOMPA, T. *Periodización del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo, 2004.

- BOSCO, C. *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. Barcelona: INDE, 2000.
- BOSCO, C. *La valoración de la fuerza con el Test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo, 1994.
- BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. “A simple method for measurement of mechanical power in jumping”. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1983, vol. 50, n. 2, p. 273-282.
- BOSCO, C. “Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco”. *Apunts. Medicina de l'esport*, 1987, vol. 24, núm. 93, p. 151-156.
- BUSCÀ, B.; FONT, A. “A Low-Cost Contact System to Assess Load Displacement Velocity in a Resistance Training Machine”. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2011, núm. 10, p.472-477.
- COMETTI, G. *La pliometría*. Barcelona: INDE, 1998.
- COMETTI, G. *Los Métodos Modernos de Musculación*. Badalona: Paidotribo, 2005.
- DE BLAS, X. [et al.]. “Programa informático para la medición y gestión de tiempo de vuelo y tiempo de contacto durante el salto”. *Actes del 4t Congrés de les Ciències de l'Esport, l'Educació Física i la Recreació*, 1999, p.489-498.

- DE BLAS, X. *Memoria del Proyecto Chronojump: Master Internacional en Desarrollo de Aplicaciones en Software Libre* [en línia]. Barcelona: UOC, 10 de setembre de 2005. [Consulta: 30 de març de 2012]. Disponible a: <http://projects.gnome.org/chronojump/articles/proyecto_final_master_chronojump.pdf>
- DE BLAS, X.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, J. *Proyecto Chronojump: Sistema de Medida de la Capacidad de Salto usando Software i Hardware Libres* [en línia]. La Corunya: Actas I Congreso de Tecnologías del Software Libre, 2005. [Consulta: 30 de març de 2012]. Disponible a: <http://projects.gnome.org/chronojump/articles/chronojump_sistema_de_medida_congreso_gpul.pdf>
- FORTEZA, K.; COMELLAS, J.; LÓPEZ DE VIÑASPRE, P. *El entrenador personal*. Barberà del Vallès: Hispano Europea, 2011.
- GARCÍA MANSO, J.M. *La Fuerza*. Madrid: Gymnos, 2002.
- GARCÍA MANSO, J.M. [et al.]. *Planificación del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos, 1996.
- GARCÍA MANSO, J.M.; NAVARRO, M.; RUIZ, J.A. *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física*. Madrid: Gymnos 1996.
- GARRIDO, R.P.; GONZÁLEZ, M. *Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel* [en línia]. Buenos Aires: Efdeportes, noviembre de 2004. [Consulta: 20 de febrer de 2012]. Disponible a: <www.efdeportes.com/efd78/bosco.htm>

- GODOY, J.F. “Biofeedback y deporte: potenciales líneas de actuación”. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 1994, vol.1, p. 117 – 128.
- GONZÁLEZ BADILLO, J.J.; GOROSTIAGA, E. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: INDE, 1997.
- GONZÁLEZ BADILLO, J.J; RIBAS, J. *Bases de la Programación del entreno de fuerza*. Barcelona: INDE, 2002.
- GONZÁLEZ GALLEGO, J.; SÁNCHEZ COLLADO, P.; MATAIX, J. *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje*. Madrid: Díaz de Santos, 2006.
- IZQUIERDO, M. *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid: Médica Panamericana, 2008.
- LARA, A.J. [et al.]. “Medición directa de la potencia con tests de salto en Voleibol Femenino”. *Archivos de Medicina del Deporte*, 2005, núm. 106, p. 111-120.
- LÓPEZ CHICHARRO, J.; FERNÁNDEZ VAQUERO, A. *Fisiología del Ejercicio*. Madrid: Médica Panamericana, 2008.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, E.J. *Pruebas de aptitud física*. Badalona: Paidotribo, 2006.
- MERÍ, A. *Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid: Médica Panamericana, 2005.

- Mombaerts, E. *Fútbol: del análisis del juego a la formación del jugador*. Barcelona: INDE, 2000.
- Ortiz, V. [et al.]. *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. Barcelona: INDE, 1999.
- Padullés, J.M. “Valoración de los parámetros mecánicos de la carrera. Desarrollo de un nuevo instrumento de medición”. Tesis Doctoral. Barcelona: INEFC, Universitat de Barcelona, 2011.
- Padullés, J.M. Jornada Interuniversitària Chronojump. Vic (Barcelona), 19 d’abril, 2008.
- Palao, J.M.; Saenz, B.; Ureña, A. “Efectos de un trabajo de aprendizaje del ciclo de estiramiento – acortamiento sobre la capacidad de salto en Voleibol”. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2001, núm. 3, p. 163-176.
- Romero, D.; Tous, J. *Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento óptimo*. Madrid: Médica Panamericana, 2010.
- Stallman [et al.]. “What is copyleft”. *Free software foundation*, 2002.
- Tous, J. *Nuevas Tendencias en Fuerza y Musculación*. Barcelona: Ergo, 1999.
- Viladot, A. *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Barcelona: Masson, 2004.

- VILLA, J.G.; GARCÍA-LÓPEZ, J. *Test de salto vertical (I): Aspectos funcionales* [en línea]. RendimientoDeportivo.com, 2004. [Consulta: 25 d'abril de 2012]. Disponible a: < <http://www.rendimientodeportivo.com/web/N006/Artic029.htm>>
- VITTORI, C. "L'allenamento della forza nello sprint". *Atletica Studi*, 1990, vol.21, núm. 1, p. 3-25.
- WEINBERG, R.S.; GOULD, D. *Fundamentos de Psicología del Deporte y del Ejercicio físico*. Madrid: Médica Panamericana, 2010.
- WEINECK, J. *La Anatomía Deportiva*. Badalona: Paidotribo, 2007.
- WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Badalona: Paidotribo, 2010.
- WILSON, G.J.; MURPHY, A.J.; PRYOR, J.F. "Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric and concentric performance". *Journal of Applied Physiology*, 1994, vol. 76, núm. 6, p. 2714-2719.
- ZATSIORSKY, V.M.; KRAEMER, W.J. *Science and Practice of Strength Training*. Leeds: Human Kinetics, 2006.