

AVALUACIÓ DE L'EFECTE CAUSAT SOBRE ELS VALORS DE POTÈNCIA ENTRE UN PROTOCOL D'ENTRENAMENT AMB CÀRREGUES BAIXES I UN AMB CÀRREGUES SUBMÀXIMES

Treball Final de Grau en Ciències de
l'Activitat Física i de l'Esport

Pedro Puigserver Bennàssar

Tutor: José Luis López

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

Universitat de Vic

Vic, maig de 2014

Resum

L'objectiu d'aquest estudi és comparar els efectes que produeixen un protocol d'entrenament orientat amb càrregues lleugeres (40%-60% 1RM) i un protocol d'entrenament amb càrregues altes submàximes (90% 1RM), sobre els nivells de potència muscular. L'estudi ha analitzat a 12 futbolistes masculins pertanyents al mateix equip ($22,1 \pm 2,9$ anys, $72,2 \pm 6,8$ kg, $1,77 \pm 0,15$ m). Els exercicis analitzats foren el $\frac{1}{2}$ squat i el press banca. També es va utilitzar un grup control. Els resultats ens van mostrar que el grup d'entrenament amb càrregues lleugeres va obtenir unes millores més considerables sobre els valors de potència (W) en 40% i 60% 1RM i per altre banda en el grup d'entrenament amb càrregues submàximes es van produir uns increments de potència més alts en càrregues altes (80% 1RM). Els resultats referents a la velocitat mitjana (m/s), es van produir de manera més considerable en el grup que va realitzar el treball amb càrregues lleugeres, en totes les intensitats analitzades.

Paraules clau: potència, força explosiva, velocitat, intensitat, entrenament.

Abstract

The aim of this study is to compare the effects that produce a protocol oriented training with light loads (40%-60% 1MR) and a protocol training with high loads (90% 1MR), on levels of muscle power. The study analyzed 12 male players from the same team ($22,1 \pm 2,9$ years old, $72,2 \pm 6,8$ kg, $1,77 \pm 0,15$ m). The exercises analyzed were $\frac{1}{2}$ squat and bench press. We also used a control group. The results showed that the light loads group training obtained further substantial improvements on the power values (W) in 40% and 60% 1MR. In addition, the high loads group training there were some increases in strength at higher high loads (80% 1MR). The results concerning the average velocity (m/s), there were more significant in the group that performed the work with light loads, in all intensities tested.

Key words: power, explosive strenght, velocity, intensity, training.

Índex

	Pàg.
1. Introducció	5
2. Justificació	7
3. Hipòtesi.....	7
4. Marc teòric	9
5. Metodologia	19
6. Resultats.....	24
7. Discussió	27
8. Conclusions	30
9. Bibliografia.....	32

1. Introducció

El concepte de força, ve molt remarcat per les controvèrsies que ens hi hem anat trobant durant els anys sobre la definició com a concepte global. En la literatura ens hi podem trobar tantes definicions com autors que s'hi han dedicat a definir-la, això ja ens dóna un cop de mà a poder reflexionar sobre la magnitud de l'escala de diferències que s'han pogut considerar en el món de la investigació de la força.

Ja es sap que la ciència existeix gràcies a que no es creu amb el que s'està creient, per això els científics necessiten experimentar en base als resultats que n'extreuen els seus "col·legues". Sabent que en les aportacions que ens ofereixen els autors trobem un gran recull de definicions, on tenim l'oportunitat d'escollir la que ens agradi més, ja no parlem de les diferents aportacions que ens proporcionen els científics sobre com podem treballar els diferents mètodes de la força depenent dels objectius i finalitats desitjades.

Fins que no vaig començar a emprendre els meus estudis relacionats amb l'activitat física, no vaig començar a saber de la verdadera utilitat de la força, viatjant unes dimensions més lluny de la seva funció purament estètica i transitòria. Quan vaig començar la carrera de CAFE a l'Uvic, vaig tenir la sort de topiar amb un professorat que m'ha aportat els coneixements de l'entrenament esportiu més enllà del que ens trobem als llibres, ajudant-me a desaprendre i aprendre tant sobre aquest món, que vaig aconseguir que la meua relació amb l'entrenament sigui un contínuum de indagació i ganes de voler saber el "perquè".

Arrel d'aquí neix la meua inspiració per la realització d'aquest estudi, el meu interès en voler desvelar molts dubtes, ha sigut la conseqüència de l'augment d'incertesa, és per això i perquè, ni la literatura ni els principals pioners del món de la força, en els moments que hagi pogut gaudir de la seva companyia, poden aclarir amb exactitud i a ciència certa quin de tots és el millor mètode per sofrir unes adaptacions positives en els nivells de potència d'un esportista. Tot es queda en que no hi ha un mètode millor que l'altre, en termes universals,

sinó una correcte sinergia i distribució dels estímuls que oferirem als nostres esportistes.

Aquest estudi, es basa en una investigació que busca, sinó més bé, donar unes idees sobre quin dels mètodes d'entrenament (càrregues lleugeres i càrregues altes), poden oferir uns símptomes de manera més eficaç sobre els valors de potència en els esportistes analitzats.

Els objectius d'aquest treball són:

- a. Determinar els efectes adaptatius dels diferents mètodes d'entrenament treballats en l'estudi.
- b. Avaluar la potència de l'esportista amb material que està a l'abast de tothom.

El treball està distribuït amb un marc teòric, que ens dóna un ventall conceptual sobre el món de la força basant-se en estudis que puguin estar relacionats amb el tema, així com propostes teòriques de varis autors. Després tenim l'apartat de metodologia, en el qual surt reflectit, pas a pas, tot el procediment de la investigació, exposant quina ha sigut la mostra i les seves característiques, amb la finalitat de no deixar cap dubte sobre el procés. Tot seguit hi trobem l'exposició de les dades, expressades amb gràfiques i amb una explicació de manera textual. És a la part final del document, on ens trobem amb una discussió sobre els resultats i unes conclusions, sense deixar de banda les possibles línies de futurs estudis.

2. Justificació

Les conclusions extretes a l'article de Balsalobre et al. (2012), ens diuen que hi ha una associació molt significant entre potència màxima i força màxima de tren inferior en els atletes analitzats. Gràcies a això, i tenint en compte aquestes dades, ens dóna peu a investigar sobre el tema per veure amb la major exactitud possible, tot i la relació entre aquets dos mètodes, quins d'ells és el més eficient.

La importància d'aquest estudi recau en la dificultat que tenim molts cops en determinar quin és el millor mètode per treballar la potència, ja que són molts els autors que donen diferents opinions referents al tema. Sense anar més lluny, Newton (1997) en la seva tesi ens parla de la importància d'implantar una gama de metodologia que abordi els components de "*Rate of Force Development*", CEA i la coordinació inter-muscular. Mentre que Naclerio i Jimenez (2007) ens diuen que els entrenaments amb càrregues lleugeres, realitzats a velocitats màximes, i l'entrenament explosiu amb càrregues altes, aconseguixen resultats similars sobre els valors de potència. Duthie, Young i Akiten (2002), en un estudi que varen realitzar sobre el rendiment del SJ, ens diuen que el contrast de càrregues és l'entrenament més avantatjat per les millores de potència, però sempre que els esportistes posseeixin uns nivells de força considerables.

Per això, en aquest estudi, intentarem apropar una idea de treball, avalant la importància del mateix, sabent que la capacitat física de la força és present com a qualitat indispensable en qualsevol esport i, fins i tot, a la vida diària.

3. Hipòtesi

Segons Van Campenhoudt (1992), les hipòtesis proporcionen a la investigació un fil conductor bastant eficaç. Aquest mateix autor també ens diu que la hipòtesis aporta el criteri de selecció de dades anomenades "pertinents", d'aquesta manera les hipòtesis asseguren la coherència en les parts del treball. (Van Vampenhoudt, 1992).

Són moltes les referències que hi trobem a la literatura així com són molts els anys que fa que els autors defensen la teoria de la dificultat que representa l'aportació d'adaptacions a la velocitat contràctil mitjançant l'entrenament. Per això, la nostra hipòtesi sobre aquest estudi, ens dona a entendre que el treball de força, realitzat amb càrregues submàximes (90% 1RM), serà el que obtindrà unes majors adaptacions sobre els valors de potència amb càrregues altes de l'esportista.

Tot i que Bosco, C. (1991) ens diu que quan es mouen pesos oscil·lant al 90% de l'1RM, la velocitat aconseguida és baixa i, per tant, la potència produïda no serà mai màxima. Direm que aquest tipus d'entrenament és el que recluta un major nombre d'unitats motores (fibres de contracció lenta i ràpida), tenint així uns majors beneficis a nivell de coordinació intramuscular, degut a les seves demandes de força que s'exigeix en cada execució.

Per altre banda, l'entrenament de potència amb càrregues lleugeres, és el que, segons Cometi (1998), provoca un major nombre de millores de la hipertròfia intermuscular, sempre que es treballi imitant lo millor possible els gestos específics de la competició.

Però fent referència a un tipus d'entrenament amb exercicis de nivell d'aproximació general i amb una caracterització de cadena cinètica tancada ($\frac{1}{2}$ squat i press banca), al qual anirà enfocat aquest estudi, sabem que amb una preparació esportiva amb càrregues baixes i velocitat màxima, obtenim un menor nombre d'unitats motores reclutades, encara que totes elles siguin caracteritzades com a ràpides. És per aquest motiu, que es pot considerar la predicció de que s'obtidran unes millores més contundents dels valors de potència amb càrregues baixes, pel que fa al grup que porti a terme el protocol d'entrenament amb càrregues orientades a la potència, mentre que el grup que treballi amb càrregues submàximes, possiblement obtindrà uns guanys més considerables de treball mecànic i potència desenvolupada amb càrregues altes.

4. Marc teòric

La força és una qualitat indispensable pel rendiment de qualsevol esportista, independentment del tipus d'esport practicat. A més Stiff i Verkoshansky (2000), declaren el concepte de força com a qualitat fonamental per a qualsevol ésser humà, anant més enllà d'una dimensió de la persona únicament com a esportista. A més Kuznetsov (1989), relaciona el concepte de força com a condicionant total de realitzar moviments amb eficàcia, ja que la quantitat d'energia que tinguem al múscul, serà raó vital de la nostra capacitat de moviment.

Gonzalez Badillo i Gorostiaga (1995), defineixen la força com la capacitat que té el múscul per produir tensió, quan aquest es contreu, obviant així, les condicions en la que es produeix aquesta activitat.

Per altra banda hi ha una definició més completa de Grosser i Müller (1989), la qual ens fa referència a la capacitat del sistema neuromuscular de superar una resistència externa, la capacitat d'actuar en contra de la mateixa, així com la capacitat de mantenir aquesta resistència externa estàtica. Per tant, aquests autors fan referència als 3 tipus de contraccions: concèntrica, excèntrica i isomètrica.

Pel que fa a les manifestacions de la força, Tous (1999) ens diferencia a grans trets entre dos tipus de força:

- Manifestació estàtica: Quan hi ha contracció muscular, però no existeix treball mecànic extern. Es diferencien en dos tipus:
 - Força estàtica màxima: Es quan el subjecte realitza una contracció màxima voluntària contra una resistència insalvable.
 - Força estàtica submàxima: Es quan el subjecte realitza una contracció submàxima voluntària contra una resistència superable.

- Manifestació activa: Es quan es produeix activitat muscular amb un simple cicle de treball muscular, sense contramoviments. Aquí hi trobem les següents manifestacions:
 - Força màxima dinàmica: És aquella que apareix quan es mou la major càrrega externa possible, sense limitacions temporals i en un sol moviment.
 - Força inicial: Segons Tidow (1990), és aquella que es produeix durant els primers 30-50ms de contracció.
 - Força d'acceleració: És la capacitat de generar força el més ràpidament possible, una vegada la contracció ja ha començat.
 - Força explosiva màxima: És la capacitat del sistema neuromuscular de generar la màxima força en el menor temps possible.

Aquest treball anirà enfocat, totalment, en la part de manifestacions actives, ja que no es tindrà en compte, en cap moment, l'activitat muscular sense moviment mecànic extern. Sabent això i com diuen varis autors, la força inicial és molt difícil d'entrenar, ja que ve molt determinada per les característiques innates del sistema neuromuscular, així com tampoc hi ha una correlació entre la força inicial i les altres dues manifestacions (Tous 1999; Verkoshansky 1996). Per tant, les manifestacions treballades en l'estudi i en les que hi haurà anàlisis sobre els seus resultats, serà la força màxima dinàmica (la qual surt anomenada en aquest estudi com a submàxima), la força d'acceleració i la força explosiva màxima.

L'entrenament d'esforços submàxims consisteix en treballar dins d'un rang de càrregues properes al màxim que es pugui aixecar, per això s'aconsegueix reclutar un major nombre d'unitats motores i amb conseqüència millorar l'hipertrofia intramuscular (Tous 1999). Segons Zatsiorsky (1992), la intensitat sempre hauria d'estar propera al màxim, sense tenir en compte les condicions que puguin generar un estrès competitiu, ja que el valor màxim d'intensitat en competició podrà ser una mica superior que en el de l'entrenament (veure figura 4-1), suposadament, això pot ser degut a l'excitació que pugui tenir

l'esportista durant la prova competitiva. És a dir, Zatsiorsky (1992), ens diferencia el màxim pes que un esportista podria aixecar en competició, tenint en compte l'estrès emocional, i el màxim pes que aquest pot aixecar i/o moure en situacions d'entrenaments. És per això que Tous (1999) ens diu que els entrenaments de força màxima haurien d'estar prescrits amb càrregues properes a la màxima d'entrenament incloent-l'hi càrregues màximes de competició, però de manera intermitent, per evitar una sobrecàrrega d'estrès emocional.

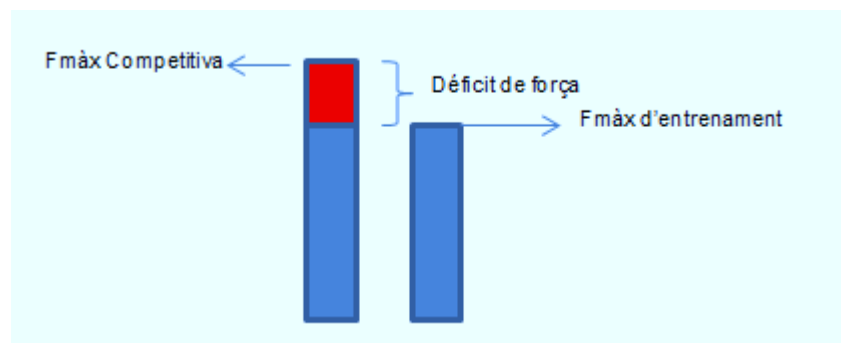


Figura 4-1: Imatge que ens mostra la diferència que es pot produir en les capacitats de desenvolupar força entre un clima de competició i un moment d'entrenament (adaptat de Tous, 1999).

Un dels mètodes que defensa el treball amb altes càrregues és el Hit (High Intensity Training), el qual segueix una filosofia pròpia dels Estats Units i que segons Tous (1999), proposa treballar amb intensitats màximes (1-3RM), sense que s'arribin a fatigar la majoria de fibres i, per tant, incidir així sobre el treball de força màxima de caràcter neural. Aquest concepte anirà relacionat amb la força d'acceleració o força explosiva (Schmidtbleicher, 1992), la qual apareix just en el moment en que l'acció muscular supera la càrrega externa per començar així el moviment (Tous, 1999).

Segons Cometti (1998), l'entrenament explosiu executat a la màxima velocitat possible amb càrregues pesades (properes a l'1RM), provoca uns efectes positius sobre les adaptacions sofertes en la coordinació de tipus intramuscular. Aquest tipus d'entrenament, amb un baix volum de repeticions (1-3) i respectant els llargs períodes de descans, provocarà unes millores en els guanys de potència muscular (González et. al 2006).

Alguns autors com Gollnick i Bayly (1986) utilitzaven la nomenclatura de “potència instantània màxima”, però en estudis, com per exemple en la tesis de Newton (1997), es feia referència al terme com a “potència màxima”, que és el més utilitzat en els àmbits tant científic com d'entrenament actuals.

La potència es pot definir com la força aplicada per la velocitat de moviment (Knuttgen i Kraemer, 1987), el treball és igual a la força multiplicada per la distància recorreguda (Garhammer 1993) i com ens diu el mateix autor, la potència també es pot expressar com el treball realitzat per unitat de temps.

Com és pot comprovar, el concepte de potència va totalment relacionat a la velocitat d'execució, és per això i en relació al que s'ha comentat al principi de l'apartat, on és parlava de la importància de la força com a qualitat física indispensable, que Young (1993) ens diu que la potència màxima és el principal determinant del rendiment en els esports i/o activitats que precisen de moviments encadenats o en seqüència, amb l'objectiu de produir una alta velocitat.

Per altra banda Tous (1999) ens extreu conclusions metodològiques sobre com aplicar el tipus de treball de potència, sabent que si es treballa a uns valors del 100% de la potència màxima, es podria arribar a una fatiga precoç no desitjada, amb lo qual es molt millor treballar dintre d'uns valors del 90% amb pauses de descans totalment completes.

En els últims anys, les investigacions que s'han fet han ressaltat la importància que existeix entre la relació del nivell de força, velocitat i potència produïdes en l'exercici per determinar les adaptacions causades pels entrenaments (González Badillo; Ribas Serna 2002).

Hi ha estudis com el de Baker (2001), que ens diu que el treball amb pesos lleugers es el més utilitzat per treballar la potència. Concretament aquest autor ens parla de les zones de treball on haurien d'estar ubicades les intensitats per incidir en el treball de potència, en respecte a l'1RM, situant aquestes entre el 40-60% de l'1RM i executades a la màxima intensitat. Concretament situa

aquets valors de potència màxima aconseguida en exercicis d'hemisferi superior, com podria ser el press Banca, el qual situa, com ja s'ha comentat, sobre el 40-60% d'1RM (Baker, 2001).

Nosaltres hem incidit més en aprofundir sobre el debat i hem trobat estudis que ens diuen que els nivells de màxima potència aconseguida en el treball d'hemisferi inferior amb cadena cinètica tancada i amb una seqüència de moviments, com podria ser l'exercici de la carregada, s'ubiquen en el 80-90% en respecte a l'1RM (Garhammer, 1993).

Per altre banda, altres investigacions, i les quals afecten directament a aquest estudi, com la de Dugan et al. (2004), afirmen que els valors de potència màxima assolida en l'exercici de $\frac{1}{2}$ squat es troben entre el 45-65% de l'1RM. S'ha de dir que aquest estudi tenia en compte el pes corporal dels subjectes a analitzar, concretament un 88% del pes corporal total (Enoka, 2002).

Dit això, establirem la ben entesa amb el que ens comenta Naclerio i Jiménez (2007), considerant la importància de tenir en compte la força i potència mecànica desenvolupades durant les diferents fases d'execució de l'exercici d'un entrenament de força, ja que aquets son factors de moltíssima importància a l'hora de controlar i planificar els entrenaments. Degut a això, els mateixos autors indiquen que és de molta importància per poder prescriure de manera qualitativa els entrenaments de força a tot tipus d'esportistes. També s'ha de tenir en compte, com ens comenta Croning i Sleivert (2005), la tècnica d'execució com un aspecte totalment rellevant d'influència sobre la força, velocitat i potència produïdes en l'exercici.

Treballant en unes magnituds de pes properes al màxim, es recluta un nombre d'unitats motores maximal, no selectiu i progressivament sincrònic, tant ràpides com lentes, ja que la càrrega externa ens exigeix generar un altíssim nivell de força per poder superar-la (Naclerio; Jiménez, 2007). Pel que ens comenten aquets mateixos autors, com que la dificultat de superar la resistència que se'ns ofereix en un treball de força màxima exigeix un reclutament de moltes

unitats motores i, per això, molt temps d'activació, doncs aquest fet fa que la velocitat de moviment i potència desenvolupades surtin perjudicats.

Segons Astrand i Rodahl (1985), en els casos de treballar amb càrregues properes a l'1RM la modulació de l'acceleració es pràcticament impossible, per culpa de que totes les unitats motores d'un alt llindar d'excitabilitat són reclutades amb una freqüència molt elevada i, per tant no es poden reflectir canvis significatius en la velocitat o potència desenvolupades. És per aquest aspecte que Siff i Verkhoshansky (2000), afirmen que en l'entrenament amb pesos inferiors es pot modular l'acceleració i, per tant, amb un mateix pes, assolir nivells de força i velocitats diferents en cada acció.

La velocitat de contracció del múscul influeix en el tipus d'adaptació neuromuscular, més que no pas la quantia de càrrega externa (quilatge) oferta com a estímul d'entrenament (Tous, 1999). Seguint la mateixa línia, aquest mateix autor ens ratifica, amb total coherència, la importància de controlar i monitoritzar la velocitat d'execució per poder dirigir els entrenaments amb molta més precisió, tenint com a valor de referència els nivells de potència màxima com a controlador de la velocitat en la que s'ha de treballar.

Generalment les qualitats de força explosiva són importants per a tot tipus d'esprints, però s'han trobat que diversos tests de potència es correlacionen més altament amb esprints més llargs o amb la velocitat màxima que amb esprints curts.

Tot i això, sabem que en un estudi realitzat per McBride et al. (2002), on es va realitzar un treball amb salts des de $\frac{1}{2}$ squat utilitzant càrregues altes (80% d'1RM) en un programa d'entrenament de 8 setmanes, amb 2 sessions setmanals, es van trobar millores significatives en un grup d'atletes masculins en el Test-T d'agilitat, però també es va donar una disminució del rendiment en un esprint de 5 metres. Per contra, en un altre grup d'atletes, l'ocupació de salts des de $\frac{1}{2}$ squat amb càrregues lleugeres (30% d'1RM) també va produir una millora significativa en el Test-T (encara que més petita), però, a més, també es van aconseguir, encara que no significatives, millores en esprints de 5, 10 i 20

metres, observant-se en el cas dels 10 metres una diferència significativa pel que fa al grup que va realitzar salts des de $\frac{1}{2}$ squat amb càrregues altes. Això ens diu que possiblement les millores obtingudes en el T-test amb el treball de càrregues altes juntament amb la disminució del rendiment en l'esprint de 5 metres, es podria deure a les parades que es realitzen en el T-test i, per tant, donant a entendre que en la fase explosiva just en el moment de transferència de posició estàtica a dinàmica si que es varen sofrir adaptacions positives.

Un altre article semblant és el de Baker i Nance (1999) qui va fer una investigació amb jugadors de rugbi i es va observar com es varen produir unes millores significatives en esprints de 5m. al grup que va realitzar un treball amb càrregues lleugeres.

Tot i això, cal destacar que aquestes dades son comparades amb exercicis de cadena oberta, com puguin ser els esprints, i no hem d'oblidar que com ens aporta en el seu estudi Kawamori i Haff (2004) una relació de potència màxima amb càrregues altes sol aparèixer en exercicis de cadena tancada.

S'ha volgut matisar aquest aspecte, degut a que el nostre estudi s'ha realitzat utilitzant exercicis de cadena cinètica tancada, com son: el $\frac{1}{2}$ squat amb barra lliure (veure figura 1-2) i el press Banca amb barra lliure (veure figura 1-3). El primer és un exercici d'impuls on es treballa de dret i s'implica amb total prioritat la musculatura d'hemisferi inferior (Stiff; Verkhoshansky, 2000). Mentre que el segon és un exercici també d'empenta on hi predomina la implicació de la musculatura pertanyent a l'hemisferi superior (Escamilla, Lander i Garhammer, 2000).

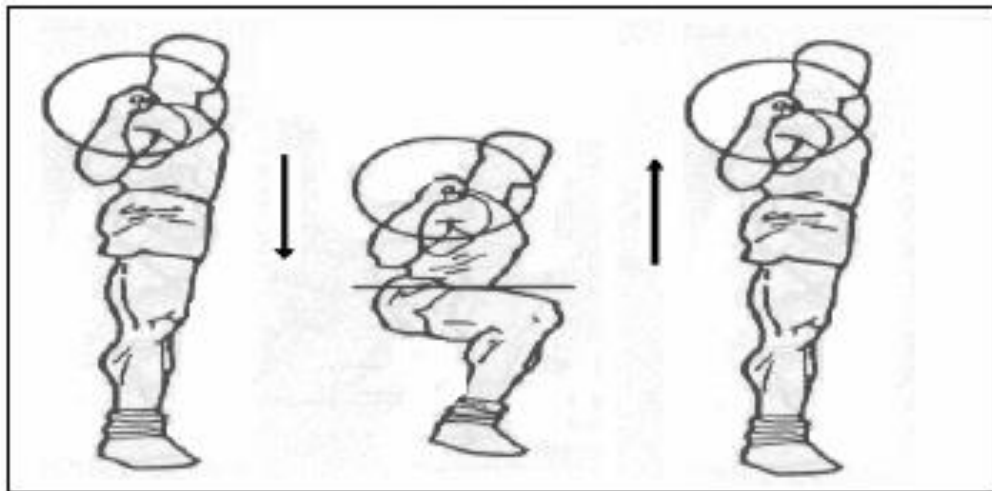


Figura 1-2: Imatge il·lustrativa de l'exercici del ½ Squat amb barra lliure on hi podem observar: la posició inicial, el final de la fase descendent i la posició final (Naclerio i Jiménez, 2007)

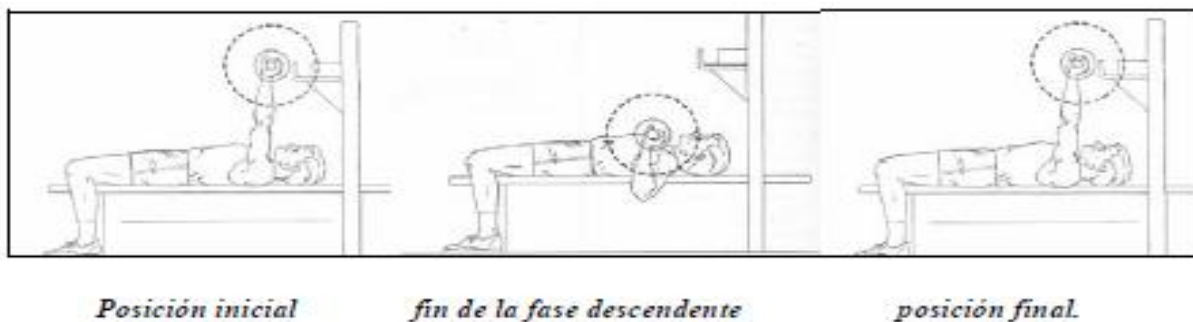


Figura 1-3: Imatge que ens reflecteix l'exercici del Press Banca amb barra lliure en totes les seves fases del moviment (Naclerio i Jiménez, 2007).

En el treball amb pesos lliures s'ha comentat, en molt casos i erròniament, que aquest és considerat com a un tipus d'entrenament isotònic, però ja es sap que això no és així, i que la tensió varia al llarg del ROM com a conseqüència del diferents moments que es generen al voltant de l'eix de rotació situat a l'articulació treballada (Tous, 1999). Tot i l'antiguitat de la citació, cal destacar que encara són alguns els professionals de l'esport o l'activitat física que segueixen considerant aquesta opció. També afegirem el que ens diu Ackland i Bloomfield (1992) qui ens afirmen que si es genera una gran velocitat d'execució des del principi del moviment, el moment produït en les següents fases de l'exercici serà menor.

Fent referència a les barres, abans aquestes eren d'una sola peça, per això es necessitava d'una barra diferent per a cada pes, Brzycki (1995) ens diu que va ser a l'any 1902 quan aquest material va guanyar en comoditat i les barres varen poder ser carregades amb distints pesos. Un dels beneficis del treball amb barra lliure, és de la major implicació de la musculatura: agonista, sinergista i estabilitzadora, fet que hi implica una riquesa en els aspectes de coordinació neuromuscular (Tous, 1999). Seguint la mateixa línia trobem que Friday i McCaw (1994), en el seu estudi, observaren com en el press banca realitzat amb barra lliure s'hi va enregistrar una major activitat muscular que en el press banca amb màquina. Possiblement això era degut a la major estabilització que proporciona el deltoïdes anterior i medial al realitzar un treball de manera tridimensional (Tous, 1999).

Dit això, incidirem en la importància del paper que té una adequada coordinació neuromuscular, ja que en l'esport es necessita d'una precisió i no d'una potència sense cap tipus de control, per això farem referència al que ens diu García (1999), i reafirmarem que el complexa mecanisme controlat pel sistema nerviós central, serà l'encarregat de realitzar i executar les accions amb la major eficàcia possible. Per això, concordarem aquestes paraules amb el que ens diu Gardiner (2000) emfatitzant la importància que té el sistema nerviós central en el seu procés governamental sobre la realització d'accions, aplicant una força justament necessària per a cada situació específica.

Un entrenament aconseguix una millora en un 10-15% per a la força velocitat, és a dir, pel treball de força en càrregues lleugeres i a màxima velocitat (Zatsiorsky, 1968). Per tant, aquest mateix autor ens diu que el component genètic es determinant per treballar la velocitat de contracció dels components musculars, amb lo qual, el nivell de percentatge de fibres que tingui un subjecte i la distribució d'aquestes, serà clau perquè aquell pugui arribar a sofrir unes adaptacions o unes altres. Amb això, podem dir que la velocitat de contracció té un límit genètic.

S'ha d'anar amb compte amb els paràmetres de l'entrenament que oferim als esportistes, ja que segons Tous (1999), si s'arriba al fallo muscular mitjançant un treball amb càrregues intermèdies o lleugeres, podem incidir en un reclutament d'unitats motores fatigables, o per igual anomenat lentes. Això es deurà a que les unitats motores lentes són tolerants a la fatiga, mentre que les ràpides no, segons la llei de Henneman (Tous 1999). Aquest mateix autor afegeix que si no s'arriben a fatigar les unitats motores, l'entrenament no resulta tant substancial com amb les fatigades, és per això que en els entrenaments amb esforços submàxims, quan s'inverteix la llei de Henneman i es recluten primer les unitats motores ràpides, només s'aconsegueixi entrenar aquestes.

Per obtenir una incidència a nivell neural, segons Tous (1999), hauríem d'optar per treballar amb un mètode d'esforços màxims/submàxims, ja que aquest és el que produeix una major sincronització d'unitats motores i, per tant, es precisa d'una major participació del sistema nerviós per activar el procés. Per altra banda, amb un treball amb esforços intermedis, no obtindrem una participació a nivell neural d'una magnitud tant rellevant, per culpa de la menor sincronització d'unitats motores que es produeixen durant l'acció.

El mètode d'esforços dinàmics s'utilitza per millorar el "*rate of force development*" o força explosiva (Zatsiorsky, 1995). A l'hora de treballar amb aquest mètode, s'han d'adequar els temps de descans, el nombre de repeticions i la quantitat de càrrega sotmesa per treballar sempre al voltant dels valors de la potència màxima (Tous, 1999). Amb respecte al nombre de sèries a realitzar, hi ha controvèrsia amb la determinació d'aquest aspecte, ja que Cometti afirma que es podria prescriure un treball de fins a 20 sèries, però Tous (1999), discrepa sobre l'assumpte afirmant que treballant amb un volum tant alt de sèries es podria arribar a incidir més sobre un treball de resistència que no pas en el de potència.

5. Metodologia

- **Mostra**

En l'elecció de la mostra, segons Losada, J.L. i Lopez-Feal, R. (2003), hi trobem varis opcions a investigar, ja siguin: *elements, persones, fenòmens*. En el cas d'aquest estudi, el mostreig ha sigut realitzat amb persones, concretament futbolistes (n=12) de categoria amateur, militants tots al mateix equip el qual competeix al grup 4rt de la de tercera territorial catalana.

Tots els participants són masculins ($22,1 \pm 2,9$ anys, $72,2 \pm 6,8$ kg, $1,77 \pm 0,15$ m), entrenen 3 dies a la setmana, així com també participen en una competició cada setmana amb el seu equip. A part de jugar a futbol, són treballadors o estudiants. Aquets anaren distribuïts de la següent manera: 4 subjectes varen participar en els entrenaments de força màxima, 4 subjectes realitzaren els entrenaments de potència, mentre que els altres 4 varen ser el grup control per observar les possibles adaptacions que hagin pogut sofrir tota la mostra gràcies als entrenaments realitzats amb el seu equip. Tots els participants varen ser assignats al atzar a cada un dels grups, donant, com a pas previ, total consentiment sobre la participació en l'estudi, sabent que era motiu d'exclusió com a mostra de l'estudi si algun d'ells s'absentava en dues o més sessions d'entrenament.

Tots els jugadors participants en la mostra de l'estudi, ja han assolit uns nivells de força competitiva, gràcies al període preparatori de pretemporada on han realitzat un treball de base anatòmica, així com un treball coadjuvant amb la finalitat de prevenir lesions durant la competició o en els mateixos entrenaments (Romero; Tous, 2011). La part experimental va començar a produir-se al mes de novembre, per això els jugadors ja estaven realitzant un treball de potència i força útil amb el seu equip. Els participants no realitzaven cap tipus de treball de força al gimnàs amb l'equip, durant el transcurs de la investigació, ja que el club no disposa d'aquest recurs.

- **Material**

El material que es va utilitzar durant el procés de la investigació va ser:

- Una barra de 10kg
- Un banc per realitzar "Press banca" BH Fitness Atlanta 300
- Discos de entre 5 i 20kg
- Una càmera d'alta velocitat Casio Exilim 1000Zr (Japó)
- Un trípode Weifeng wt3130 d'alumini
- Un cronòmetre Geonaute Onstart 300
- Un barra de fusta de 1,5m per calibrar l'espai
- Programa Windows Microsoft Office Excel 2007
- Programa Software d'anàlisi de vídeos esportius Kinovea v. 0.8.20

- **Procediment**

En l'estudi, es varen realitzar els tests d'1RM i W5" de ½ squat i press banca a tots els participants (n=12). Referent a l'exercici del ½ squat, no es va tenir en compte el pes corporal del subjecte a l'hora quantificar la càrrega. El mètode utilitzat per assolir els valors d'1RM dels subjectes, va ser de manera indirecte, aplicant una equació de predicció utilitzant la fórmula de Brzycki (1993), qui ens ofereix una fórmula lineal, considerada com a una de les més fiables en la seva potència predictiva. Tenint en compte que els exercicis que més s'apliquen en aquesta equació són el ½ squat i el press banca, els quals seran analitzats en aquest estudi. Aquets valors ens van donar la referència de com estan els subjectes en concepte de força màxima.

$$1RM = Q / (1,0278 - (0,0278 * n))$$

El valor "n" representa al nombre de repeticions realitzades durant el test i el valor "Q" la quantitat de pes aixecat en Kg. (Brzycki, 1993).

Els 12 participants també realitzaren el test d'W 5" per poder extreure'n els valors de potència mitjana dels participants de la investigació. Aquest test

segons Tous (1999) és un test per mesurar la potència mitjana de manera senzilla, ja que és un test que s'utilitza quan no es disposa de dispositius els quals no estan a l'abast de tothom per les demandes econòmiques exigides per la seva adquisició. A partir d'aquest test es varen extreure els valors de velocitat mitjana d'execució (m/s), multiplicant el nombre de repeticions que es varen realitzar per el desplaçament total de cada repetició (mitjana de les repeticions realitzades durant el bloc de temps) i dividint aquest producte pel temps escollit a treballar (Tous, 1999). El bloc de temps escollit per realitzar les valoracions va ser de 5", seguint les indicacions de Tous (1999) qui ens recomana utilitzar aquest volum de temps per fer el test, ja que fer-ho amb menys segons pot afectar al temps de reacció i treballar amb més temps pot produir una fatiga i, com a conseqüència, una davallada de la velocitat important en les últimes repeticions. Les dades de temps varen ser enregistrades amb un cronòmetre de la marca Geonaute Onstart 300. També es varen extreure els valors de treball mecànic i potència mitjana, utilitzant les mateixes dades que emprarem per extreure els valors de la velocitat mitjana i la càrrega aixecada multiplicat pel nombre de repeticions i dividint el resultat entre el bloc de temps emprat (Tous, 1999). Totes aquestes formules es van realitzar amb el programa Microsoft Office Excel 2007.

$$\text{Treball mecànic} = m * g * h$$

$$\text{Potència mitjana} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Es varen realitzar els tests amb una progressió de càrregues del 40%, 60% i 80% RM, per tant es varen realitzar primer el tests d'1RM a tots els subjectes a treballar. Tous (1999) ens comenta que el test realitzat a una càrrega superior al 85% RM ens sol·licita de molta dificultat a l'hora d'extreure'n dades de velocitat significatives. La progressió del test es va efectuar en la modalitat d'excèntric/concèntric i amb 3 càrregues diferents per donar més fiabilitat al test, ja que realitzant l'avaluació amb només 2 càrregues ens haguéssim pogut

trobar amb el problema de que si una d'elles fos incorrecta, els resultats no haguessin estat del tot fiables (Tous, 1999).

Tot això també va ser enregistrat mitjançant vídeo en format d'alta velocitat amb una càmera Casio Exilim 1000Zr (240 Hz). Es va situar la càmera de manera fixa amb un trípode Weifeng wt 3130 d'alumini, realitzant les gravacions amb un pla sagital i, així, obtenir unes valoracions més precises i de més qualitat sobre la velocitat de desplaçament de l'objecte, en aquest cas, la barra de 10kg amb els discs. Abans de fer la gravació es calibrarà l'espai, realitzant una instantània a una barra de fusta 1,5m, que estirà col·locada al lloc exacte on hi haurà l'esportista. Després d'enregistrar les informacions en format vídeo, es realitzà la mitjana de desplaçament mitjançant el Software Kinovea v. 0.8.20, realitzant una presentació sistemàtica de les dades de desplaçament (m/s) de l'objecte. Per això es va calibrar l'espai en l'única direcció vertical, ja que els moviments d'execució, tant del ½ squat com de press banca, es produeixen en el seu vector vertical.

A l'hora de realitzar tots els tests (pre-test), aquets es varen realitzar a l'espai interior del gimnàs, on primer es varen realitzar els test d'1RM i després el test de potència mitjana W5", respectant un període de 48h entre tests. Es va utilitzar la mitjana dels resultats obtinguts en dues tandes per a cada test, realitzant un format de T-test per validar més els resultats on hi va transcórrer un període de temps de 72 hores entre tests, ja que és el temps òptim per reposar els sistemes energètics (Cometti, 1998). Pel que fa al procediment de post-test, aquest va seguir els mateixos passos, però aquest cop només realitzant el test de W5", gràcies a que ja teníem les dades d'1RM i amb això, els percentatges necessaris per al procediment de test amb càrregues progressives. Abans de realitzar cada test, es va realitzar un escalfament, específic de cada exercici (½ squat i press banca), d'1 sèrie constituïda per 12 repeticions amb un pes equivalent al 35% del pes corporal del subjecte.

Arrel d'aquí es varen assignar els entrenaments del grup que va treballar el protocol de força màxima i del de que va treballar potència. Es van realitzar un

total de dues sessions setmanals, amb un descans de 72 hores entre sessions, on es realitzaren 2 exercicis totals (press banca i $\frac{1}{2}$ squat) i amb 4 sèries de cada exercici de 4 repeticions amb descansos complets de 3-4 minuts pel grup de força màxima. Per altre banda el grup de potència realitzà un total de 4 sèries per exercici (press banca i $\frac{1}{2}$ squat) de 6 repeticions reproduïdes a la màxima velocitat possible. Aquest segon grup també va disposar de descansos complets entre les seves sèries de 3-4 minuts. Les intensitats pel grup de força màxima varen ser, seguint les aportacions de Tous (1999), del 90% d'1RM mentre que amb el grup de potència es van reproduir els entrenaments a les intensitats del 40% 1RM en l'exercici de press banca i 60% 1RM en l'exercici $\frac{1}{2}$ squat, tenint en compte que la mostra no té experiència amb entrenament amb pesos lliures i, per això, com ens aporta Naclerio i Jiménez (2007), qui ens diuen que per abordar amb èxit els objectius que es busquen en l'entrenament de força, s'ha d'aproximar sistemàticament l'entrenament a cada una de les formes d'entrenament de la manifestació de la força. Tot aquest treball va venir precedit per un escalfament d'estiraments balístics i exercicis específics amb carregues lleugeres (1 sèrie de 12 reps.) del grup muscular a treballar, fent que la musculatura comenci a interactuar neuralment, reforçant l'aferència informativa de la musculatura activa (Platonov, J. 2001). Els entrenaments i tot el procediment de tests es va dur a terme a la sala del gimnàs.

Es va realitzar un mesocicle d'entrenament (8 sessions repartides a 2 sessions per setmana), i després es varen tornar a realitzar els tests, com que aquets ja ens donaren dades a analitzar, no es va prosseguir amb el protocol d'entrenament.

Com que només es treballà amb un nombre de 4 esportistes per grup i sessió, doncs l'execució de cada sèrie es va poder fer d'un en un, gràcies a que es volia treballar amb recuperacions completes, es realitzà una organització del grup de manera rotatòria on un treballava i els altres descansaven. Per això, ens va ser possible vigilar sobre una correcte execució de cada repetició, així com poder ajudar a l'esportista que estava executant si aquest ho calia.

- **Indicadors**

En aquest estudi es varen realitzar els tests d'1RM de mètode indirecte en press banca i 1/2 squat sobre cadascun dels subjectes, per tant, els indicadors que s'utilitzaren en l'estudi varen ser: fent referència a la força màxima, el tonatge mogut i, pel que fa al treball de potència, també la velocitat d'execució utilitzant com a unitat de mesura m/s. Així doncs, a més de tenir en compte la quantitat de pes desplaçat, es va tenir en compte que es fes amb uns valors de velocitat d'execució màxims, per així mantenir un treball de potència amb una estimulació de les fibres de contracció ràpida (Tous, 1999).

Cal destacar aquest apartat, ja que com ben bé manifesta Van Campenhoudt (1992), els conceptes implicats en la hipòtesis i el model no són directament observables. Per tant, és necessari precisar els indicadors que ens permetran registrar les dades indispensables per confrontar el model amb la realitat.

6. Resultats

- **Valoració de la potència (W 5")**

- Grup de càrregues baixes

En els resultats obtinguts en els pre-test i post-test de valoració de potència mitjana (veure figura 6-1), el grup que va realitzar un entrenament amb càrregues lleugeres, va obtenir unes millores de: 71,775W (40% 1RM), 100,5W (60% 1RM) i 53,05W (80% RM), en l'exercici de ½ squat. En referència a l'exercici de press banca, aquest mateix grup va obtenir unes millores de: 49W (40% 1RM), 39,55 (60% 1RM) i 33,1W (80% 1RM).

Pel que fa als valors de velocitat mitjana aconseguida, com podem veure en la figura 6-2, els resultats aconseguits amb el grup que realitzà el protocol d'entrenament amb càrregues baixes, va obtenir unes millores de: 0,15m/s (40% RM), 0,25 m/s (60% RM) i 0,1 m/s (80% 1RM) en l'exercici de ½ squat, mentre que, en l'exercici de press banca es varen observar unes millores de: 1,5 m/s (40% 1RM), 1,175 m/s (60% 1RM) i 0,9 m/s (80% 1RM).

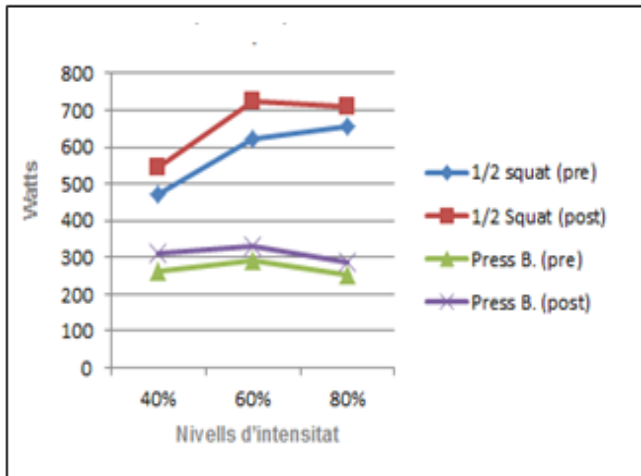


Figura 6-1: Gràfic representatiu dels valors de potència assolida (pre-test i post-test) en el treballà amb càrregues lleugeres en els exercicis de ½ Squat i Press Banca en les intensitats del 40%, 60% i 80% de l'1RM. Elaboració pròpia

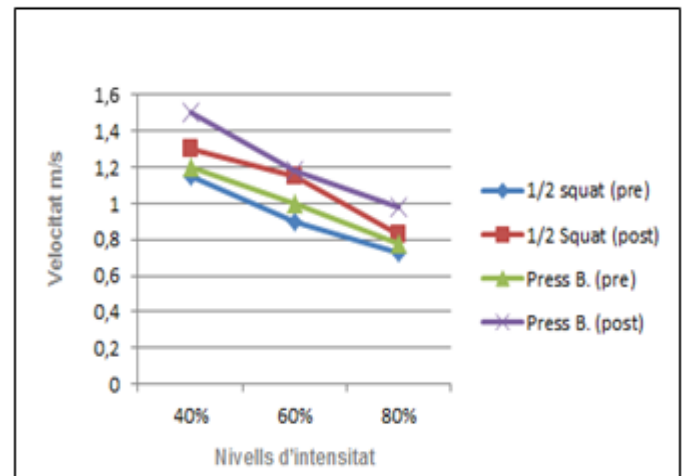


Figura 6-2: Gràfic representatiu dels valors de velocitat mitjana assolida (pre-test i post-test) en el grup que treballà amb càrregues lleugeres en els exercicis de ½ Squat i Press Banca en les intensitats del 40%, 60% i 80% de l'1RM. Elaboració

○ Grup de càrregues submàximes

El grup que va realitzar el protocol d'entrenament amb càrregues submàximes (90% 1RM), va obtenir unes millores (veure figura 6-3) en els valors de potència mitjana de: 2,9W (40% RM), 55,5W (60% RM) i 91,9W (80% RM), en l'exercici de ½ Squat. Pel que fa als resultats de l'exercici de press banca, aquets disposaren d'unes millores de 26,25W (40% RM), 31W (60% RM) i 66,5 (80% RM).

La figura 6-4 ens mostra com el grup que va treballar seguint el protocol de càrregues submàximes, va obtenir unes millores en els valors de velocitat mitjana de: 0,025 m/s (40% 1RM), 0,0725 m/s (60% 1RM) i 0,055 (80% 1RM) en l'exercici de ½ squat, mentre que en l'exercici de press banca es varen poder observar unes millores de: 0,15 m/s (40% 1RM), 0,1 m/s (60% 1RM) i 0,115 m/s (80% 1RM).

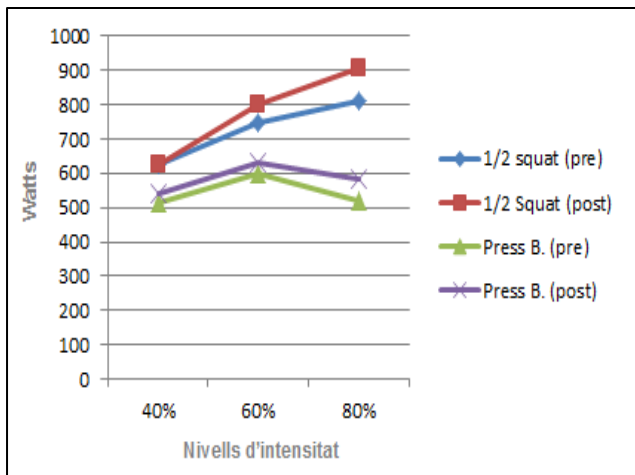


Figura 6-3: Gràfic representatiu dels valors de potència absoluta (pre-test i post-test) en el grup que treballà amb càrregues submàximes en els exercicis de 1/2 Squat i Press Banca en les intensitats del 40%, 60% i 80% de l'1RM. Elaboració pròpia

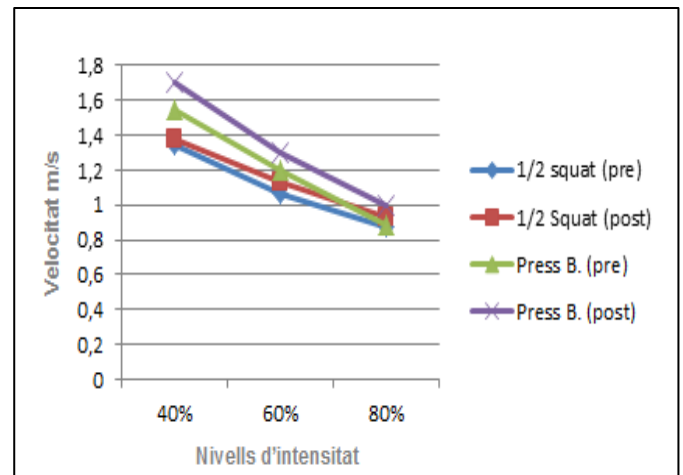


Figura 6-4: Gràfic representatiu dels valors de velocitat mitjana absoluta (pre-test i post-test) en el grup que treballà amb càrregues submàximes en els exercicis de 1/2 Squat i Press Banca en les intensitats del 40%, 60% i 80% de l'1RM.

○ Grup control

Els resultats de la figura 6-5 ens mostra com el grup control va tenir les següents variacions en els resultats de potència mitjana aconseguida en l'exercici de 1/2 squat: una pèrdua de 3,45W (40% 1RM) i millores de 15,8W (60% 1RM) i 10,2W (80% 1RM). Els resultats evidenciats en l'exercici de press banca ens indiquen una pèrdua de: 2,8W (40% 1RM) i 5,4W (60% 1RM) i millores de 2,05W (80% 1RM).

En les gràfiques que representen els valors de velocitat mitjana (veure figura 6-6), podem observar com no hi ha hagut cap tipus de modificació en les dades enregistrades (m/s) en les intensitats del 40% i 80% d'1RM, mentre que si hem trobat unes millores de 0,025 m/s en la intensitat del 60% 1RM en l'exercici de 1/2 squat. El mateix grup, en l'exercici de press banca, ha obtingut unes pèrdues de 0,025 m/s (40% 1RM), millores de 0,025 m/s (60% 1RM) i no s'han observat canvis en la intensitat de 80% 1RM.

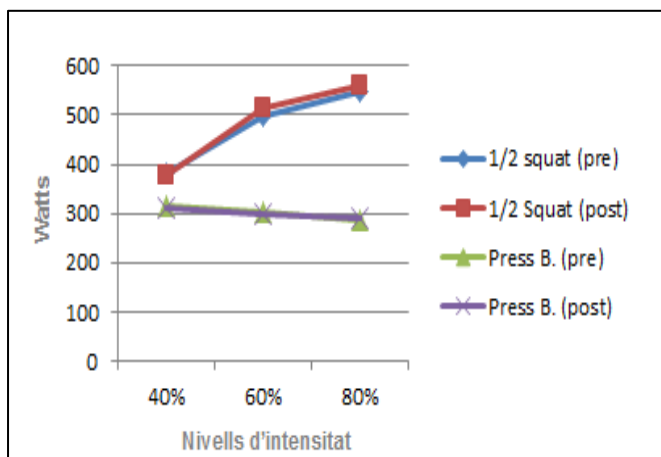


Figura 6-5: Gràfic representatiu dels valors de potència assolida (pre-test i post-test) en el grup control en els exercicis de ½ Squat i Press Banca en les intensitats del 40%, 60% i 80% de l'1RM. Elaboració pròpia

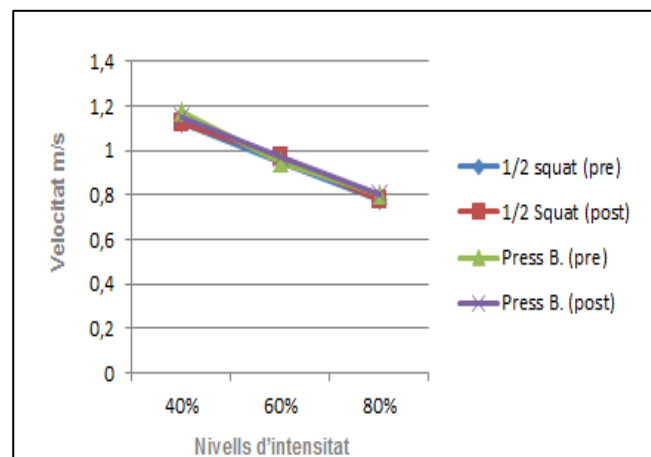


Figura 6-6: Gràfic representatiu dels valors de velocitat mitjana assolida (pre-test i post-test) en el grup control en els exercicis de ½ Squat i Press Banca en les intensitats del 40%, 60% i 80% de l'1RM. Elaboració pròpia

7. Discussió

El fet de que els resultats ens aportin la informació de que el grup que ha realitzat el protocol d'entrenament amb càrregues submàximes hagi obtingut les millores més considerables, al post-test en respecte al pre-test, en les adaptacions de potència en càrregues iguals al 80% 1RM, tant de ½ squat com de press banca, ho podríem relacionar amb el que ens diu Tous (1999), qui ens obvia la raó de que per millorar els nivells de força màxima, s'ha de treballar amb càrregues properes a l'1RM, afegint nosaltres, el matís de que a part de millorar els valors d'1RM, també podem obtenir millores en els nivells de potència realitzada amb càrregues properes a l'1RM. Sempre respectant les densitats adequades de treball i distribuint les càrregues de manera òptima amb els seus descansos corresponents (González et al., 2006).

El grup que va realitzar el protocol d'entrenament amb càrregues baixes, va obtenir més beneficis en els valors de potència situats en els percentatges de 40% i 60% de l'1RM. Donant a entendre que el treball amb carregues properes als valors de potència màxima estimulen la ràpida sincronització de fibres de contracció ràpida, com ben be ens diu Baker (2001) qui relaciona els guanys de potència amb el treball de de càrregues d'entre el 40-60% 1RM, executats a la màxima velocitat.

Pel que fa als resultats de la velocitat mitjana, és normal que es produïssin els majors resultats de velocitat en el grup de potència, ja que com ens diu Bosco (1991), al treballar amb càrregues superiors al 85% 1RM la força aplicada és major, però la potència resultant és submàxima, la qual cosa porta a realitzar l'execució amb uns valors de velocitat externa molt baixos. Seguint la mateixa línia, Naclerio i Jiménez (2007), ens diuen que treballant amb càrregues properes a l'1RM obtenim un major nombre d'unitats motores reclutades, però amb un temps de contracció alt i amb lo qual ens perjudicarà més als nivells de velocitat aconseguida. Dit això, també podem relacionar el que ens diuen aquets autors amb el que ha succeït amb el grup que ha treballat amb càrregues altes, sabent que aquets no han obtingut uns grans guanys a considerar en la velocitat mitjana, però si en el resultat dels Watts aconseguits en la zona de treball situada amb intensitats properes a l'1RM.

Tot hi que en el grup que ha realitzat el protocol amb càrregues submàximes s'hagin observat millores en la potència desenvolupada amb càrregues altes, en comparació al grup que ha treballat en càrregues baixes, les millores de velocitat mitjana amb aquella mateixa càrrega relativa (80% 1RM), han sigut superiors en aquest segon grup de treball. És a dir, el grup que ha seguit el protocol d'entrenament amb càrregues baixes ha tingut unes millores més elevades de la velocitat mitjana que el grup de treball de força màxima. Naclerio i Jiménez (2007), en el seu estudi, ubiquen les intensitats òptimes per millorar la potència i velocitat mitjana aplicada, en unes zones intermèdies de treball situades sobre el 45%-80% d'1RM. Sabent que aquestes són les intensitats en les que ha anat enfocat l'estudi, podrem relacionar les afirmacions que ens proporcionen els autors de la literatura científica, amb els resultats obtinguts en el nostre estudi.

En el grup control no ha tingut millores considerables en cap valor (W i m/s), es varen observar, encara que molt baixes, algunes pèrdues en els valors de potència en press banca, això ens corrobora que en el procés d'entrenament amb l'equip no es té en compte el treball neuromuscular d'hemisferi superior. Aquestes dades, avalen encara més els resultats dels subjectes del grup

experimental com una conseqüència del protocol d'entrenament proposat a l'estudi.

Tant en els grups de treball amb càrregues submàximes com en el de càrregues baixes, s'han observat més millores en l'exercici de $\frac{1}{2}$ squat que al de press banca. Segurament aquest fet es doni pel motiu de que tota la mostra de subjectes són futbolistes i estaven entrenant amb el seu equip durant el procés de l'estudi i, possiblement, acumulaven al treball realitzat en l'estudi, un treball de potenciació en l'hemisferi inferior amb els entrenaments realitzats amb el seu equip, deixant de banda, tal i com ja hem vist al paràgraf anterior, la part superior del cos.

No hem de desestimar la possibilitat de que les adaptacions sofertes vagin lligades a un aprenentatge del desenvolupament coordinatiu en relació a l'execució. Sabent que tots els subjectes participants, com s'ha comentat en l'apartat de la mostra, no tenen una relació directe amb l'entrenament de peses, ja que el club no disposa d'aquest recurs, doncs possiblement ens haguem trobat millores degudes a la probabilitat de que l'aprenentatge de la tècnica hagi anat lligat amb el procés, ja que és un aspecte que influeix molt al resultat de la força aplicada (Cronin; Sleivert, 2005).

Tot i que els jugadors van comunicar abans de fer l'estudi, que no entrenaven al gimnàs, aquesta podria ser una altre variable contaminant, ja que això no ha sigut possible controlar-ho i podria haver afectat a les produccions de força, ja que si els subjectes estan amb contacte amb el gimnàs i, de manera personal, treballen la hipertrofia, es podria produir un augment en els angles de pennació del múscul, perjudicant les funcions de transmissió de força des de les fibres musculars fins als tendons (Kawakami et al., 1995).

Els resultats ens donen una visió clara de la relació que hi ha entre la zona de millora i la magnitud de la càrrega que ha sigut oferta, és a dir, el grup de càrregues submàximes, on ha obtingut més millores, ha sigut en les càrregues més altes reproduïdes en el test, mentre que el grup de càrregues lleugeres ho ha fet en la càrrega en la que s'han portat a terme els entrenaments (40% 1RM

press banca i 60% 1RM $\frac{1}{2}$ squat). Això ens dóna a entendre el que diuen varis autors com Duthie, Young i Akiten (2002), qui afirmen que un contrast de càrregues és el millor mètode per obtenir millores en els valors de potència. Relacionant els resultats amb el que ens trobem a la literatura, podem dir que la orientació de la càrrega hauria d'anar enfocada en dependència de la zona de la corba força-velocitat en la que es vulgui incidir.

Per culpa de que no es disposa dels mitjans d'última generació de monitorització de la càrrega, com puguin ser; Muscledab, Ergopower, Encorder lineal..., no es podien extreure dades a temps real de la potència desenvolupada pels subjectes durant els entrenaments, la qual cosa ens hagués ofert una qualitat molt més precisa a l'hora de portar a terme el desenvolupament del protocol d'entrenament amb el grup de potència. Per això, la variable de potència despresa pels subjectes durant els entrenaments, no queda reflectida i, per tant, hi cabia la possibilitat de que aquets, en alguna de les sèries realitzades, es passessin o, per altre banda, no arribessin al nombre de repeticions òptim. També afegirem que la magnitud de la mostra és petita per orientar aquets resultats sobre unes conclusions a nivell general, per tant, ens remetrem a situar els resultats obtinguts únicament en la mostra participant en l'estudi.

8. Conclusions

L'entrenament de $\frac{1}{2}$ squat i press banca amb barra lliure, realitzat amb càrregues submàximes (90% 1RM) i de manera explosiva, produeix unes millores més grans, en comparació al grup que treballà amb càrregues lleugeres, en els valors de potència situats a càrregues altes (> 75% 1RM), en aquets dos exercicis i en la mostra que ha participat en la investigació.

Els valors de potència situats entre el 40% i 60% de l'1RM, pel que fa als exercicis de $\frac{1}{2}$ squat i press banca amb barra lliure i amb la mostra que ha participat en l'estudi, obtindran unes millores més grans si es treballa dintre d'aquell rang de pes, amb una velocitat d'execució elevada i sense arribar a la fatiga muscular.

Tot i que l'entrenament amb càrregues altes, amb comparació amb el treball amb càrregues baixes, ens donarà unes millores més elevades en valors de potència (Watts) situat a càrregues superiors al 75% 1RM i amb els exercicis de $\frac{1}{2}$ squat i press banca amb barra lliure, els valors de velocitat mitjana, realitzats amb aquets mateixos exercicis i la mateixa mostra, es veuran més afectats de manera positiva, amb la realització un treball orientat a la potència (40%-60% 1RM).

Algunes possibles línies de futures investigacions, relacionades amb aquest treball, podrien ser la realització d'un estudi encarat a investigar sobre quin dels mètodes obtindria efectes més immediats sobre els valors del pic de potència màxima, ja sigui el treball de força neural amb càrregues submàximes 90% 1RM o un treball de càrregues baixes properes al 90% de la potència màxima. Aquest podria ser un objecte d'estudi interessant, per avaluar, no solament quin és el millor mètode, sinó saber quin és el més eficient, és a dir, el que produiria uns efectes més immediats sobre el pic de potència màxima.

Per altre banda, també es podria estudiar si millorarà abans el pic de potència màxima o la resistència a la potència (nombre de repeticions o temps que som capaços de mantenir dintre del 90% de la potència màxima). Ambdós serien estudis bastant útils que, possiblement, ens obririen noves idees sobre com orientar les diferents dimensions de l'entrenament de la força.

9. Bibliografia

- ACKLAND, T.R.; BLOOMFIELD, J. (1992) *Functional anatomy*. Textbook of Science and Medicine in Sport. Melbourne: Blackwell Scientific Publications
- ASTRAND, P.; RODAHL, K. (1985). *Fisiología del Trabajo físico*. 2^oed. Bs As: Médica Panamericana.
- BAKER, D.; & NANCE, S. (1999). The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), p: 230-235.
- BAKER, D. (2001). Acute and long term power responses to power training: observations on the training of an elite power athlete. *Strength Conditional Journal*. 23, p: 47-56.
- BALSALOBRE, C.; DEL CAMPO, J.; TEJERO G.; ALONSO, D. (2012). Relació entre potència màxima, força màxima, salt vertical i esprint de 30 metres en atletes quatrecentistes d'alt rendiment. *Apunts. Educació Física i Esports*, núm.108, (abril-juny), p: 63-69
- BOSCO, C. (1991). Nuove metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. *Rvista di Cultura Sportiva* n°22, p: 13-22.
- Brzycki M. (1993). Strength testing: predicting a one-rep max from repetitions to fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*. (64), p: 88-90.
- BRZYCKI, M. (1995). *A practical approach to strenght training*. Chicago: Masters Press
- COMETTI, G. (1998). *Los métodos modernos de musculación*. Barcelona: Paidotribo.
- CRONING, J.; SLEIVERT, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Medicine*. 35(3), p: 213-234

- DUGAN, E.L.; DOYLE, T.L.; HUMPHRIES, B.; HASSON, C.J; NEWTON, R.U. (2004). Determining the optimal load for jump squat: A review of methods and calculations. *Journal Strength and Conditional Research*. 18(3), p: 668-674
- DUTHIE, G.; YOUNG, W.; AITKEN. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal Strength and Conditional Research*. 16, p: 530-538
- ENOKA, R.M. (2002). *Neuromechanics of Human Movement*. 3^o ed. EEUU: Human Kinetics.
- ESCAMILLA, R.F.; LANDER, J.E.; GARHAMMER, J. (2000). Biomechanics of Powerlifting and Weightlifting Exercises. *Exercise and Sport Science*. n39, p: 585-615.
- FRIDAY, J.J.; McCAW, S.T. (1994). A comparison of muscle activity between a free-weight and machine bench press. *Journal of Strength and Conditional Research*. 8, p: 259-264
- GARCIA, J.M. (1999). *La fuerza*. Madrid: Gymnos
- GARHAMMER, J. (1993). A review of Power output, Studies of Olympic and Powerlifting: Methodology, Performance prediction and Evaluation test. *Journal Strength Conditional Research*. 7(2), p: 76-89
- GOLLNIC, P.D.; BAYLY, A.W. (1986). Biochemical Training Adaptation and Maximal Power. *Human Muscle Power*. Editors: Jones, McCartney & McComas. Humans Kinetics, p: 255-267
- GONZALEZ BADILLO, J.J.; GOROSTIAGA, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde
- GONZALEZ BADILLO, J.J.; RIBAS SERNA, J. (2002). *Bases de la programación del Entrenamiento de la Fuerza*. Barcelona: Inde
- GONZALEZ, J.M.; MACHADO, L.; NAVARRO, F.J.; VILAS-BOAS, J.P. (2006). Respuestas agudas al entrenamiento de fuerza con cargas pesadas y al entrenamiento mediante estiramiento sobre el rendimiento en squat jump y countermovement jump. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 4(2), p: 47-56

- GROSSER, M.; MÜLLER, H. (1989). *Desarrollo muscular*. Barcelona: Hispano Europea.
- KAWAKAMI, Y.; ABE, T.; FUKUNAGA, T. (1993). Muscle fiber pennation angle greater in hypertrophied than in normal muscles. *Journal of Applied Physiology*. (72), p: 2740-2744
- KAWAMORI, N.; HAFF, G.G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal Strength and Conditional Research*. 18(3). p: 675-684
- KNUTTGEN, H.G., KRAEMER, W.J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sport Science Research*. vol:1 p:1-10
- KUZNETSOV, V.V. (1989). *Metodologia del entrenamiento de fuerza para deportistas de alto nivel*. Buenos Aires: Stadium.
- MCBRIDE, J. M., TRIPPLET-MCBRIDE, T., DAVIE, A., & NEWTON, R. U. (2002). The effect of heavy-load vs. light-load jump squats on the development of strength, power and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1), p: 75-82
- NACLEIRO, F.; JIMÉNEZ, A. (2007). Entrenamiento de la fuerza contra resistèncias: cómo determinar las zonas de entrenamiento. *Journal of Human Sport and Exercise*, n. 2, (juliol) p: 43-52.
- NEWTON, R. (1997). *Expression and Development of Maximal Muscle Power*. University of Queensland: Optimal kinetics.
- PLATONOV, V.N. (2001). *Teoria general del entrenamiento deportivo olímpico*. Barcelona: Paidotribo.
- SCHMIDTBLEICHER, D. (1992). Training for power events. *Strength and power in sport*. London: Blackwell Scientific Publications, p: 381-395
- STIFF M., VERKHOSHANSKY Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.

- TIDOW, G. (1990). Aspects of strength training in athletes. *New studies in athletics*. N° 1. p: 93-110
- TOUS, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- TOUS, J., ROMERO, D. (2011). *Prevención de lesiones en el deporte: claves para un rendimiento óptimo*. Madrid: Panamericana.
- VAN CAMPENHOUDT, Q. (1992). *Manual de investigación en ciencias sociales*. México: Limusa.
- VERKOSHANSKY, Y.V. (1996). Componenti e struttura dell'impegno esplosivo di forza. *Rivista di cultura sportiva*, N°15. p: 15-21
- YOUNG, W.B. (1993). Training for speed/strength: Heavy versus light loads. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 15(5), p: 34-42.
- ZATSIORSKY, V.; SMIRNOV, Y. (1968). The effect of force gradient on the performance in speed-strength tasks. *Theory and Practice of Physical Culture*. Rusia 5.(7) p: 63-68.
- ZATSIORSKY, V. (1992). Intensity of strength training. *Facts and Theory: Russian and Eastern European Approach*. NCSA Journal 14, p: 46-57.