

Augment d'alçada en salt en jugadors universitaris de voleibol

Jump Height Increase in University Volleyball Players

PABLO QUIROGA MARABOLI
ALEJANDRO BUSTAMANTE GARRIDO
CHRISTOPHER AVENDAÑO HERNÁNDEZ
Universitat de Xile (Santiago, Xile)

SEBASTIÁN CÁCERES GUERRA
SEBASTIÁN URREA GONZÁLEZ
Estudiants de kinesiologia
Universitat de Xile (Santiago, Xile)

Autor per a la correspondència
Christopher Avendaño Hernández
christopheravendano@ug.uchile.cl

Resum

L'entrenament del salt és fonamental per obtenir un òptim acompliment en diversos esports, sent el mètode complex, basat en el fenomen de potenciació postactivació (PPA), un dels més utilitzats per a l'entrenament d'aquesta qualitat. Nombrosos estudis recolzen l'existència de PPA representada en les variacions d'un salt vertical, no obstant això, en la literatura no es descriu un protocol estàndard d'entrenament que generi aquest fenomen. Aquest estudi pilot quantitatiu quasi experimental té com a objectiu determinar en quina de les zones de força descrites per Naclerio s'ha d'entrenar perquè la PPA s'expressi, en major mesura, evidenciat en les variacions d'altura d'un salt Counter Movement Jump (CMJ). Es va utilitzar un mostreig per conveniència de vint-i-cinc individus, dividits aleatòriament en cinc grups, cadascun corresponent a una zona de força. Després els subjectes van ser entrenats amb mig esquat segons els paràmetres de cada zona. Finalment, es va obtenir l'altura del salt basant-se en la fórmula de Bosco a partir dels fotogrames d'una càmera digital. Es van trobar dues zones de força que van presentar un augment en l'altura del salt posterior a la potenciació, la zona de força potència i explosiva, no obstant això solament la primera d'aquestes va mostrar resultats significatius en aquest canvi ($p < 0,05$), representats com un 7 % d'augment. Pretenem que aquestes troballes siguin útils per al desenvolupament de nous estudis que permetin el disseny de noves metodologies d'entrenament i rehabilitació esportiva veient-se beneficiats per les seves propietats.

Paraules clau: potenciació postactivació (PPA), salt contramoviment (CMJ), zones de força, voleibol

Abstract

Jump Height Increase in University Volleyball Players

Jumping training is essential for optimal results in many sports, and the complex method, based on Post-Activation Potentiation (PAP), is one of the most used for this kind of training. Numerous studies support the existence of PAP variations displayed in a vertical jump, but a standard training protocol to generate such a phenomenon is not described in the literature. This quantitative quasi-experimental pilot study aims to determine which of the areas described by Naclerio require training for PAP to be expressed to a greater extent, as evidenced by the height variations in a Counter Movement Jump. We used convenience sampling of twenty five individuals, randomly divided into five groups each corresponding to an area of strength. Then the subjects were trained to squat according to the parameters of each area. Finally we obtained jump height based on the formula of Bosco from the frames of a digital camera. There were two areas of strength that showed an increase in the height of the post-potentiation jump, namely power and explosive. However, only the former showed significant results in this change ($p < 0.05$), represented as a 7% increase. We hope that these findings will be useful for developing new studies to design new training and sports rehabilitation methodologies which will benefit from their properties.

Keywords: post-activation potentiation (PAP), counter movement jump (CMJ), areas of strength, volleyball

Introducció

El present estudi emfatitza l'anàlisi d'una qualitat física fonamental en la majoria de les disciplines esportives, la potència. L'exercici més representatiu per excel·lència d'aquesta capacitat és el salt.

Per a l'entrenament del salt, el mètode més utilitzat és el denominat mètode complex o de transferències, basat en l'aplicació dels guanys d'un entrenament de força màxima i/o hipertrofia, en la realitat esportiva (Naclerio, 2010). El mètode complex es basa en un fenomen neuromuscular denominat potenciació postactivació (PPA), definit com un

“fenomen pel qual s'incrementa la força exercida per un múscul a causa de la seva contracció anterior. És una teoria que proposa que la contracció prèvia d'un múscul influeix en el rendiment mecànic de les contraccions musculars posteriors” (Lorenz, 2011).

Aquest estudi, de tipus pilot, centra la seva atenció en aquest fenomen, ja que el fet d'augmentar el coneixement disponible sobre la PPA pot ser de gran ajuda per a professionals de l'esport i la rehabilitació en produir major quantitat de força i potència, transitòriament, i en un moment donat.

Considerant que en el voleibol el salt és un recurs fonamental per aconseguir un acompliment òptim, treballarem amb individus d'aquesta disciplina per analitzar aquesta potenciació o augment transitori de la força, específicament de les extremitats inferiors, mitjançant l'avaluació del salt *counter movement jump* (CMJ) com a principal eina d'experimentació.

Marc teòric

Força

La força es defineix des de la fisiologia com la capacitat del sistema neuromuscular que permet vèncer o oposar-se a una resistència a través d'una tensió del teixit contràctil. Aquesta capacitat pot ser entrenada, i és fonamental en l'àmbit esportiu per aconseguir potenciar totes les altres capacitats físiques requerides en qualsevol gest esportiu. Independentment de la classe d'esport que es practiqui, la seva preparació ocupa un espai important dins de tota planificació esportiva. És cert que clàssicament es descriuen millores en la força a través de l'ús de resistències en el seu entrenament però no hem de creure que tot esportista ha d'entrenar aquesta qualitat de la mateixa manera, ja que si bé

l'entrenament de la força és el substrat fonamental la seva forma d'expressió és diferent. Sobre la base d'això s'han establert al llarg del temps diferents zones o manifestacions de la força, tal com ens descriuen Naclerio i Jiménez (2007):

“En els últims anys les recerques en el camp de l'entrenament de la força han ressaltat la importància de la relació entre el nivell de força aplicada, la velocitat aconseguida i la potència produïda en els exercicis. Un d'aquests treballs és l'estudi de la relació entre força, velocitat i potència en els exercicis amb resistències, el qual ha permès diferenciar zones on cadascuna d'aquestes variables es manifesta de forma diferent, en funció del percentatge de pes utilitzat, la velocitat assolida i la potència produïda al llarg d'un espectre de resistències des de lleugeres a màximes.”

Per entendre aquesta diferenciació es fa necessari conèixer el concepte de repetició màxima (RM), aquesta és la màxima càrrega possible per a un exercici amb la qual un individu és capaç de realitzar en una repetició. La RM es pot mesurar directament sota un protocol d'exercicis o es pot calcular indirectament sobre la base d'una sèrie d'equacions que han estat validades. D'aquesta manera, les zones o manifestacions de la força segons Naclerio i Jiménez (2007) són:

- **Zona de força explosiva:** s'aplica la màxima força possible contra pesos lleugers (>30 al 60 % d'1RM). En aquesta zona s'aconsegueixen els nivells més elevats de velocitat, la potència creix progressivament i la força és baixa.
- **Zona de força potència:** s'aplica la major força possible contra pesos moderats (> 60 al 80 % d'1RM). En aquesta zona, la velocitat d'execució és de moderada a baixa, la potència comença a disminuir, mentre la força augmenta.
- **Zona de força màxima:** es mobilitzen pesos superiors al 80 % de l'1RM. En aquesta zona s'aconsegueixen els nivells més elevats de força, la potència és baixa i la velocitat d'execució molt baixa.
- **Zona de força resistència:** existeixen 2 subzones diferenciades segons el percentatge del pes utilitzat:
 - Força resistència amb pesos baixos: pesos compresos entre el 30 i el 60 % d'1RM.
 - Força resistència amb pesos alts: pesos compresos entre el 60 i el 80 % d'1RM.

Potenciació postactivació (PPA)

El fenomen denominat PPA ha estat explicat fonamentalment per dues teories, la fosforilació de les cadenes lleugeres de miosina reguladores (RLC) i l'altra és l'increment en el reclutament d'unitats motores d'alt ordre.

A) *Fosforilació de les cadenes lleugeres de miosina reguladores (RLC)*. La molècula de miosina compleix un rol fonamental en la contracció muscular; aquesta molècula és un complex que conté sis subunitats, formades per dues cadenes pesades. Cada cadena pesada té una terminació amino, la qual s'anomena cap de miosina. Aquest cap de miosina conté dues cadenes lleugeres reguladores, cadascuna d'aquestes té un lloc d'unió per a una molècula de fosfat, aquesta fosforilació està a càrrec d'un enzim cinasa que és activada per la unió de les molècules de calci alliberades del reticle sarcoplasmàtic que s'uneixen a la calmodulina. La fosforilació de les cadenes lleugeres reguladores causa una alteració en l'estructura dels caps de miosina, a més està demostrat que aquesta fosforilació deixa més sensible la interacció actina miosina a les concentracions de calci mioplasmàtic. Per tant, la fosforilació de les cadenes lleugeres reguladores té el seu major efecte a una concentració menor de calci mioplasmàtic. Aquests efectes potenciarien les contraccions musculars subsegüents (Tillin & Bishop, 2009).

B) *Increment en el reclutament d'unitats motores d'alt ordre*. Les recerques han demostrat que una contracció isomètrica màxima eleva la capacitat de transmissió dels potencials excitatius a través de l'encreuament sinàptic en la medulla espinal. Aquest estat beneficiós pot durar diversos minuts després d'aquesta contracció i com a resultat hi ha un augment en els potencials postsinàptics, per al mateix potencial presinàptic durant l'activitat subsegüent (Tillin & Bishop, 2009).

Fatiga

Un factor a considerar és la coexistència temporal de la potenciació i la fatiga en la contracció muscular. La fatiga es defineix com una depressió de la resposta contràctil atribuïda a una activitat contràctil anterior, evidenciada generalment com una disminució de la força esperada (Rassier & Macintosh, 2000). A causa d'aquesta coexistència, es busca generar el fenomen de la potenciació, a través de l'execució d'un exercici desencadenant, inevitablement coexistiran tots dos fenòmens, però la fatiga decau més ràpidament que la potenciació, és per això que hi ha d'haver un interval de temps des de

l'execució de l'estímul desencadenant fins a l'estímul que es pretén potenciar, per donar pas a la recuperació de la fatiga i expressió pura de la potenciació.

En l'actualitat, són nombrosos els estudis que donen suport, amb resultats significatius, a l'existència del fenomen de la PPA en la manifestació de la força explosiva representada a través dels canvis en un salt vertical. En contrast, en la literatura no hi ha consens en relació amb un protocol estàndard que generi aquest fenomen (Jeffreys, 2008). Existeixen diverses variables que s'han de tenir en compte per elaborar un protocol d'experimentació sobre aquest fenomen, ja sigui en relació amb la càrrega, període de descans i repeticions de l'exercici potenciador. Aquestes variables s'unifiquen dins del concepte de les zones de força descrites anteriorment (Naclerio & Jiménez, 2007). L'anterior seria la principal determinant en la varietat i poca semblança dels resultats obtinguts fins al dia d'avui. Si bé aquestes conclusions són vàlides, és important establir una metodologia estable que expressi el fenomen de la PPA. No obstant això, no existeix consens quant a un protocol que consideri aquestes variables, amb l'objectiu de generar en major mesura l'expressió del fenomen de PPA en un salt vertical (Jeffreys, 2008).

D'aquesta manera sorgeix l'interrogant "¿En quina zona de força s'ha d'executar mig esquat com a fenomen potenciador per observar, en major mesura, el fenomen de PPA expressat en el canvi de l'altura d'un CMJ en jugadors de voleibol de la Universidad de Chile?". El propòsit d'aquest estudi és obtenir informació rellevant sobre un protocol estàndard en l'exercici que desencadena el fenomen de PPA, de tal manera que serveixi de base per al desenvolupament de noves metodologies d'entrenament i rehabilitació esportiva que utilitzin aquest fenomen i es vegin beneficiats per les seves propietats, sent l'objectiu general del mateix determinar en quina zona de força s'ha d'executar mig esquat com a fenomen potenciador per observar, en major mesura, el fenomen de PPA expressat en el canvi de l'altura d'un CMJ en jugadors de voleibol de la Universidad de Chile.

Materials i mètodes

Es va realitzar un estudi pilot de tipus quantitatiu quasi experimental, longitudinal i exploratori. L'estudi va ser dissenyat per determinar en quina zona de força ocorre, en major mesura, el fenomen de la PPA expressat en la variació de l'altura d'un salt CMJ posterior a un protocol d'entrenament de mig esquat

Fase 1	5 minuts de trot continu suau en Treadmill.
Fase 2	Exercicis de flexibilitat dinàmica d'EEII en pla sagital, per a quàdriceps, psoes, isquiotibials, tríceps sural.
Fase 3	Realització de 3 salts en el quadrant definit per a salts, per a preparació i adaptació.
Fase 4	Realització de 3 salts en quadrant definit per a salts.

◀ **Taula 1.** Protocol activació per a mesura de salts potenciat

sota els paràmetres de les zones de força descrites per Naclerio i Jiménez (2007.) La població d'estudi va correspondre als jugadors de voleibol, homes i dones, estudiants de la Universidad de Chile durant el període de març a desembre de l'any 2014. La mostra es va conformar inicialment per 25 subjectes, 12 homes i 13 dones, que complien amb els criteris de ser alumnat de la Universidad de Chile, participants actius de les seleccions de voleibol de les diferents facultats i que no presentaven antecedents de lesió musculoesquelètica en els tres mesos previs al procés d'obtenció de dades. Es va utilitzar el criteri de conveniència per a l'elecció de la mostra.

Les variables avaluades en aquest estudi són d'altura i el temps de vol en el salt vertical amb contra moviment (CMJ). La variable independent és l'execució de mig esquat segons les zones de força descrites per Naclerio.

Per al present estudi es van utilitzar les dependències del gimnàs de la facultat de medicina de la universitat de Xile.

Per al mesurament de l'altura dels salts es va utilitzar una càmera digital Samsung model WB100 amb capacitat per gravar vídeos de 30 fotogrames per segon, juntament amb un trípode marca Fujifilm adaptable amb una altura màxima d'1,65 metres. De la mateixa manera, es va utilitzar el programari d'anàlisi de moviment Kinovea versió 0.8.15.

Per al mesurament de RM i protocol d'entrenament es van utilitzar un total 140 kg de pes en discos olímpics, distribuïts en 4 discos de 2,5 kg, 6 de 5 kg, 4 de 10 kg i 2 de 20 kg, a més de dues barres olímpiques.

La mostra va ser dividida de manera aleatòria, a través d'un sorteig, en 5 grups de 4 individus que representen cadascuna de les zones de força, força màxima, força potència, força explosiva i força resistència pesos alts i pesos baixos.

Es van realitzar 2 mesuraments a cada participant, la primera d'aquestes va consistir en el càlcul de la resistència màxima directa en mig esquat sota el protocol de Cases descrit per Jiménez (2005). El segon mesurament va consistir a quantificar l'altura del salt previ i posterior al protocol d'entrenament establert segons les zones de força descrites per Naclerio. Aquesta sessió es va

Zona de força	% 1 RM	Repeticions per sèrie	Sèries	Pausa entre sèries
Màxima	90 %	3	4	3'
Resistència pesos alts	75 %	8	6	3'
Resistència pesos baixos	50 %	15	5	2'
Explosiva*	45 %	5	6	3'
Potència	70 %	3	3	3'

* Màxima velocitat d'execució.

▲ **Taula 2.** Mitjana dels paràmetres de càrrega, sèrie, repeticions i temps de descans segons zona de força descrita per Naclerio

iniciar amb una breu activació muscular protocolitzada per Alejandro Bustamante, docent de la Facultat de medicina de la Universidad de Chile, professor d'educació física de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación i magister d'entrenament esportiu de la Universidad Mayor, la qual es descriu en la *taula 3*.

A continuació es van realitzar 3 salts de pràctica per normalitzar la tècnica del CMJ, per posteriorment dur a terme el mesurament dels 3 salts previs a la potenciació. Aquests salts van ser realitzats en un àrea delimitada de 60 x 60 cm i registrats per la càmera abans descrita situada a 1.8 metres de distància d'aquest quadrant, a una altura de 50 cm proporcionats pel trípode. Es va realitzar l'entrenament potenciador de mig esquat amb les mitjanes de càrrega, sèries, repeticions i descansos definits per les zones de força segons Naclerio i Jiménez (2007), com es descriu en la *taula 4*.

El temps entre l'execució de l'entrenament de mig esquat amb càrrega i el mesurament dels salts posteriors van ser de 10 minuts, temps establert sobre la base del metanàlisi de l'any 2012 que va determinar que entre 8 i 12 minuts de temps de descans els resultats van ser molt significatius (Gouvêa, Fernandes, Peixoto, Barbosa, & Chagas, 2012), per la qual cosa usem la mitjana d'aquests dos valors. A continuació es van registrar 3 salts posteriors a l'entrenament, amb la mateixa metodologia dels 3 salts previs.

Finalment, es va determinar l'altura dels 6 salts de cada individu (3 previs i 3 posteriors a l'entrenament) a través de la fórmula de Bosco, Luhtanen, & Komi

(1983), a partir del temps de vol obtingut mitjançant l'anàlisi de vídeo amb l'ús del programari Kinovea, on cada fotograma lliurat per la càmera significa 0,333 segons. Es va utilitzar com a tècnica d'emascarament el simple cec.

Per a l'anàlisi de les dades, l'altura dels salts obtinguts van ser tabulats en Excel, segons la zona de força entrenada, per després ser analitzats al programari SPSS statics, on se'ls va aplicar la prova de normalitat Shapiro-Wilk, per determinar si les dades distribuïen de manera normal.

Posteriorment, a les zones de força que van distribuir de manera normal, se'ls va aplicar el *t* de Student per a mostres relacionades, mentre per a aquelles zones en què les dades no van distribuir de forma normal, se'ls va aplicar la prova no paramètrica de Wilcoxon, amb l'objectiu de determinar si les variacions en l'altura dels salts van ser significatives considerant un interval de confiança del 95 %.

En relació amb les consideracions ètiques en aquest estudi, la presència de lesions va ser un factor a considerar, no obstant això, els individus que presentaven algun tipus de lesió musculoesquelètica van ser descartats de participar en l'estudi. El principal risc va recaure en el mesurament de la RM, ja que s'entrena amb pesos elevats, i és per això que hi havia un equip d'almenys 3 individus que protegien la seguretat de cada subjecte al moment d'aquesta avaluació. Així mateix, cada protocol i intervenció de caràcter físic va ser supervisat pel professor de l'àrea, Alejandro Bustamante.

Aquest estudi va ser aprovat pel comitè d'ètica de la Facultat de medicina de la Universidad de Chile, de la mateixa manera es va realitzar un procés de consentiment informat, on es va convidar a cada subjecte a participar voluntàriament del nostre estudi detallant el procés de recerca.

Resultats

Dels 25 individus inicials, un no va assistir a la primera sessió per causa d'una lesió i quatre van assistir solament a la primera etapa del procés, per la qual cosa la mostra final va consistir en 20 subjectes (10 homes i 10 dones), les característiques dels quals s'especifiquen a la *taula 3*.

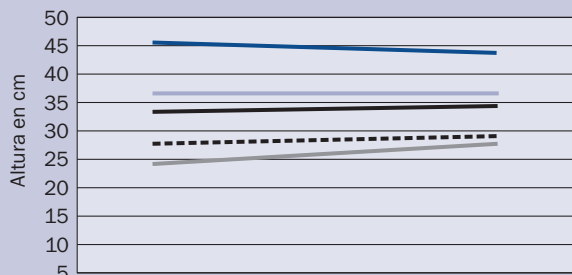
A la *taula 4* es mostren els valors mitjans de les característiques antropomètriques i RM dels individus participants, segons cada zona de força. Cada zona va ser conformada per 4 subjectes designats aleatòriament.

	N	Mínim	Màxim	Mitjana	DE
<i>Homes</i>					
Pes (kg)	10	60,50	86,00	76,90	8,25
Talla (m)	10	1,65	1,92	1,78	0,07
Edat (anys)	10	20,00	23,00	22,00	0,94
<i>Dones</i>					
Pes (kg)	10	52,00	77,00	61,90	7,48
Talla (m)	10	1,59	1,74	1,66	0,05
Edat (anys)	10	19,00	27,00	22,10	2,02

▲ **Taula 3.** Característiques de l'alumnat participant

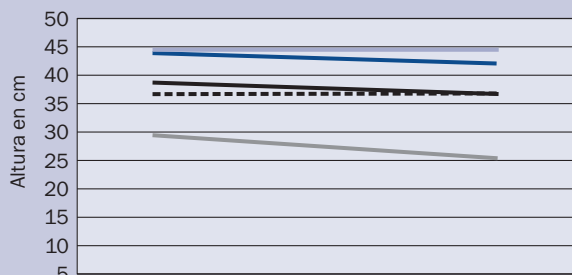
	Mínim	Màxim	Mitjana	DE
<i>Zona de força explosiva</i>				
Pes (kg)	60,50	86,00	69,25	11,60
Talla (m)	1,65	1,92	1,75	0,11
Edat (anys)	20,00	22,00	21,25	0,95
RM	70,00	130,00	92,50	27,23
IMC	21,13	23,33	22,28	0,90
<i>Zona de força potència</i>				
Pes (kg)	60,00	77,00	69,37	7,15
Talla (m)	1,64	1,84	1,72	0,08
Edat (anys)	22,00	27,00	23,25	2,50
RM	70,00	120,00	98,75	20,96
IMC	21,27	26,33	23,33	2,18
<i>Força resistència pesos baixos</i>				
Pes (kg)	52,50	81,50	63,50	12,92
Talla (m)	1,62	1,78	1,67	0,07
Edat (anys)	22,00	23,00	22,50	0,57
RM	60,00	120,00	81,25	26,57
IMC	20,00	25,72	22,37	2,49
<i>Força resistència pesos alts</i>				
Pes (kg)	62,00	85,00	73	11,22
Talla (m)	1,63	1,75	1,69	0,05
Edat (anys)	19,00	22,00	21	1,41
RM	70,00	120,00	101,25	23,93
IMC	22,23	27,76	25,37	2,52
<i>Força màxima</i>				
Pes (kg)	52,00	82	71,87	14,02
Talla (m)	1,59	1,83	1,75	0,11
Edat (anys)	21,00	23	22,25	0,95
RM	65,00	130	107,50	29,58
IMC	20,57	24,60	23,09	1,89

▲ **Taula 4.** Mitjana de les mesures antropomètriques, edat i RM dels esquats



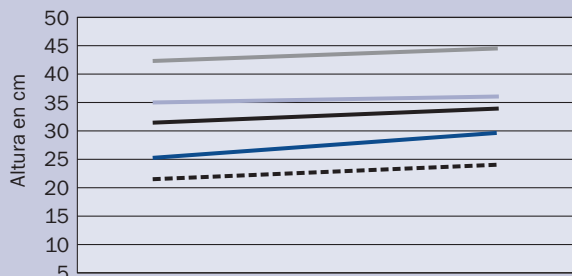
	Salt previ	Salt posterior
— Subjecte 1	24,22777729	27,99351796
- - - Subjecte 2	27,99351796	29,30925867
— Subjecte 3	36,34166594	36,34166594
— Subjecte 4	45,77870279	44,09999912
— Mitjana	33,58541599	34,43611042

1. Força explosiva



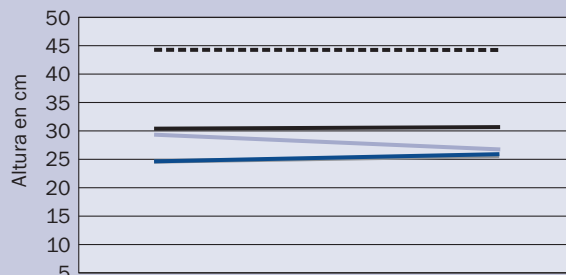
	Salt previ	Salt posterior
— Subjecte 1	29,30925867	25,45277727
- - - Subjecte 2	36,34166594	36,34166594
— Subjecte 3	44,09999912	44,09999912
— Subjecte 4	44,09999912	42,51203519
— Mitjana	38,46273071	37,10161963

2. Força màxima



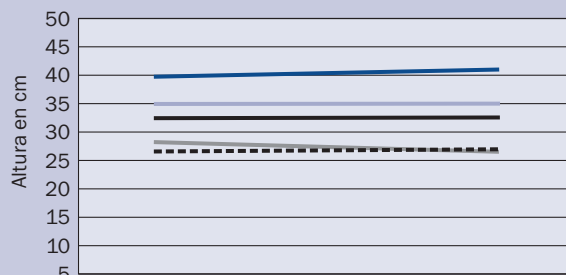
	Salt previ	Salt posterior
— Subjecte 1	42,51203619	44,09999912
- - - Subjecte 2	21,86851808	24,22777729
— Subjecte 3	34,84444375	36,34166594
— Subjecte 4	25,45277727	29,30925867
— Mitjana	31,16944382	33,49467526

3. Força potència



	Salt previ	Salt posterior
— Subjecte 1	24,22777729	25,45277727
- - - Subjecte 2	44,09999912	44,09999912
— Subjecte 3	29,30925867	26,67777724
— Subjecte 4	24,22777729	25,45277727
— Mitjana	30,46620309	30,42083272

4. Força resistència pesos baixos



	Salt previ	Salt posterior
— Subjecte 1	27,99351796	26,67777724
- - - Subjecte 2	26,67777724	26,76851798
— Subjecte 3	34,84444875	34,84444375
— Subjecte 4	39,33611032	40,92407326
— Mitjana	32,21296232	32,30370306

5. Força resistència pesos alts

Gràfics 1-5. Mitjanes dels salts previs i posteriors de cada individu segons la zona de força en què va realitzar l'exercici potenciador

Van existir dues zones de força que van presentar un augment mitjà en l'altura de salt, dues zones de força que no van presentar canvis i una zona que va evidenciar una disminució en aquest valor posterior al protocol d'entrenament, tal com ho mostren els gràfics 1, 2, 3, 4 i 5.

Les zones de força que van presentar un augment en la mitjana dels salts posteriors a la potenciació van ser: la zona de força explosiva amb un canvi de 0,85 cm d'altura i la zona de força potència amb un canvi de 2,32 cm d'altura després de l'entrenament de mig esquat. D'aquestes, només la zona de força potència va

Zona	Mitjana dels salts previs (cm)	Mitjana dels salts posteriors (cm)	Diferència de les altures mitjanes dels salts post i pre (cm)	Diferència de les altures mitjanes dels salts post i pre. Percentatges (cm)
Força explosiva	33,58	34,43	0,85	3%
Força màxima	38,46	37,10	-1,36	-4%
Força potència	31,16	33,49	2,32	7%
Força RPB	30,46	30,42	-0,04	0%
Força RPA	32,21	32,30	0,09	0%

Taula 5. Mitjana de l'altura dels salts previs i posteriors a l'exercici potenciador. Diferència de les altures mitjanes dels salts post i pre estimul i la corresponent expressió percentual. Tot segons zona de força

evidenciar un valor de canvi significatiu ($p < 0,05$) expressat en un 7 % d'augment en l'altura del salt posterior a la potenciació, com s'explica en la *taula 5*.

Les zones de força de resistència pesos baixos com a resistències pesos alts no van presentar variacions significatives ($p > 0,05$), mentre que la zona de força màxima va evidenciar una disminució del 4 % en l'altura mitjana dels salts posteriors a la potenciació, la qual tampoc qualifica com una diferència significativa ($p > 0,05$) (*taula 5*).

Discussió

En aquest estudi es va intentar determinar si existeixen diferències significatives entre les altures d'un salt CMJ abans i després a un entrenament potenciador realitzat segons les diferents zones de força descrites per Naclerio i Jiménez (2007), ja que en l'actualitat són nombrosos els estudis que recolzen, amb resultats significatius, l'existència del fenomen de la PPA en la manifestació de la força explosiva representada a través dels canvis en un salt vertical. No obstant això, en la literatura no hi ha consens en relació a un protocol estàndard que generi aquest fenomen (Jeffreys, 2008).

A aquest efecte ens plantegem determinar en quina zona de força s'ha d'executar el mig esquat com a fenomen potenciador per observar, en major mesura, el fenomen de PPA expressat en el canvi de l'altura d'un CMJ en jugadors de voleibol de la Universidad de Chile.

D'aquesta manera les principals troballes obtingudes en aquest estudi van determinar que dins de les cinc zones de força descrites per Naclerio, en les quals es va entrenar el mig esquat com a exercici potenciador, solament es van trobar diferències significatives per a la zona de força potència ($p < 0,05$).

La zona de força potència es caracteritza, tal com descriu la *taula 2*, per ser entrenada amb un percentatge de càrrega del 70 % de la RM dels subjectes, realitzant 3 sèries de 3 repeticions amb descansos de 3 minuts entre cada sèrie, fet que es correlaciona amb l'estudi de Young, Jenner i Griffiths l'any 1998, que va trobar diferències significatives en salts CMJ a través d'un protocol de potenciació amb alta càrrega. No obstant això, aquest estudi va establir un període de descans de 4 minuts entre l'entrenament potenciador i el salt posterior, la qual cosa no es correlaciona amb la bibliografia actual que descriu que entre 8 i 12 minuts després a la potenciació es produeix un major efecte del fenomen de PPA (Gouvêa, Fernandes, Peixoto, Barbosa, & Chagas, 2012) com si es va establir en aquest estudi.

Un estudi realitzat per Gargoulis, Aggeloussis, Kasmatitis y Mavromatis (2003) va demostrar una millora mitjana de 2,39 ($p < 0,05$) en l'altura de salt vertical després de 5 sèries de esquats per 2 repeticions al 20 %, 40 %, 60 %, 80 % i 90 % d'1RM i amb 3 minuts de descans entre sèrie, sent resultats molt similars als oposats en el nostre estudi per a la zona força potència, tenint a més una sèrie de similituds en els protocols emprats. En primer lloc, el temps de descans entre sèries (3 minuts) va ser el mateix considerat per l'estudi de Gargoulis et al. (2003) i l'entrenament a la zona de força potència executat segons els paràmetres de Naclerio, en el nostre estudi. Així mateix, en tots dos estudis l'exercici potenciador va ser mig esquat.

D'altra banda, trobem una alta concordança en els volums relatius de l'entrenament del mig esquat, tal com es descriu en la *taula 6*. No obstant això l'estudi de Gargoulis et al. (2003) no va presentar temps de descans entre l'entrenament l'avaluació del salt posterior.

Si bé és cert que els resultats d'aquest estudi van ser concloents, podem identificar alguns factors

	Gargoullis et al. (2003)	Entrenament en zona de força potència
Sèries	5	3
Repeticions	2	3
% RM	20%, 40%, 60%, 80% i 90%*	70%
Volum relatiu %	580% (5,8 RM)	630% (6,3 RM)

* Per a efectes del càlcul de volum relatiu en aquest protocol s'han de fer les mitjanes dels % de RM de cada sèrie.

Taula 6. Contrast de volum relatiu del protocol d'entrenament de Gargoullis et al. (2003), i entrenament en zona de força potència segons Naclerio

limitadors en la metodologia emprada per a la recerca. En primer lloc es troba la capacitat d'enregistrament de la càmera utilitzada (30 fotogrames per segon) per a l'avaluació del temps de vol dels participants, ja que d'haver utilitzat una càmera amb major capacitat, les dades de l'altura de salts obtinguts haguessin estat més precisos.

D'altra banda, per tractar-se d'un estudi pilot, el nombre d'individus participants (20) podria haver afectat la representativitat dels resultats obtinguts per a cada zona de força. De la mateixa manera, considerant les característiques dels subjectes d'estudi (taula 3) no podríem assegurar que l'augment transitori de la força trobat en entrenar a la zona de força potència i expressat en els canvis de un salt vertical, es puguin extrapolar a altres disciplines esportives i a totes les edats. En relació amb les projeccions i aplicabilitat dels resultats d'aquest estudi, podem entendre una rellevància fonamentalment de tipus pràctica, a causa que el fenomen de la PPA requereix un protocol estàndard per a l'execució de l'exercici desencadenant. De tal manera que, considerant que en entrenar a la zona de força potència s'expressa en major mesura dit fenomen, s'utilitzi aquesta troballa per al disseny de noves metodologies d'entrenament i rehabilitació esportiva veient-se beneficiats per les seves propietats.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

Referències

- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50(2), 273-282. doi:10.1007/BF00422166
- Digby, G. (2002). Sale Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138-143. doi:10.1097/00003677-200207000-00008
- Gargoullis, V., Aggeloussis, N., Kasmatis, P., & Mavromatis, G. A. (2003). Effect of a submaximal half squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 342-344.
- Gouvêa A., Fernandes I., Peixoto E., Barbosa W., & Chagas, P. (2012). The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences*, 31(5) 459-467. doi: 10.1080/02640414.2012.738924
- Grosser, M., & Müller, H. (1989). *Desarrollo muscular*. Barcelona: Hispano Europea.
- Jeffreys, I. (2008). A review of post activation potentiation and its application in strength and conditionings. *UK Strength and Conditioning Association*, 12, 17-24.
- Jiménez, A. (2005). *Entrenamiento Personal, Bases, Fundamentos y Aplicaciones* (1a ed.). Barcelona: Editorial Inde.
- Lorenz, D. (2011). Postactivation potentiation: An introduction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 6(3), 234-240.
- Naclerio, F. (2010). *Entrenamiento deportivo: Fundamentos y Aplicaciones en diferentes deportes*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Naclerio, F., & Jiménez, A. (2007). Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: Cómo determinar las zonas de entrenamiento. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2(2), 42-52. doi:10.4100/jhse.2007.22.03
- Rassier, D., & MacIntosh B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33(5) 499-508. doi:10.1590/S0100-879X200000500003
- Tillin, A., & Bishop, D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166. doi:10.2165/00007256-200939020-00004
- Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomee, R. (2007). The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode of Strength Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans. *Sports Medicine*, 37(3), 225-264. doi:10.2165/00007256-200737030-00004
- Young, W. B., Jenner, A., & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 82-84. doi:10.1519/00124278-199805000-00004