

# **VALORACIÓ DE LA CAPACITAT DE SALT I SINCRONITZACIÓ TEMPORAL INTERGRUPAL EN LA GIMNÀSTICA ESTÈTICA DE GRUP**

Natàlia ROVIRA i RIBA

Treball Final de Grau. 4t curs Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

Tutor: José Luis López del Amo

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes – Universitat de Vic

Vic, 10 de maig de 2012

## RESUM

La Gimnàstica Estètica de Grup (GEG) és un esport emergent del qual no existeix gairebé cap treball de camp i/o publicació.

En relació al codi de puntuació d'aquesta modalitat, tant les capacitats de salt com la unitat de moviment del cos i la sincronització entre els membres del conjunt, tenen un pes molt important en la puntuació del valor tècnic i de l'execució.

En aquest estudi s'ha realitzat la mesura, avaluació i comparació de les manifestacions de la força explosiva, elàstica i reactiva d'un grup de gimnàstica d'estètica d'alt nivell al principi i al final del període competitiu, mitjançant la bateria de tests de salts verticals de Bosco, concretament SJ, CMJ, CMJas i RJ (15" CMJas). També s'ha analitzat la sincronització i/o coordinació temporal intergrupal d'execució de les dificultats tècniques de salt de les coreografies competitives, al llarg del període competitiu d'un conjunt de gimnàstica estètica d'alt nivell, tenint en compte la sincronització en començar la dificultat i en acabar-la.

Els resultats obtinguts demostren que la manifestació de força elàstico-explosiva en CMJ ha disminuït un 0,46 % i la força explosiva SJ (sense reutilització d'energia elàstica ni aprofitament del reflex miotàtic) ha augmentat un 4,63 %. Durant el període competitiu del conjunt sènior de gimnàstica estètica del Club Muntanyenc Sant Cugat, la influència dels braços en la capacitat de salt ha augmentat un 1,32% i la potència anaeròbica alàctica un 4,76%.

Tot i que en la majoria de tests, els resultats han estat positius, no es considera que la mostra hagi assolit una millora significativa, atès que no ha superat el 10% proposat en començar l'estudi, i els valors obtinguts són totalment inestables. S'ha vist que en un mateix test el % de pèrdues i de guanys ha

estat molt variat, de manera que no es pot establir una relació de millora de la capacitat de salt en funció de l'entrenament.

Pel que fa a la sincronització temporal intergrup, ha millorat entre un 37,50% (sincronització temps inicial) i un 50,00% (sincronització temps final) en relació a les dificultats tècniques. Fet que és relaciona directament amb l'automatització de mecanismes d'execució al llarg de la temporada competitiva. Tot i així no s'ha igualat o superat la millora d'un 70% proposada per les hipòtesis inicials de l'estudi.

***Paraules clau.*** *Gimnàstica estètica de grup, força, capacitat de salt, sincronització temporal, coordinació.*

## **ABSTRACT**

Aesthetic Gymnastic Group is an emergent sport and we can't find almost any study or publication about it.

According to the punctuation code of this modality, including the jumping capacities, the movement unit of the body and the synchronization between its members, they have an important role in the punctuation technic value and of the execution.

Since the beginning until the end of the competitive term it has been made, in this study, through the low platform of Bosco's vertical jump, specifically the measure, the assessment and the comparison of the explosive, elastic and reactive strength demonstrations of one high level aesthetic gymnastic group. It has also been analyzed the intergroup temporal coordination of the technic difficulties of execution of the jump's competitive choreography, during all the competitive term of the high level aesthetic gymnastic group, having in mind the synchronization from the beginning until the end.

The obtained results show that the demonstration of the explosive elastic strength in CMJ has decreased 0,46% and the explosive strength SJ (without reusing the elastic energy nor the use of the myotatic reflex) has increased 4,63%. During the competitive period of the aesthetic gymnastic senior group (Club Muntanyec Sant Cugat), the arms influence in the capacity on the jump has increased 1,32% and the alactic anaerobic power 4,76%.

Although the majority of the tests have been positive it is not considered that the sample has achieved an important improvement, as it has not pass the 10% that was the aim at the beginning of the study and the obtained values are totally unstable. It has been seen that in the same test the loss and benefits percents has been very varied, in conclusion we cannot set a relation of improving of the jump capacity according to the training.

In relation with the intergroup temporal synchronization, it has improved between 37,50% (initial time synchronization) and 50,00% (final time synchronization) related to the technical difficulties. This fact is directly related with the automation of execution mechanism throughout the competitive period. Even that it hasn't been leveled or beaten the 70% improvement proposed by the initial hypothesis of the study.

**Keywords.** Aesthetic Gymnastic Group, strength, jumping capacity, temporal synchronization, coordination.

## Índex

	Pàg.
1 Introducció.....	2
2 Fonamentació teòrica.....	5
2.1 La Gimnàstica Estètica de Grup .....	5
2.2 La GEG com a modalitat competitiva .....	6
2.2.1 Sistema de puntuació.....	6
2.2.2 Requisits tècnics obligatoris i sincronització.....	7
2.3 Capacitats físiques i GEG.....	9
2.3.1 La força: manifestació elàstica-explosiva.....	10
2.3.2 La coordinació: mecanismes d'execució motora.....	13
3 Aplicació pràctica .....	19
3.1 Mostra.....	19
3.2 Instruments .....	21
3.3 Escenari.....	22
3.4 Procediment.....	22
3.4.1 Tests de Bosco.....	22
3.4.1.1 Protocol.....	23
3.4.1.2 Obtenció de dades.....	25
3.4.2 Sincronització temporal intergrupals .....	28
3.4.2 Protocol i obtenció de dades .....	29
4 Resultats .....	32
4.1 Test Bosco.....	32
4.2 Sincronització temporal intergrupals.....	40
5 Discussió i Conclusions.....	49
6 Bibliografia.....	54

## 1 Introducció

Aquest projecte d'investigació, està dirigit des de la Universitat de Vic i pren com a objecte d'estudi els requisits tècnics de la Gimnàstica Estètica de Grup en relació a les capacitats de salt i la sincronització i/o coordinació temporal intergrupals.

La Gimnàstica Estètica de Grup (GEG) és un esport emergent del qual no hi ha gaires publicacions, fet que dóna una certa rellevància a l'estudi en qüestió i alhora implica una aproximació al tema a partir d'investigacions referents a continguts comuns amb altres disciplines gimnàstiques i/o a termes generals d'entrenament.

L'elecció d'aquesta temàtica ha estat escollida per diverses raons:

- La gairebé inexistent literatura i estudis referents a la Gimnàstica Estètica de Grup.
- Un interès personal i professional vers la modalitat gimnàstica esmentada.
- L'escassa utilització de la valoració i el control de les capacitats de salt i coordinació temporal intergrupals en aquest esport.
- L'interès personal i professional per determinar fins a quin punt influeix l'entrenament específic de la GEG en les capacitats de salt vertical.

Partint de l'anàlisi del codi de puntuació de la GEG, i tenint en compte que la capacitat de salt ha estat avaluada tant per la selecció d'esportistes com pel control d'entrenament de diferents modalitats gimnàstiques, el **primer objectiu de recerca** d'aquest estudi és:

- *Mesurar, avaluar i comparar les manifestacions de la força d'un grup de gimnàstica estètica d'alt nivell al principi i al final del període competitiu, mitjançant la bateria de salts verticals de Bosco, concretament SJ, CMJ, CMJas i RJ (15" CMJas).*

La valoració mitjançant els tests de Bosco (Grande et al., 2009) s'ha dut a terme en modalitats de gimnàstica artística femenina (GAF) i gimnàstica rítmica esportiva (GR) però no s'ha fet mai, que tinguem constància, en la modalitat de Gimnàstica estètica de grup (GEG).

La bateria de salts verticals dissenyada per Carmelo Bosco al començament dels anys 80, té per objectiu valorar les característiques morfofisiològiques (tipus de fibra muscular), funcionals (altures i potències mecàniques de salt) i neuromusculars (aprofitament de l'energia elàstica i del reflex miotàtic, resistència a la fatiga) de la musculatura extensora dels membres inferiors a partir de les altures obtingudes en diferents tipus de salts verticals i de la potència mecànica d'alguns d'ells (Bosco [et al.], 1983).

Cercant l'anàlisi de la manifestació de la força de la GEG d'aquest estudi i efectuant una correlació amb les exigències d'execució del codi de puntuació de la modalitat esportiva, el **segon objectiu de recerca** d'aquest estudi és:

- *Analitzar la sincronització i/o coordinació temporal intergrup al d'execució de les dificultats tècniques de salt de les coreografies competitives al llarg de període competitiu d'un conjunt de gimnàstica estètica d'alt nivell.*



Desembocant així en les dues **hipòtesis** següents:

- *Les capacitats de salt vertical presenten una millora significativa del 10% al final de l'etapa competitiva, en relació al seu començament.*
- *La sincronització i/o coordinació temporal de les dificultats tècniques presenta una millora exponencial al llarg del període competitiu i es redueix un 70% el temps de desincronització.*

## 2 Fonamentació teòrica

A continuació es presenta una fonamentació teòrica des de la perspectiva de la Gimnàstica Estètica de Grup i dels requeriments tècnics d'aquesta modalitat esportiva en relació a la força elàstica-explosiva i reactiva i la sincronització/coordinació temporal intergrup al.

### 2.1 La Gimnàstica Estètica de Grup

La Gimnàstica Estètica de Grup (GEG) és un esport relativament jove, que va néixer l'any 1992, arran d'una escissió de la gimnàstica rítmica esportiva (GR), que en aquella època va patir un canvi normatiu que redundaria en un augment, cada vegada més gran, de les exigències físiques i tècniques de les esportistes. Així doncs, un sector de l'elit de la GR va decidir crear un nou esport en el qual els valors de la dansa esportiva no estiguessin contraposats a la pràctica física d'exercicis saludables. Tot i així, no va ser fins l'any 2004 que aquesta modalitat esportiva va arribar a Espanya.

Aquest esport, “és una disciplina gimnàstica basada en el moviment estilitzat i natural del cos, on els malucs són el centre bàsic de l'acció” (AEGEG, 2004). “La coordinació de moviments harmònics, rítmics i dinàmics realitzats amb l'ús econòmic i natural de la força” (IFAGG, 2006) ha d'aconseguir reflectir cada acció en la totalitat del cos, fomentant una amplitud, rapidesa i velocitat variada i una fluïdesa que trobi l'origen del moviment en l'acció anterior.

## **2.2 La GEG com a modalitat competitiva**

A diferència de la rítmica, aquesta modalitat sempre es practica en grup (de sis a catorze gimnastes, dependent de l'edat). En categoria sènior, el conjunt pot està format per 6 a 12 gimnastes.

La composició es realitza en un tapís de 13 x 13 metres, sense aparells i en un temps d'un interval comprès entre els 2'15" i 2'45". Iniciant el cronòmetre amb el primer moviment de l'equip, un cop haver pres la posició inicial dins del tapís, i aturant el cronòmetre tan aviat com totes les gimnastes estiguin completament quietes.

L'exercici o programa de competició és lliure, però sempre ha de respectar el codi i els requeriments que s'hi estableixen, esdevenint-ne una història, on la música, l'expressió i les dificultats executades conformen una unitat.

### **2.2.1 Sistema de puntuació**

El sistema de puntuació de la GEG és divideix en tres parts: Valor Tècnic (VT= 6,00 punts), Valor Artístic (VA = 4,00 punts) i Execució (E = 10,00 punts). Amb una puntuació màxima de 20,00 punts (VT + VA + E).

El Valor Tècnic avalua quins elements o dificultats ha realitzat el conjunt de gimnastes, tenint en compte que per poder puntuar-los l'han d'executar tots els membres de l'equip. Aquesta nota pot tenir una puntuació màxima de 6,00 punts.

El Valor Artístic avalua la qualitat de la gimnasta (tècnica i connexió dels moviments, demostració de les habilitats de la gimnasta, l'estructura de la composició i l'expressió artística. Aquesta nota pot tenir una puntuació màxima de 4,00 punts.

L'Execució, té en compte totes les imperfeccions. Poden ser: tècniques, d'unitat del grup, de moviments corporals, d'equilibris, de salts, de transicions, d'imprecisions i de carències físiques o de faltes de sincronització entre el moviment i la música. A diferència de les dues anteriors, aquesta puntuació parteix de 10,00 punts i penalitza al grup, restant la puntuació corresponen a cada falta o imperfecció citada anteriorment (AEGEG, 2011).

### **2.2.2 Requisits tècnics obligatoris i sincronització**

El Valor Tècnic d'aquesta modalitat defineix 3 grups d'elements obligatoris, els quals són alhora els requisits mínims de la composició de competició: equilibris, salts i moviments corporals (swings, ones i contraccions).

En l'àmbit competitiu, els moviments corporals base són les ones, els swings i les contraccions (AEGEG, 2004).

- La forma bàsica de l'ona comença amb la relaxació del cos i continua amb l'impuls del maluc cap endavant, endarrere o lateralment, que es reflecteix a tot el cos.
- Els swings es divideixen en 4 fases: la d'adquirir velocitat, el swing, la deixada i l'extensió. La importància d'aquest moviment és l'alternança entre extensió i relaxació, com també entre força i fluïdesa. Aquest moviment corporal pot fer-se cap endavant, de costat a costat, i en un pla horitzontal.
- Les contraccions són un altre grup de moviment corporal. Es contrauen els abdominals, però l'esquena segueix activa. La resta del cos reflecteix naturalment la contracció. La forma bàsica és la contracció dels músculs de l'estómac. Els malucs van cap enrere, la barbata cap a dins i les espatlles empenyen cap endavant. L'esquena s'arqueja cap dalt i el cap cau endarrere.

Els salts poden ser de formes corporals diverses, amb la impulsió d'una i dues cames o amb rotació durant el vol, però tots han de presentar les següents característiques:

- Forma fixa i ben definida durant el vol.
- Forma fixa i ben definida durant la rotació dels salts amb gir a l'aire.
- Bona amplitud de forma.
- Bona amplitud en l'altura i l'elevació.
- Bon control del cos durant i després del salt.
- La recepció al terra ha de ser lleugera i suau.

Els equilibris poden ser estàtics o dinàmics (girs, tourleans i aspa).

La superfície de recolzament dels equilibris estàtics poden ser sobre una cama, de genolls o en posició "cosac", però la cama lliure sempre ha d'estar elevada un mínim de 90° i tots han de presentar les següents característiques:

- Forma fixa i ben definida durant l'equilibri.
- Bona amplitud de forma.
- Bon control en el cos durant i després de l'equilibri.

Els equilibris dinàmics, en canvi, han de presentar les característiques següents:

- Forma fixa i ben definida durant el gir.
- Bona amplitud en la forma.
- Bon control del cos durant i després del gir.
- Els girs poden realitzar-se a peu pla o "relevé".

L'objectiu, doncs, és aconseguir realitzar aquests elements amb la mínima penalització d'execució i la màxima puntuació d'artístic, per tal d'assegurar la comptabilització de la dificultat en el valor tècnic.

Tanmateix, com molt bé diu el nom d'aquesta modalitat esportiva, tots els elements es comptabilitzen com a grup, és a dir, totes les gimnastes hauran d'executar l'element, perquè els compatibilitzi el valor tècnic, però també l'hauran d'executar al mateix temps, com a unitat, aconseguint una sincronització perfecta entre les pròpies gimnastes i entre la música i el moviment (AEGEG, 2011).

Així doncs, tot i que la sincronització no és un element tècnic la considerem un requisit imprescindible d'aquesta modalitat competitiva.

### **2.3 Capacitats físiques i GEG**

Tenint en compte els requisits tècnics de la GEG i prenen com a similar la Gimnàstica Rítmica, aquesta modalitat requereix una condició física, en termes generals, de velocitat acíclica de moviments continus, força elàstica-explosiva i resistència anaeròbica làctica, destacant per sobre de la resta, l'amplitud de moviments i la sincronització grupal.

“En funció de les característiques específiques del moviment a realitzar i de la forma en què es desenvolupa en l'espai, en predomina una, dues o més d'aquestes capacitats respecte de les altres. Això no vol dir que les altres desapareixen totalment. La gimnasta millora constantment la seva preparació física i perfecciona les seves possibilitats funcionals i li permet assimilar més ràpida i exitosament la tècnica dels exercicis gimnàstics, atesa la coordinació de tots els òrgans i sistemes” (Mendizábal, 2001).

Tanmateix totes aquestes capacitats físiques influeixen en l'execució de les dificultats de salt i d'equilibri (dinàmic i estàtic). Per aquest motiu, aquest estudi se centrarà en la capacitat i dificultats de salt.

### **2.3.1 La força: manifestació elàstica-explosiva.**

La força, des del punt de vista pràctic, s'entén com la capacitat de la musculatura per produir l'acceleració o deformació d'un cos, mantenint-lo immòbil o frenant el seu desplaçament (González Badillo i Gorostiaga, 1995).

La Gimnàstica Estètica, doncs, requereix esforços curts i de molt alta intensitat amb recuperacions actives. Aquesta capacitat d'exercir la màxima producció de força per unitat de temps, s'anomena força explosiva i suposa la millor relació força - temps de tota la corba.

La força explosiva, depèn de la força màxima dinàmica, sobretot en l'aspecte neural corresponent al reclutament i sincronització instantània de les unitats motores (activació del sistema neuromuscular amb la finalitat de desenvolupar altes velocitats d'execució o acceleració en l'expressió de força).

La manifestació reactiva d'aquest tipus de força representa la tensió que és capaç de desenvolupar un múscul per deformació de les seves estructures i es defineix per un doble cicle de treball muscular, és a dir, un CEE (estirament – escurçament).

El CEE es caracteritza per ser més potent que la contracció concèntrica aïllada a causa de la intervenció del reflex miotàtic i la capacitat d'aprofitar l'energia emmagatzemada en el múscul durant la contracció excèntrica (González Badillo i Ribas 2002). Ja que està àmpliament demostrat que qualsevol acció muscular és més eficaç si prèviament ve acompanyada d'una fase d'estirament que permet desenvolupar un increment de la força via deformació de components elàstics i via activació del reflex d'unitats motores. Això explica, per exemple, que un esportista salti normalment més amb un CMJ (salt amb contramoviment) que amb un SJ (sense contramoviment).

Ara bé, s'hauria de distingir entre dos tipus de CEE, lents (força elàstica-explosiva) i ràpids (força reflex-elàstic-explosiva). Els CEE lents es

caracteritzen per un gran desplaçament angular en les articulacions del maluc, genoll i turmell, i una fase d'activació aproximadament de 240 m o més. Els CEE curts presenten petits desplaçaments angulars en les articulacions esmentades, i tenen un contacte amb el terra de fins a 240 m. Per aquest motiu, tot i que la gimnàstica estètica englobi les dues manifestacions, hem de ser conscients que el valor tècnic dels salts té especialment en compte l'altura i amplitud de les dificultats de salt, fet que es relaciona directament amb la força elàstica-explosiva o CEE lent.

En la manifestació elàstica-explosiva (CEE lent), recolzant-se en els mateixos factors que la força explosiva màxima (acció el més ràpida i potent possible), entra en joc el component elàstic (pre-estirament muscular) i té lloc quan la fase excèntrica no es realitza a alta velocitat. Durant l'acció de frenada s'estira fortament la musculatura agonista del moviment, la qual prèviament ja es troba contraïda, actuant com a molles elàstiques que transfereixen l'energia acumulada en la fase positiva del moviment.

L'estirament més lent s'associa a les fibres lentes (ST), mentre que l'estirament més ràpid s'associa a les fibres ràpides (FT). Així, Bosco et al. (1982) suggereix que les persones amb un alt percentatge de FT a les cames presenten un elevat índex pliomètric (capacitat de salt) quan la fase excèntrica és ràpida, el rang de moviment és curt i la fase d'acoblament és breu. En canvi, les persones amb un alt percentatge de ST desenvolupen millors salts quan la fase excèntrica és lenta, el rang de moviment és gran i el temps d'acoblament és llarg.

La quantitat d'energia elàstica que s'acumula en el múscul depèn, fonamentalment, del grau de deformació dels seus components elàstics en sèrie, especialment dels tendons, però també dels components elàstics de l'interior de cada sarcòmer i també dels components elàstics en paral·lel.

Però perquè això es doni, és molt important que el període de temps que transcorre entre les fases d'allargament-escurçament (excèntrica-concèntrica),



denominat temps d'acoblament, no sigui gaire llarg, perquè si fos així, l'energia elàstica es dispersaria en forma de calor.

Per aquesta raó, la coordinació intra i intermuscular és determinant per la consecució d'una tècnica perfecta i per millorar els processos que faciliten la producció de força (Mendizábal, 2001).

De la mateixa manera, en totes les modalitats gimnàstiques, també cal remarcar la prioritat de la força relativa (desenvolupament de la força dels diferents segments corporals i la seva relació amb el pes corporal de les gimnastes), així com la força resistència (Navarro [et al.], 2009).

Tenint en compte aquestes i totes les possibles manifestacions de la força, capacitat fonamental en aquest esport, juntament amb l'amplitud de moviment, cal reafirmar l'important paper d'aquesta alhora d'aconseguir un bon resultat competitiu, ja que (adaptat de Mendizábal, 2001):

- Augmenta la base per a les accions d'enlairament exigides en els salts gimnàstics.
- Crea les possibilitats per a les grans elevacions de cames, necessàries en els equilibris, girs i elements de gran flexibilitat.
- Facilita el canvi de posició de les diferents parts del cos durant el vol en un salt o element acrobàtic i per a la recuperació de les grans flexions del tronc.
- Garanteix la recuperació de les posicions del cos, després de grans salts, així com el control neuromuscular necessari per mantenir les posicions d'equilibri i de la postura de la gimnasta com a base per a l'execució dels exercicis d'aquest esport.
- Millora l'orientació espacial, garantint amb això la precisió de la

col·locació de cames, braços i tronc en posicions simètriques, sense el control visual continu de cada un d'aquests segments.

- Incrementa les possibilitats d'altres capacitats físiques com ara flexibilitat, velocitat i resistència (Mena, 2006).
- Millora la coordinació intra i intermuscular facilitant l'execució dels girs, equilibris, salts i altres moviments.

### **2.3.2 La coordinació: mecanismes d'execució motora.**

La coordinació és una de les qualitats físiques denominades complementàries i està determinada per l'eficàcia del sistema nerviós central (SNC) per a regular els actes motors a partir del sistema muscular.

Serullo (1988) la defineix com “el domini de l'activitat motriu corporal que ens capacita per a la creació, execució i control dels moviments i que ens permet posar-nos en relació amb l'entorn, donant respostes correctes i eficaces en el temps en relació a les diferents tasques que se'ns presenten o que podem crear”. Entenent, per tan, que qualsevol element que distorsioni el funcionament del sistema nerviós i/o l'aparell locomotor, està considerat com a factor negatiu o perjudicial. Un exemple seria el grau de fatiga, la tensió, l'edat, la intensitat de l'esforç, la condició física, el nivell d'aprenentatge, la zona del cos, la destresa del membre mobilitzat o el sentit i direcció del moviment (Mendizábal, 2001)

La coordinació es pot classificar des de diferents punts de vista, però en aquest cas la dividirem en dues manifestacions i en tres àrees de capacitats coordinatives.

### Manifestacions:

- Coordinació global. Està present en aquells moviments i accions que requereixen la participació de tot el cos, és a dir, accions que impliquen variacions en la posició com els desplaçaments.
- Coordinació segmentària. Està present alhora de realitzar moviments on una part del cos que es relaciona amb elements externs, interaccionant així amb la percepció sensorial i l'acció muscular conseqüent.

### Àrees:

- Acte motor. Grup que dóna la forma a l'execució.
  - Discriminació kinestèsica.
  - Diferenciació segmentària. Capacitat de realitzar activitat individualment en les diferents parts del cos.
  - Variabilitat del moviment. En un mateix moviment anar canviant l'execució.
  - Combinació de moviments. Possibilitat de combinar un moviment amb qualsevol altre.
  - Control guiat del moviment. Ser capaç d'imitar el moviment que es veu.
  - Fluïdesa i relaxació. Millorar la capacitat de percepció o control del to muscular (actitud postural).
  - Amplitud de moviment. Possibilitat d'aplicar el moviment en els límits articulars.

- Percepció espacial. Grup que relaciona el moviment d'execució amb l'espai.
  - Equilibri estàtic-dinàmic.
  - Orientació del moviment. Fer el moviment en relació a diferents paràmetres externs.
  - Direccionalitat del moviment. Capacitat de realitzar el mateix moviment en direccions oposades.
  - Localització topogràfica del moviment. Ser capaç de controlar exactament l'espai que s'ocupa en una tasca determinada. Ubicació en l'espai d'un moviment. Saber a quin lloc de l'espai s'ha de moure i el volum que ocupa.
- Percepció temporal. Grup que relaciona l'execució amb el temps.
  - Anticipació-reacció motora. Conèixer el ritme de la tasca, preferentment desconeguda i ser capaç d'actuar-hi en el moment adequat.
  - Diferenciació rítmica. Realitzar la mateixa tasca amb diferents ritmes.

Qualsevol acció indiferentment de la manifestació o àrea de capacitat coordinativa a la que faci referència, no es pot considerar coordinació si no compleix les lleis de la biomecànica durant l'execució de les seqüències de moviment o l'acció no es dona en el moment precís, intensitat i velocitat adequades de la musculatura agonista, antagonista i sinergista, és a dir, un mecanisme motriu perfecte.

Respecte el mecanisme motriu, és dividit en tres fases: mecanisme perceptiu, de decisió i d'execució, les tres, imprescindibles per aconseguir la perfecció motriu.

La GEG en relació a la coordinació i els mecanismes motrius d'execució, partint de la similitud amb la GR, està considerada com una tasca tancada i poc variable, de regulació externa, ja que és una modalitat que es practica en grup. Tot i així, el desenvolupament de l'atenció selectiva és molt important en les edats d'iniciació, raó per la qual es tendeix a l'ensenyament desglossat dels components perceptius, de decisió i d'execució.

El mecanisme perceptiu en la GEG (Mendizábal 2001) deixa en evidència que:

- El nombre d'estímuls són dos: la música i les companyes.
- La velocitat dels estímuls, la velocitat ja està preestablerta.
- La durada, la velocitat i la intensitat dels estímuls són diferents per cada gimnasta i depenen de cada coreografia, però com que es tracta d'una tasca tancada, els podem definir com a fixes i preestablerts, accepte l'error tècnic.
- Només l'automatització perfecta del moviment, a través de la repetició, proporciona el feedback de caràcter intern correcte.
- Desenvolupar-se en entorns estables.
- L'anticipació perceptiva, definida com "l'acció pròpia originada en una interpretació perceptiva correcta davant els estímuls ocasionats en l'entorn abans que el resultat d'aquests es materialitzi", constitueix un aspecte de gran importància per a la gimnasta. En tots i cadascun dels elements que executa ha de percebre correctament i amb temps

suficient, a partir de poques dades, la totalitat de l'acció evitant l'error o manca d'execució.

El mecanisme de decisió (Mendizábal, 2001) deixa en evidència que:

- El nivell d'incertesa és bastant baix i el risc mínim.
- La Gimnàstica Estètica és una tasca d'alta organització. L'ajust temporal i espacial és altíssim, mantenint sempre l'ordre previst. El nombre de decisions que la gimnasta ha de prendre és mínim, ja que la coreografia està determinada amb anterioritat.
- Un cop elaborada la coreografia, la gimnasta és sotmesa a un procés d'assimilació de gran complexitat. Recordar i memoritzar situacions noves provoca una primera etapa d'incertesa en la presa de decisions variant l'ajust temporal i espacial de la gimnasta.
- El temps de decisió és mínim. Durant aquest temps, la gimnasta ha d'aplicar la lògica motriu inherent a la tasca en qüestió, amb la màxima velocitat.

El mecanisme d'execució (Mendizábal, 2001) deixa en evidència que:

- Com més gran és el grau de coordinació d'una tasca, més complexa és la coordinació neuromuscular i més difícil és el seu aprenentatge i execució òptima. La GEG requereix un alt grau de coordinació neuromuscular valorada a partir de:
  - El nombre de grups musculars implicats és màxim en qualsevol acció.
  - L'estructura del moviment definida com "l'organització jeràrquica que implica la mobilització d'uns músculs concrets en un ordre

seqüencial determinat i amb una certa intensitat", en aquesta especialitat és molt complicada.

- Les exigències de coordinació neuromuscular referent a l'exigència de velocitat en l'execució i l'exigència de precisió de l'execució en la GEG són molt elevades
  
- L'esforç físic i la demanda fisiològica poden ser un factor decisiu de l'execució, atès que la GEG requereix una millora constat del nivell condicional i tècnic de la gimnasta per tal de perfeccionar les possibilitats funcionals, que permeten, alhora, l'assimilació més ràpida i exitosa dels exercicis gimnàstics.
  
- En la GEG el mecanisme d'execució individual ha d'ajustar-se a la sincronització temporal del grup. De tal manera que els elements gimnàstics, s'han de realitzar amb una temporalització exacta entre les gimnastes i el ritme de la música. La desincronització de les gimnastes d'un conjunt és una raó de pes en la puntuació i penalització d'una competició.

## 3 Aplicació pràctica

### 3.1 Mostra

S'ha disposat d'una població inicial de 9 gimnastes, totes integrants de l'actual equip sènior de gimnàstica estètica de grup del Club Muntanyenc Sant Cugat. De les quals només 6 han format part de l'estudi real.

L'equip escollit per a realitzar l'estudi, està format de gimnastes procedents de diversos clubs de gimnàstica rítmica i poblacions de Catalunya i les Balears.

La creació d'aquest conjunt de competició, tenint en compte totes les integrants, va estar a setembre de l'any 2010 al Club Muntanyenc de Sant Cugat del Vallès. Després de competir una temporada com equip consolidat, són diferents els punts que cal tenir en compte alhora de realitzar l'estudi:

- Les gimnastes tenen edats diferents, amb feines, estudis i situacions personals paral·leles, la majoria fora de la ciutat.
- Les gimnastes practiquen aquest esport a l'alt nivell, però en cap cas estem parlant d'una selecció o de l'entrenament com a mitjà de vida.
- Es poden observar mancances en la sincronització i coordinació temporal al llarg de les coreografies.
- Tot i que l'amplitud de moviment i l'equilibri del grup en general és bo, el nivell competitiu d'aquesta disciplina n'exigeix més.
- Mancances importants en la força i la resistència anaeròbica làctica de la gran majoria del grup, fan que l'expressió (gran qualitat d'aquest conjunt) i el valor tècnic, disminueixin significativament a partir de la meitat de la coreografia.



Per incloure els subjectes a l'estudi, s'ha tingut en compte el compliment de dos criteris:

- Formar part del grup estudiat al llarg de tota la temporada competitiva.
- Participar a les Copes del món celebrades a Moscou i Finlàndia, les Copes d'Espanya celebrades a Cartagena i Madrid i el Campionat d'Espanya, celebrat a Sant Cugat del Vallès.

Aquest grup de 6 gimnastes tenen un marge d'edat entre 21 i 27 anys, amb una mitjana de  $23 \pm 3$ . Les mesures antropomètriques corresponen a una alçada de  $1,66 \pm 0,05$  metres i un pes de  $55,72 \pm 5,85$  quilograms a la primera intervenció i  $55,22 \pm 5,75$  quilograms a la segona intervenció. Les mesures d'edat, alçada i pes de les gimnastes es mostren a la taula 1.

	<b>EDAT (anys)</b>	<b>ALÇADA (m)</b>	<b>PES TEST A (kg)</b>	<b>PES TEST B (kg)</b>
Gimnasta 1	21	1,68	62,00	63,50
Gimnasta 2	26	1,67	57,20	57,10
Gimnasta 3	25	1,59	45,80	47,10
Gimnasta 4	27	1,64	52,00	50,60
Gimnasta 5	21	1,73	58,50	57,70
Gimnasta 6	21	1,63	58,80	55,30
<b>MITJANA DE LA MOSTRA</b>	$23 \pm 3$	$1,66 \pm 0,05$	$55,72 \pm 5,85$	$55,22 \pm 5,75$

***Taula 1. Edat i dades antropomètriques dels subjectes de la mostra***

### 3.2 Instruments

Els instruments utilitzats per a la implementació de l'estudi i la seva funció són:

- *Càmera d'alta velocitat Casio EX F1*. Enregistrar les competicions de GEG del conjunt sènior del Club Muntanyenc Sant Cugat (CMSC).
- *Càmera Sony HDR-CX210*. Enregistrar les competicions de GEG del conjunt sènior del Club Muntanyenc Sant Cugat (CMSC).
- *Ordinador portàtil HP Pavilion G6-1211 processador Core i3 2.2 Ghz i 4GB de memòria RAM i programari Windows XP*. Mitjançant El MuscleLab i la plataforma de contactes, enregistrar les dades referents als tests de Bosco.
- *Ordinador portàtil AppleMacBook Pro – Core i5 2,4 GHz –GB Ram i programari Mac OS X versió*. Tractament de dades.
- *MuscleLab (Ergotest, Noruega)*. Mitjançant l'ordinador i la plataforma de contactes, processar les dades referents als tests de Bosco.
- *Plataforma de contactes*. Realització dels tests de Bosco.
- *SoftwareKinoea 0.8 15*. Valoració i anàlisi de la sincronització temporal intergrupals inicial i final de les dificultats de salt de les gimnastes a les coreografies de competició.
- *Software Microsoft Office Excel 2011 per a Mac*. Buidatge i tractament de dades de l'estudi.

### **3.3 Escenari**

Els tests de Bosco s'han realitzat a la pista central de GEG del Club Muntanyenc Sant Cugat.

Els enregistraments i filmacions de les coreografies de competició s'han realitzat des de les graderies de les instal·lacions esportives on se celebraven els respectius Campionats:

- Copa del Món de Rússia (Moscou, 29 d'octubre del 2011).
- 1ra Copa d'Espanya (Cartagena, 17 de desembre del 2011).
- 2na Copa d'Espanya (Getafe, 25 de febrer del 2012).
- Copa del Món de Finlàndia (Vantaa, 17 de febrer del 2012).
- Campionat d'Espanya (Sant Cugat del Vallès, 31 d'abril del 2012).

### **3.4 Procediment**

#### **3.4.1 Tests de Bosco**

La bateria de salts verticals dissenyada per Carmelo Bosco al començament dels anys 80, té per objectiu valorar les característiques morfofisiològiques (tipus de fibra muscular), funcionals (altures i potències mecàniques de salt) i neuromusculars (aprofitament de l'energia elàstica i del reflex miotàtic, resistència a la fatiga) de la musculatura extensora dels membres inferiors a partir de les altures obtingudes en diferents tipus de salts verticals i de la potència mecànica d'alguns d'ells (Bosco [et al.], 1983).

Els tests de Bosco presenten un protocol de diferents tipus de salts verticals màxims estrictament estandarditzats. Cadascuna de les modalitats de salt pretén considerar una de les qualitats de la musculatura extensora de

l'extremitat inferior, que anomenarem inicialment amb la mateixa nomenclatura que es refereix en la bibliografia de referència (Bosco [et al.], 1983).

Els resultats que s'obtenen en qualsevol protocol del test de Bosco fan referència a l'altura del salt, que és una derivada del temps de vol. Per a això, es considera que el subjecte té un comportament similar al d'un cos en caiguda lliure. Per al sistema de mesura s'utilitza una plataforma de contacte connectada, en el nostre cas, al MuscleLab, aplicant la següent equació (Luthanen citat a (Bosco [et al.], 1983):

$$h = g \cdot TV^2 / 8$$

h = alçada del salt en m

g = acceleració de la gravetat en  $m/s^2$

Tv = temps de vol en s

**Taula 2. Càlcul alçada del salt dels tests de Bosco**

### 3.4.1.1 Protocol

Els tests de Bosco s'han realitzat al principi (TESTS A, 23 de novembre del 2011) i al final de la temporada competitiva (TEST B, 25 d'abril del 2012), per tal de poder efectuar les respectives comparacions. La indumentària ha estat sempre la pròpia d'entrenament d'aquesta modalitat esportiva.

Abans de les dues intervencions, els subjectes han realitzat un escalfament general i l'activació dels músculs extensors de les cames, mitjançant un seguit d'elements i exercicis específics d'escalfament de gimnàstica estètica, sempre tenint la precaució de no generar fenòmens de fatiga que puguin influir en els resultats. De la mateixa manera abans de realitzar els tests les gimnastes s'han

estat instruït en la realització dels quatre tipus de salts de Bosco estudiats (SJ, CMJ, CMJ as, RJ), per tal de realitzar els tests amb una correcta execució.

- *Squat Jump (SJ)*. El subjecte entra a la plataforma tenint-hi la planta del peu en contacte. Situa les mans a la cintura, doblega els genolls a 90° amb el tronc recte (es pot admetre una variació màxima de l'angle dels genolls de  $\pm 2$  per a considerar el salt vàlid) i roman així durant 4 segons (temps per dissipar l'energia elàstica).

Salta verticalment amb el màxim esforç. Les cames han de romandre rectes en el vol. S'ha de comprovar que la caiguda es faci amb cames i peus estirats, és a dir, que es contacti amb el terra de la mateixa manera que es va enlairar. Posteriorment, es poden flexionar, perquè ja no afecta el resultat del test.

- *Counter Movement Jump o salt amb contramoviment (CMJ)*. L'atleta entra a la plataforma. Situa les mans a la cintura. En un moviment ràpid i continu, doblega els genolls fins 90° i salta verticalment amb el màxim esforç. Les cames han de romandre rectes en el vol. S'ha de comprovar que la caiguda es faci amb cames i peus estirats, és a dir, que es contacti amb el terra de la mateixa manera que s'ha enlairat.
- *Abalakov (CMJ as)*. Es realitza com un CMJ però amb utilització dels braços, observant la influència d'aquest en unes millores aproximades d'un 10% d'altura de salt.

És important que els braços ajudin realment en la realització del salt i no suposin un efecte neutre o, fins i tot, negatiu. No hi ha cap estandardització sobre com posar-los.

- *Rebound Jump (RJ) o salts o rebots continus del tipus CMJ amb una durada que 15 segons amb ajuda de braços*. L'atleta entra a la plataforma havent-hi realitzat un salt previ des de fora.

Doblega els genolls a 90° i salta verticalment amb esforç màxim en un moviment ràpid i continu fins que el temps fixat amb anterioritat s'acaba. En aquest cas s'ha realitzat amb ajuda dels braços. L'atleta ha de buscar el menor temps de contacte i la màxima alçada de vol.

Cada gimnasta ha realitzat dos cops cada test, escollint com a dades significatives el de més valor aconseguit.

La successió dels tests ha estat SJ, CMJ, CMJas i RJ, de manera que hi hagués una progressió en la fatiga, realitzant el més fatigós al final. Després de cada prova s'ha concedit l'adequat període de repòs que ha estat més llarg en les sèries de RJ.

#### **3.4.1.2 Obtenció de les dades**

L'*Squat Jump (SJ)* és un exemple d'acció muscular concèntrica, precedida d'una breu fase isomètrica, i permet, mitjançant l'altura aconseguida per l'atleta en aquest test, valorar la força explosiva dels membres inferiors (sense reutilització d'energia elàstica ni aprofitament del reflex miotàtic), així com la capacitat de captació d'unitats motores. Altres capacitats valorades són la de sincronització de les miofibril·les que intervenen en la contracció muscular i l'expressió elevada de fibres FT.

El valor de l'alçada està relacionat directament amb la velocitat vertical de l'individu en el moment clau i aquesta velocitat és fruit de l'acceleració que els membres inferiors imprimeixen al centre de masses. El desplaçament angular de les articulacions dels membres inferiors és de 90 ° (ja que l'angle del genoll és igual a 180 en el moment màxim de l'enlairament), valor estàndard en tots els individus que efectuen un SJ.

Tenint en compte que el rang de moviment, al llarg del qual la musculatura allibera tensió, és igual per a tots els individus (90), és evident que l'acceleració positiva del cos cap amunt és el producte d'un gran desenvolupament de la força en un temps molt breu.

El *Counter Movement Jump (CMJ)* és un test en què l'acció de saltar cap amunt es realitza gràcies al cicle d'estirament-escurçament (CEE). És a dir, es tracta d'una acció muscular concèntrica precedida d'una fase excèntrica breu i ràpida necessària per a la inversió del moviment. Segons Bosco, la qualitat analitzada és la força explosiva amb reutilització de l'energia elàstica i aprofitament del reflex miotàtic, així com la capacitat de reclutament nerviós i la coordinació inter i intramuscular. Altres autors (Bobert [et al.], 1996) suggereixen que l'increment del rendiment en aquest salt pel que fa al SJ es degut fonamentalment al fet que el CMJ permet crear un estat de preactivació prou més intens que possibilita una generació de tensió més ràpida i una contracció muscular més intensa i eficaç, facilitant la producció de més treball durant la fase d'escurçament muscular. Per Cometti (1988), es deu a la intervenció del reflex miotàtic o reflex d'estirament de la medulla espinal. Però no s'ha d'oblidar l'existència de més temps de producció de força. Altres autors el denominen com a test de força concèntric-elàstic-explosiv o test de força explosiu-elàstica (Vittori, 1990).

El CMJ amb utilització de braços també anomenat *test d'Abalakov*, ens proporciona la influència dels braços en el salt, resultat fruit de la següent operació:

$$h_{\text{CMJ as}} - h_{\text{CMJ}} = h \text{ (influència dels braços en el salt CMJ)}$$

$h$  = alçada del salt en cm

**Taula 3. Càlcul de la influència dels braços en el salt CMJ**

*El Rebound Jump* (RJ) és un bon mecanisme d'anàlisi de la potència del metabolisme anaeròbic alàctic i làctic a partir de l'execució de CMJ as continu. El RJ de 15 segons a la màxima intensitat ens serveix, per tant, per valorar la potència anaeròbica alàctica.

La principal diferència descrita entre els protocols amb flexió a 90° i sense flexió és que els primers afavoririen més a les persones en què predominen les fibres de contracció lenta o ST, mentre que els salts sense flexió afavoririen a les persones en les quals predominen les fibres de contracció ràpida o FT, aquests han estat descrits com salts més reactius (Bosco, 1994). Per tant, en aquest protocol estem afavorint les accions amb contracció lenta.

El MuscleLab ens proporcionarà el nombre de salts, el temps de vol, el temps de contacte, la potència mecànica (W/kg), l'alçada mitjana del salt, la gràfica contínua dels salts realitzats, etc. i tot això en temps real.

Coneixent el temps de vol i el temps de contacte de cada salt es pot valorar l'energia consumida durant l'impuls. El resultat mitjà dels millors salts es té en compte com a valor de la potència màxima realitzada pels músculs extensors del tren inferior. La fórmula utilitzada és la següent:

$$\text{Potència reactiva (W} \cdot \text{kg}^{-1}) = 2 g^2 \times TV^2 \times (8 tc)^{-1}$$

Tv = temps de vol

Tc = temps de contacte

**Taula 4. Càlcul potència reactiva del RJ**



El test RJ de 15" també valora la capacitat de resistència a la força ràpida o explosiva, proporcionant informació relativa a la capacitat de desenvolupar potència mecànica i expressant la velocitat d'utilització de fosfàgens (potència anaeròbica alàctica).

El càlcul de la potència en 15" (flexió 90°) és el següent:

$$W = g^2 \cdot tv \cdot 15/4^n (15-tv)$$

tv = temps de vol

n = nombre de salts

#### ***Taula 5. Càlcul potència del RJ en 15" (flexió 90°)***

Els valors s'expressen en watts (W). En forma relativa: W/ pes corporal en kg. Com més s'apropi el valor a 1, més alta serà la resistència a la força ràpida.

Finalment les dades s'han exportat al software Excel per extreure'n els resultats, comparacions i mitjanes grupals, així com les respectives gràfiques i taules.

### **3.4.2 Sincronització temporal intergrupals**

La sincronització temporal i intergrupals s'ha realitzat mitjançant les filmacions de les competicions amb càmeres HD i alta velocitat, i el posterior anàlisi amb l'aplicació informàtica Kinovea.

Les competicions analitzades han estat:

- Copa del Món de Rússia (Moscou, 29 d'octubre del 2011).
- 1ra Copa d'Espanya (Cartagena, 17 de desembre del 2011).
- 2na Copa d'Espanya (Getafe, 25 de febrer del 2012).
- Copa del Món de Finlàndia (Vantaa, 17 de febrer del 2012).
- Campionat d'Espanya (Sant Cugat del Vallès, 31 d'abril del 2012).

Sempre s'ha enregistrat l'exercici coreogràfic des de les graderies de les instal·lacions esportives on se celebraven els respectius campionats.

Abans de sortir al tapis de competició les gimnastes sempre han realitzat la rutina d'escalfament planificada per l'entrenadora. El dia abans d'una competició sempre s'executa l'entrenament oficial per provar el tapis de competició i per tal que les jutges puguin fer una primera valoració. Aquest entrenament no s'ha enregistrat.

En aquest estudi únicament s'han tingut en compte les competicions o execucions a pistes oficials, mai els entrenaments o situacions no competitives.

### **3.4.2 Protocol i obtenció de dades**

Aquest estudi ha tingut en compte els instants de sincronització temporal intergrup al únicament de les dificultats de salt. Aquestes dificultats es poden presentar de forma única (totes les gimnastes executen la mateixa dificultat de salt), combinada (la meitat del grup executa una dificultat de salt i l'altra meitat una altra), al mateix temps o a dos temps.

S'ha calculat aquest paràmetre temporal s'ha analitzat a partir de:

- Desincronització temporal intergrupala a l'inici de cada dificultat de salt. Diferència entre la primera gimnasta que inicia l'execució de la dificultat de salt i l'última.
- Desincronització temporal intergrupala mitjana inicial de les dificultats de salt.
- Desincronització temporal intergrupala al final de la dificultat de salt. Diferència entre la primera gimnasta que finalitza l'execució de la dificultat de salt i l'última
- Desincronització temporal intergrupala mitjana final de les dificultats de salt.

Aquests càlculs s'han mesurat a partir del software Kinovea, prenen com a unitat de mesura els mil·lisegons (ms).

Tanmateix, tal i com s'ha citat anteriorment, les dificultats de salt en una mateixa coreografia es poden presentar de diferents maneres, ja sigui a causa de la temporalitat o de la forma física. Per aquest motiu, s'ha establert un protocol de càlcul específic per aquests casos:

- Dificultats combinades (diferents salts): mitjana del càlcul aïllat de cada dificultat.

$$(Desincronització inicial DIF. 1 + Desincronització inicial DIF. 1) / 2$$

**Taula 6. Càlcul desincronització temporal intergrupala de les dificultats combinades.**

- Dificultats a dos temps: mitjana del càlcul aïllat de cada temps de realització de la dificultat.

*(Desincronització inicial TEMPS. 1 + Desincronització inicial TEMPS. 1 )/2*

***Taula 7. Càlcul desincronització temporal intergrupals de les dificultats a dos temps.***

Finalment les dades s'han exportat al software Excel per extreure'n els resultats, comparacions i mitjanes grupals, així com les respectives gràfiques i taules.

## 4 Resultats

### 4.1 Test Bosco

A la taula número 8 es presenten les dades de resultats obtinguts en els valors d'altura en cm dels tests de Bosco de SJ, CMJ i CMJas, tant en el primer test a principi de temporada competitiva (A), com en el segon test a finals de temporada competitiva (B).

L'SJ mostra una millora de la mitjana grupal de  $0,40 \pm 1,10$  cm ( $28,63 \pm 3,71$  vs.  $30,02 \pm 4,20$ ), tenint en compte que 5 de les 6 gimnastes han millorat i tan sols una presenta valors inferiors. D'aquestes, la millora més significativa ha estat d'un 2,70 cm i la pèrdua de 0,10 cm.

El CMJ mostra una pèrdua mitjana grupal de salt d'alçada de  $0,15 \pm 2,30$  cm ( $32,80 \pm 5,12$  vs.  $32,65 \pm 4,46$ ), tenint en compte que 4 de les 6 gimnastes han augmentat de valors i que dues han disminuït. D'aquestes, la millora més significativa ha estat de 2,10 cm i la pèrdua de forma de 3,40 cm.

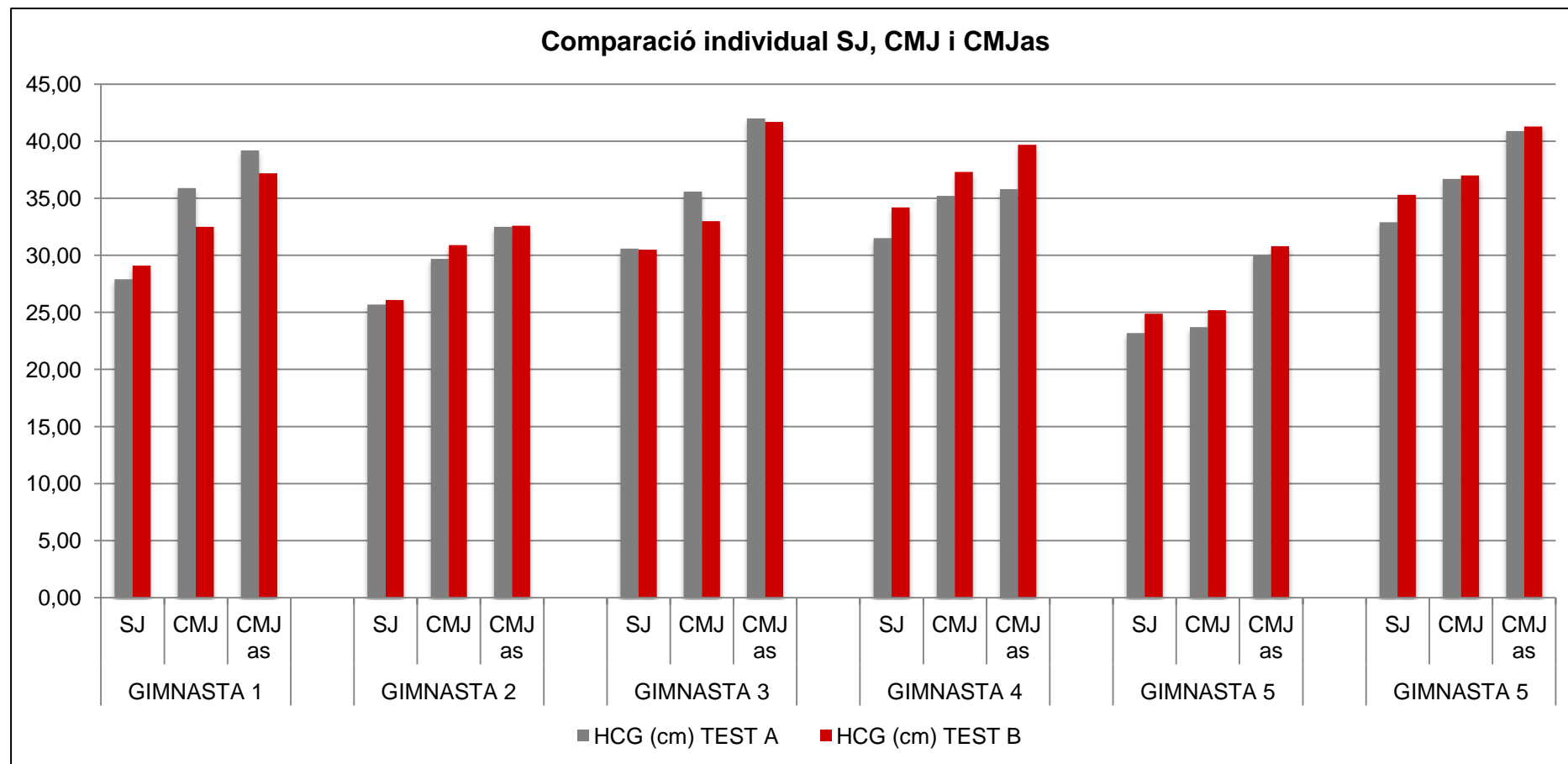
El CMJas mostra una millora de la mitjana grupal de  $0,48 \pm 1,93$  cm ( $36,73 \pm 4,80$  vs.  $37,22 \pm 4,59$ ), tenint en compte que 4 de les 6 gimnastes han augmentat de valors i dues han disminuït. D'aquestes, la millora més significativa ha estat de 2,1 cm i la pèrdua de 2,00 cm.

.

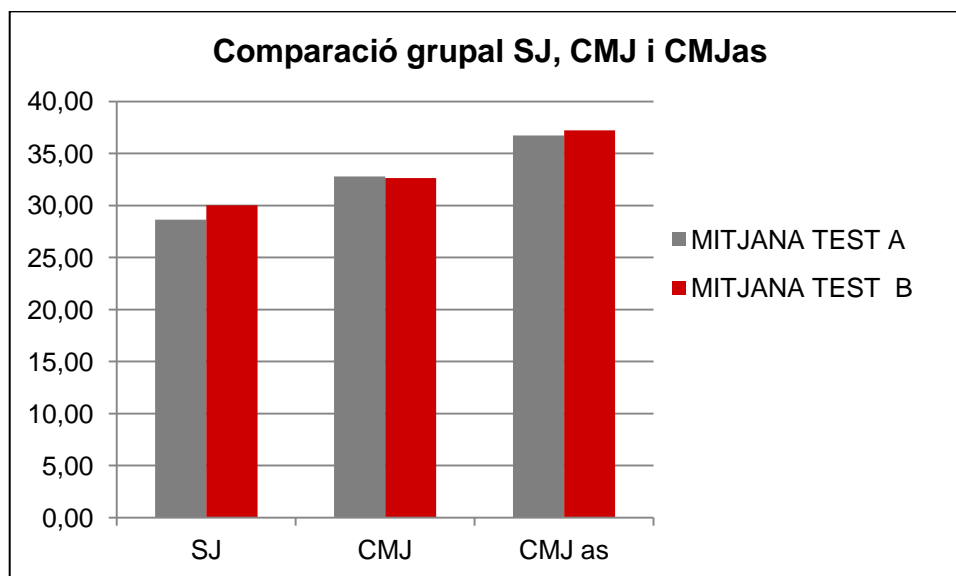
Aquests resultats també es poden veure plasmat a la gràfica número 1.

	SJ (cm)				CMJ (cm)				CMJ as (cm)			
	Test A	Test B	Diferència B – A	% de millora	Test A	Test B	Diferència B – A	% de millora	Test A	Test B	Diferència B – A	% de millora
Gimnasta 1	27,90	29,10	1,20	4,12	35,90	32,50	-3,40	-10,46	39,2	37,2	-2,00	-5,38
Gimnasta 2	25,70	26,10	0,40	1,53	29,70	30,90	1,20	3,88	32,5	32,6	0,10	0,31
Gimnasta 3	30,60	30,50	-0,10	-0,33	35,60	33,00	-2,60	-7,88	42	41,7	-0,30	-0,72
Gimnasta 4	31,50	34,20	2,70	7,89	35,20	37,30	2,10	5,63	35,8	39,7	3,90	9,82
Gimnasta 5	23,20	24,90	1,70	6,83	23,70	25,20	1,50	5,95	30	30,8	0,80	2,60
Gimnasta 6	32,90	35,30	2,40	6,80	36,70	37,00	0,30	0,81	40,9	41,3	0,40	0,97
<b>MITJANA DEL GRUP</b>	28,63 ± 3,71	30,02 ± 4,20	1,38 ± 1,10	4,63	32,80 ± 5,12	32,65 ± 4,46	-0,15 ± 2,30	-0,46	36,73 ± 4,80	37,22 ± 4,59	0,48 ± 1,93	1,32

**Taula 8. Resultat i comparació numèrica de les altures de salt (hcg), dels tests de Bosco: SJ, CMJ i CMJ as a principi de temporada competitiva (test A) i a final de temporada competitiva (test B), de 6 gimnastes de l'equip sènior de GEG del CMSC.**



**Gràfica 1. Resultat i comparació gràfica individual de les alçades de salt (hcg), dels tests de Bosco: SJ, CMJ i CMJ as a principi de temporada competitiva (test A) i a final de temporada competitiva (test B), de 6 gimnastes de l'equip sènior de GEG del CMSC**



**Gràfic 2 . Resultat i comparació gràfica grupal de les alçades de salt (hcg), dels tests de Bosco: SJ, CMJ i CMJ as a principi de temporada competitiva (test A) i a final de temporada competitiva (test B), de 6 gimnastes de l'equip sènior de GEG del CMS**

A la taula número 9 es presenten les dades de resultats obtinguts en els valors d'altura de salt (hcg) en cm, temps de contacte (tc) en ms i potència generada (W/kg) dels tests de RJ en la prova de repetits CMJas durant 15", tant en el primer test, a principi de temporada competitiva (A), com en el segon test a finals de temporada competitiva (B).

L'altura de salt de RJ mostra una millora de la mitjana grupal de  $0,76 \pm 1,62$  cm ( $31,63 \pm 1,04$  vs.  $32,39 \pm 2,33$ ), tenint en compte que 5 de les 4 gimnastes han millorat i tan sols una presenta valors inferiors. D'aquestes, la millora més significativa ha estat de 3,17 cm i la pèrdua més gran d'1,17 cm.

El RJ mostra disminució del temps de contacte dels salts de  $7,19 \pm 12,98$  cm ( $228,20 \pm 34,79$  vs.  $221,00 \pm 27,46$ ), tenint en compte que 4 de les 6 gimnastes han augmentat de valors. D'aquestes, la disminució més significativa ha estat de 29,24 cm i l'augment de 7,38 cm.

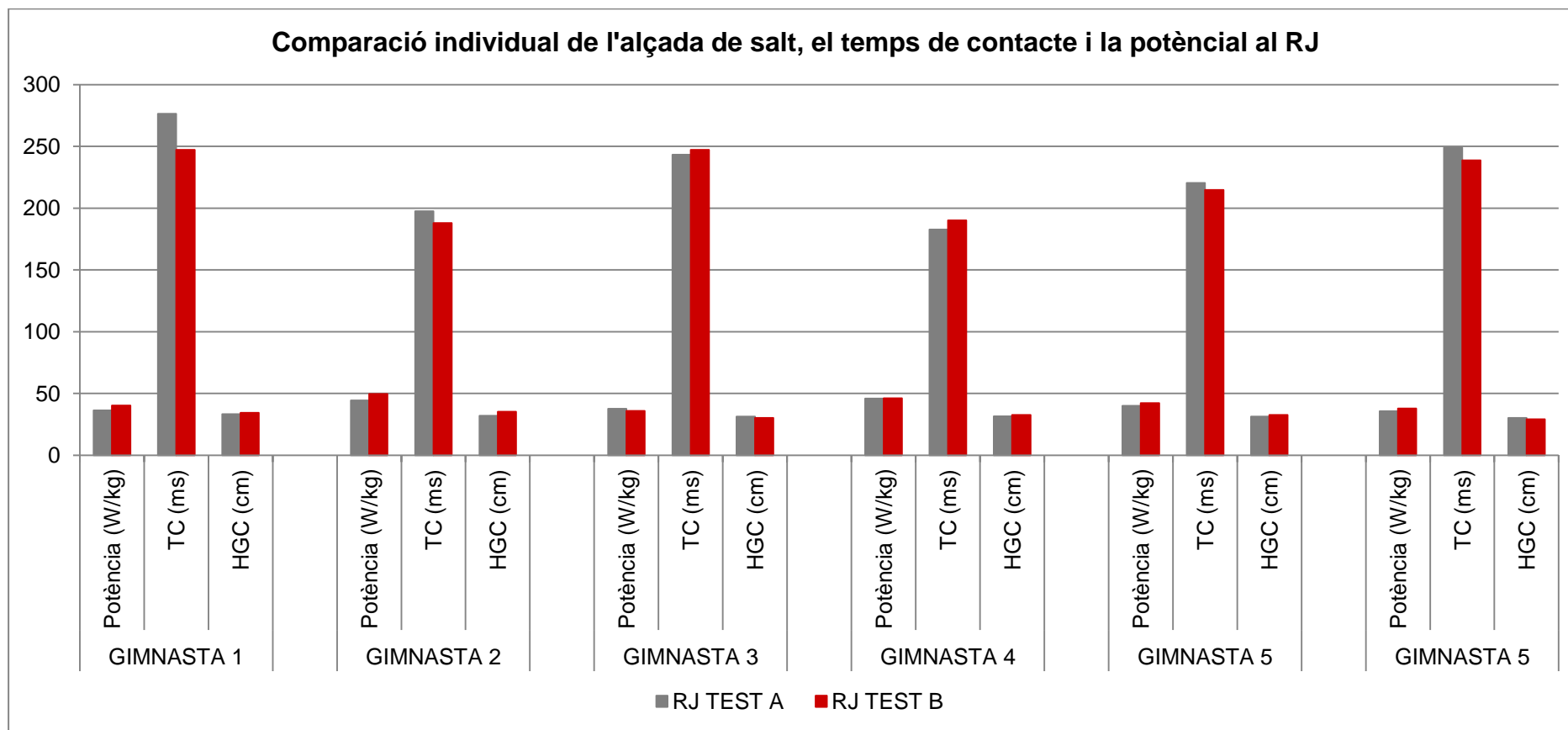


El RJ as mostra un augment en la potència de salt de  $2,01 \pm 2,51\text{cm}$  ( $40,04 \pm 4,28 \pm 4,80$  vs.  $42,04 \pm 5,16$ ), tenint en compte que 5 de les 6 gimnastes han augmentat de valors. D'aquestes, la millora més significativa ha estat de 5,39 cm i la pèrdua d'1,59 cm.

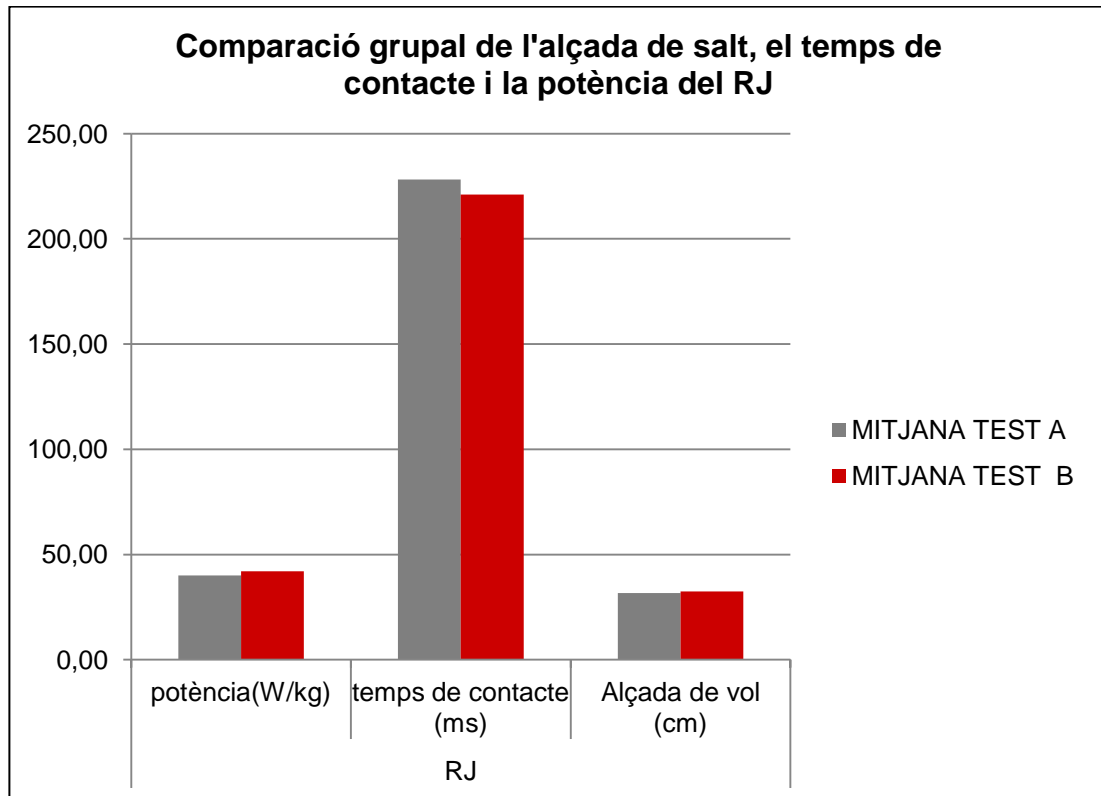
Aquests resultats també es poden veure plasmat al gràfic número 3 i 4.

	Alçada del salt (cm)				Temps de contacte (ms)				Potència (W/kg)			
	Test A	Test B	Diferència B-A	% de millora	Test A	Test B	Diferència B-A	% de millora	Test A	Test B	Diferència B-A	% de millora
Gimnasta 1	33,34	34,42	1,08	3,14	276,39	247,15	29,24	11,83	36,41	40,35	3,94	9,76
Gimnasta 2	32,04	35,21	3,17	9,00	197,45	187,94	9,51	5,06	44,32	49,71	5,39	10,84
Gimnasta 3	31,38	30,21	-1,17	-3,87	243,29	247,32	-4,03	-1,63	37,59	36	-1,59	-4,42
Gimnasta 4	31,55	32,73	1,18	3,61	182,77	190,15	-7,38	-3,88	46,04	46,19	0,15	0,32
Gimnasta 5	31,28	32,57	1,29	3,96	220,32	214,81	5,51	2,57	40,06	42,14	2,08	4,94
Gimnasta 6	30,17	29,21	-0,96	-3,29	248,95	238,63	10,32	4,32	35,79	37,86	2,07	5,47
<b>MITJANA DEL GRUP</b>	<b>31,63</b>	<b>32,39</b>	<b>0,76</b>	<b>2,35</b>	<b>228,2</b>	<b>221</b>	<b>7,19</b>	<b>3,26</b>	<b>40,04 ± 4,28</b>	<b>42,04 ± 5,16</b>	<b>2,01 ± 2,51</b>	<b>4,76</b>

**Taula 9. Resultat i comparació numèrica individual i grupal de les alçades de salt (hcg), temps de contacte (tc) i potència dels tests de Bosco: RJ as a principi de temporada competitiva (test A) i a final de temporada competitiva (test B), de 6 gimnastes de l'equip sènior de GEG del CMSC**



**Gràfic 3. Resultat i comparació gràfica individual de les altures de salt (hcg), temps de contacte (tc) i potència dels tests de Bosco: RJ as a principi de temporada competitiva (test A) i a final de temporada competitiva (test B), de 6 gimnastes de l'equip sènior de GEG del CMSC**



**Gràfic 4. Resultat i comparació gràfica grupal de les altures de salt (hcg), temps de contacte (tc) i potència dels tests de Bosco: RJ as a principi de temporada competitiva (test A) i a final de temporada competitiva (test B), de 6 gimnastes de l'equip sènior de GEG del CMSC**

## 4.2 Sincronització temporal intergrupals

A la taula número 10 es presenten les dades de resultats obtinguts en els valors temporals en ms de la desincronització mitjana de les dificultats de salt en les coreografies realitzades a les 5 competicions oficials de la temporada. Així com el percentatge de millora.

Els resultats numèrics de la taula reflecteixen una millora mitjana de la sincronització al temps inicial de les dificultats de salt a les competicions d'un  $14,70 \pm 3,42$  amb una mitjana de millora de  $33,13 \pm 9,87$ . Essent la 4a competició la que presenta la millora més significativa respecte la primera competició amb un 45,00 % i una desincronització mitjana d'11,00 ms. (vs. 20,00 ms).

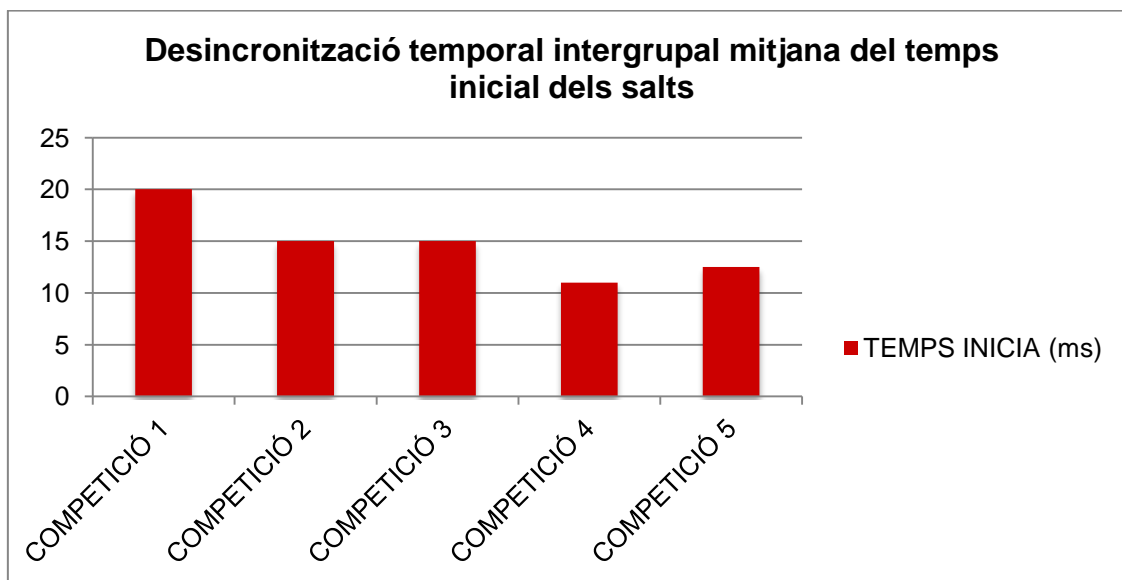
Els resultats numèrics de la taula també reflecteixen una mitjana de la sincronització al temps final de les dificultats de salt a les competicions d'un  $14,00 \pm 4,32$  amb una mitjana de millora de  $37,50 \pm 15,68$ . Essent la 4 i 5a competició les que presenten la millora més significativa respecte la primera competició amb un 50,00 % i una desincronització mitjana de 10,00 ms. (vs. 20,00 ms).

Finalment la comparació d'una millora mitjana de la sincronització al temps final de les dificultats de salt a les competicions d'un  $14,00 \pm 4,32$  amb una mitjana de millora de  $37,50 \pm 15,68$ . Essent les 4a i la 5a competició les que presenten la millora més significativa respecte la primera amb un 50,00% i una desincronització mitjana de 10,00 ms (vs. 20,00 ms).

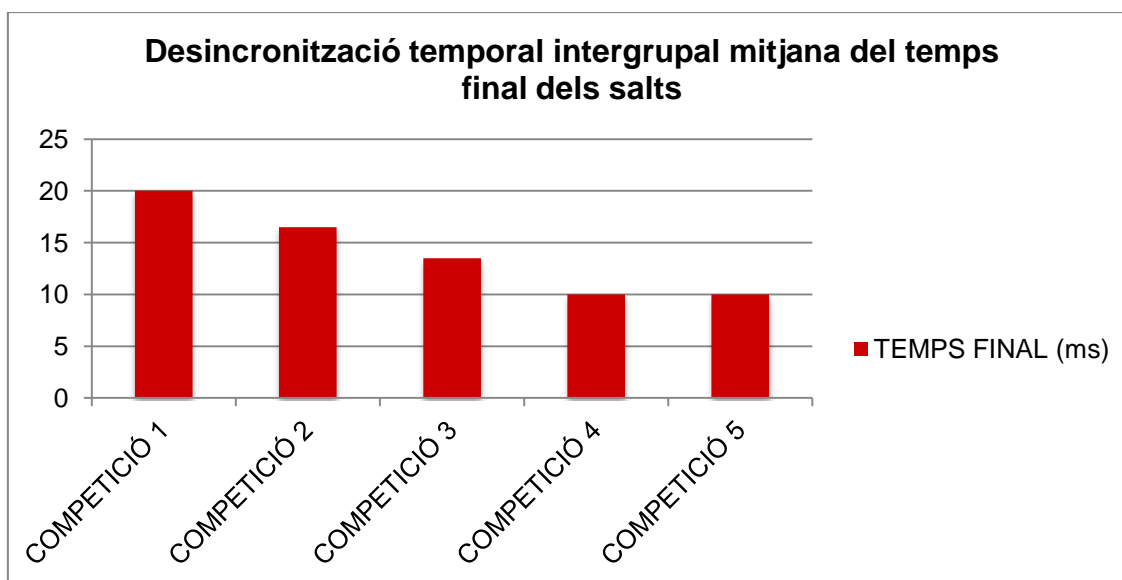
	TEMPS INICIAL		TEMPS FINAL	
	Temps inicial (ms)	% millora en comparació a la primera competició	Temps final (ms)	% millora en comparació a la primera competició
COMPETICIÓ 1	20,00	-	20,00	-
COMPETICIÓ 2	15,00	25,00	16,50	17,50
COMPETICIÓ 3	15,00	25,00	13,50	32,50
COMPETICIÓ 4	11,00	45,00	10,00	50,00
COMPETICIÓ 5	12,50	37,50	10,00	50,00
<b>MITJANA DE LES COMPETICIONS</b>	<b>14,70± 3,42</b>	<b>33,13± 9,87</b>	<b>14,00± 4,32</b>	<b>37,50 ± 15,68</b>

***Taula 10. Resultat i comparació numèrica mitjana de la desincronització temporal intergrup al inicial i final de les dificultats de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.***

Aquests resultats també es poden veure plasmats a les gràfiques número 5 i 6.



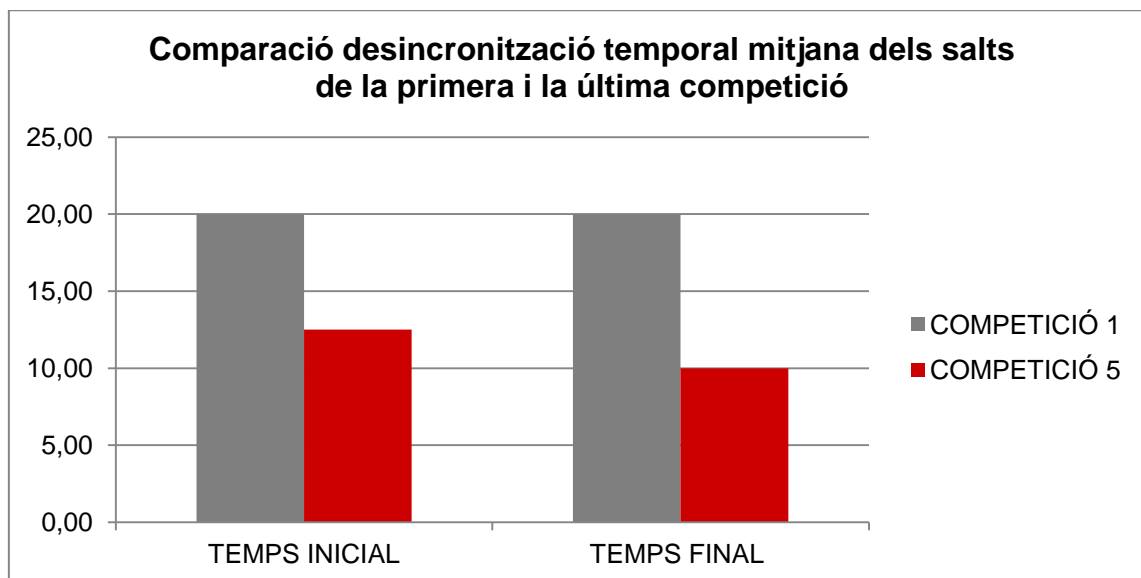
**Gràfic 5. Comparació gràfica de la desincronització temporal intergrup mitjana dels temps inicial de les dificultats de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.**



**Gràfic 6. Comparació gràfica de la desincronització temporal intergrup mitjana dels temps final de les dificultats de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.**

La gràfica número 7 il·lustra la comparació gràfica entre la primera i l'última competició de la temporada analitzada que, tal i com s'anota a les taules

numèriques, presenta una millora mitjana de sincronització al temps inicial del 37,50 % (12,50 m vs. 20,00 m) i una millora mitjana de sincronització al temps inicial del 50,00 % (10,0 m vs. 20,00 m).



**Gràfic 7. Comparació gràfica de la desincronització temporal intergrupala mitjana dels temps inicial i final de les dificultats de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.**

A la taula número 11 es presenten les dades de resultats obtinguts en els valors temporals en m de la desincronització de les diferents dificultats de salt en les coreografies realitzades a les 5 competicions oficials de la temporada obtingudes mitjançant l'enregistrament visual i posterior tractament i el percentatge entre la primera i l'última competició realitzada.

De la primera competició a l'última (competició número 5), totes les dificultats de salt, excepte la n. 7, han presentat un % de millora positiu en la sincronització del temps inicial. La millora més significativa a la dificultat ha estat la número 1 amb un 94,74% (19 ms vs. 1 ms). Tot i que, a la quarta competició, la millora va ser d'un 100% i l'única pèrdua d'un 75,00% (8 ms vs. 14 ms). El segon valor més baix al llarg de les diferents competicions, fins el



punt de trobar-nos amb una desincronització de 41 ms respecte als 8 ms inicials.

De la primera competició a l'última (n. 5), totes les dificultats de salt han presentat un % de millora positiu en la sincronització del temps finals. La millora més significativa a la dificultat ha estat la número 8 amb un 70,59% (10 ms vs. 34 ms). I la més baixa ha estat d'un 12,50% (8 ms vs. 7 ms), tot i que és el valor més baix al llarg de les diferents competicions, i en aquesta mateixa dificultat trobem valors de desincronització de fins a 40 ms.

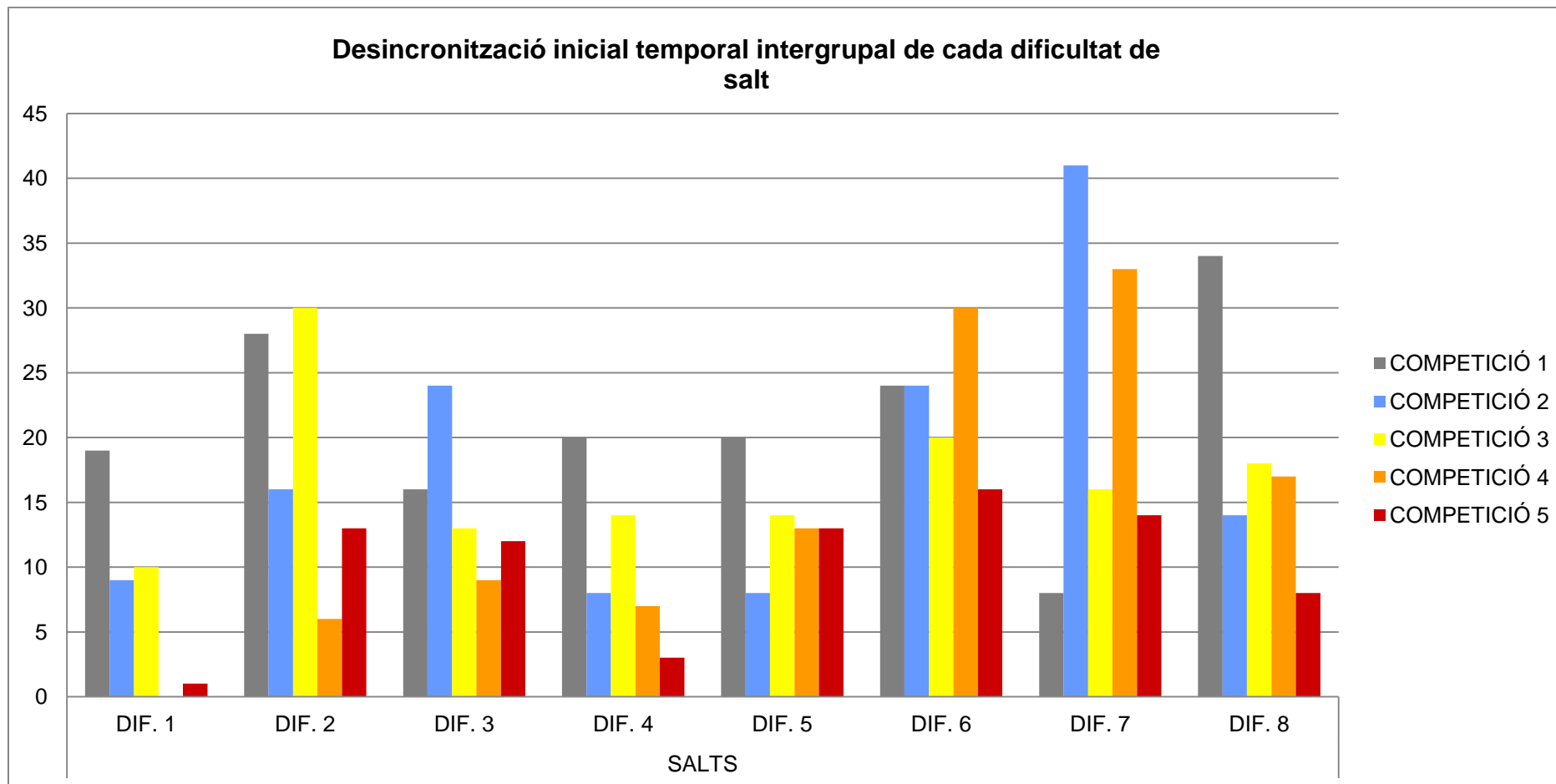
TEMPS INICIAL	SALTS							
	DIF. 1	DIF. 2	DIF. 3	DIF. 4	DIF. 5	DIF. 6	DIF. 7	DIF. 8
COMPETICIÓ 1	19	28	16	20	20	24	8	34
COMPETICIÓ 2	9	16	24	8	8	24	41	14
COMPETICIÓ 3	10	30	13	14	14	20	16	18
COMPETICIÓ 4	0	6	9	7	13	30	33	17
COMPETICIÓ 5	1	13	12	3	13	16	14	8
% DE MILLORA COMPETICIÓ 5-1	94,74	53,57	25,00	85,00	35,00	33,33	-75,00	76,47

**Taula 11. Resultat i comparació numèrica de la desincronització temporal intergrup al inicial de cada dificultats de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.**

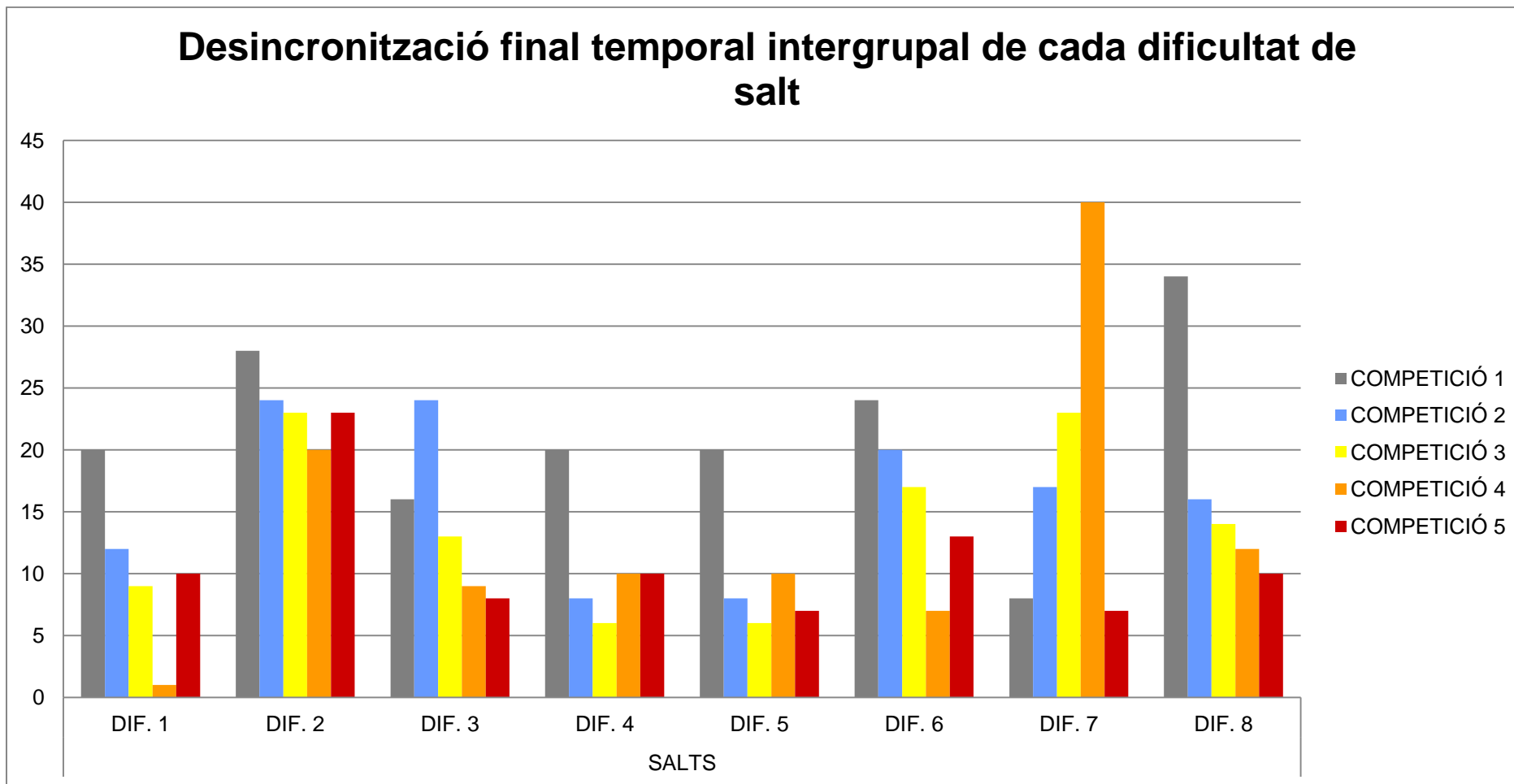
TEMPS FINAL	SALTS							
	DIF. 1	DIF. 2	DIF. 3	DIF. 4	DIF. 5	DIF. 6	DIF. 7	DIF. 8
COMPETICIÓ 1	20	28	16	20	20	24	8	34
COMPETICIÓ 2	12	24	24	8	8	20	17	16
COMPETICIÓ 3	9	23	13	6	6	17	23	14
COMPETICIÓ 4	1	20	9	10	10	7	40	12
COMPETICIÓ 5	10	23	8	10	7	13	7	10
<b>% DE MILLORA COMPETICIÓ 5-1</b>	50,00	17,86	50,00	50,00	65,00	45,83	12,50	70,59

**Taula 12. Resultat i comparació numèrica de la desincronització temporal intergrup final de cada dificultats de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.**

Aquests resultats també es poden veure plasmats a la gràfica número 8 i 9 on es comparen les desincronitzacions temporals d'inici i final de cada dificultat a les diferents competicions.



**Gràfic 8. Comparació gràfica de la desincronització temporal intergrup inicial de cada dificultat de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.**



**Gràfic 9. Comparació gràfica de la desincronització temporal intergrup final de cada dificultat de salt al llarg de les 5 competicions de la temporada.**

## 5 Discussió i conclusions

Aquesta recerca ha pres com eix transversal l'estudi dels requisits tècnics de la Gimnàstica Estètica de Grup en relació a les capacitats de salt i la sincronització i/o coordinació temporal intergrupals, mitjançant la mesura, l'anàlisi i tractament de dades de les manifestacions de força obtingudes dels tests de salts verticals de Bosco, concretament SJ, CMJ, CMJas i RJ (15" CMJas) en un equip de GEG d'alt nivell a principi i final del seu període competitiu. Així com l'anàlisi de la sincronització i/o coordinació temporal intergrupals en l'execució de les dificultats tècniques de salt de les coreografies competitives mitjançant càmeres HD, d'alta velocitat i l'aplicació informàtica kinovea, al llarg de la temporada de competició esportiva.

Respecte als tests de Bosco, els resultats de l'apartat anterior ens mostren que:

- La força explosiva mitjana del grup (sense reutilització d'energia elàstica ni aprofitament del reflex miotàtic), valorada a partir del test SJ, ha augmentat un 4,63 % respecte la primera intervenció, tot i que una de les gimnastes presenta una pèrdua d'un 3,29 %.
- La força elàstica-explosiva valorada a partir del test CMJ, ha disminuït un 0,46 %, amb variacions tan il·lògiques que inclouen l'augment del 5,63% per part d'una gimnasta i la pèrdua greu del 10,46% per part d'uns altres subjectes, sense evidències de lesions.
- La influència dels braços en la capacitat de salt ha augmentat un 1,32% respecte al test a principi del període competitiu.
- La potència anaeròbica alàctica ha augmentat un 4,76%, tenint en compte que una de les gimnastes ha disminuït un 4,42% els valors, respecte el primer test.

Per tan, els valors mitjans obtinguts en relació a la bateria de salts verticals al final del període competitiu han augmentat. Però alhora presenten incoherència amb pèrdues i guanys de força dins d'un mateix test, que deixen en evidència el valor significatiu d'aquests i l'eficàcia que implica l'entrenament actual de la GEG respecte a la força explosiva, elàstica i reactiva.

D'altra banda una de les hipòtesis plantejades a la introducció d'aquest estudi era l'augment d'un 10% en la majoria de manifestacions de la força al final del període competitiu respecte a l'inici, i gairebé en cap cas s'ha igualat o superat el percentatge de millora. Aquesta hipòtesi partia de les evolucions dels valors de força explosiva, elàstica i reactiva al llarg d'una temporada amb altres esportistes d'alt nivell, com ara atletes de 400 i 800 m (Tous, 1999).

Aquest fet, ve relacionat amb les exigències del codi de puntuació i les aportacions de les jutges com a "punt feble de l'equip en les dificultats de salt a la coreografia de competició" i, al mateix temps, objectiu de millora de la temporada 2011-12.

Tanmateix, bo i la necessitat de millora de les manifestacions de força explosiva de la mostra, en la modalitat de GEG, cal dir que en comparació amb altres especialitats gimnàstiques com ara la rítmica (GR) (Grande [et al.], 2010), artística (GAF) (Grande [et al.], 2009), i les modalitats aeròbiques (AR) (López [et al.], 1999), els resultats dels tests de SJ ( $23,78 \pm 3,79$  (GR),  $26,47$  (AR), (GAF) vs  $30,02 \pm 4,20$ ) i CMJ ( $27,02 \pm 5,71$  (GR),  $31,16$  (AR), (GAF) vs.  $32,80 \pm 5,12$ ), són clarament superiors i estan sempre per sobre dels resultats d'altres estudis.

Respecte a la influència dels braços en la capacitat de salt, és interessant destacar que els resultats obtinguts en el test CMJas o Abalakov, superen un 12,28% als obtinguts en el CMJ de les gimnastes, augment que difereix del 10% defensat per Tous (1999).

Al davant dels valors de RJ15", ha estat bastant difícil comparar els resultats amb estudis de modalitats gimnàstiques paral·leles, atès que gairebé no se n'han dut a terme. Ara bé, en comparació a la selecció de Voleibol femení d'Antioquia (Acevedo [et al.], 2008) podem observar que són inferiors, per bé que la diferència és molt lleu ( $34,93 \pm 2,46$  vs.  $32,39 \pm 2,33$ ).

Per tant, podem concloure que, durant el període competitiu del conjunt sènior de gimnàstica estètica del Club Muntanyenc Sant Cugat, la manifestació de força elàstica-explosiva ha disminuït lleugerament i la força explosiva (sense reutilització d'energia elàstica ni aprofitament del reflex miotàtic) ha augmentat, com, també, la influència dels braços en la capacitat de salt i la potència anaeròbica alàctica, mesurades indirectament a través de l'altura de salt dels tests de Bosco amb la plataforma de contactes.

Tot i que en la majoria de test els resultats han estat positius, no podem considerar que la mostra hagi sofert una millora significativa, ja que no ha superat el 10% proposat a l'inici de l'estudi i els valors obtinguts són totalment inestables, presentant en un mateix test % de pèrdues i guanys molt variats, és a dir, no podem establir una relació de millora de la capacitat de salt amb l'entrenament.

Segons Rodríguez (citada Marina i Gusí, 1997) la millora del rendiment d'una gimnasta en relació a la potència, a similitud d'estudis amb velocistes (Acero citada Marina i Gusí, 1997), ve determinada per la maduració neuromuscular, que implica la capacitat de crear més tensió muscular en menys temps, la capacitat de coordinació intra i intermuscular a grans velocitats d'execució i l'aprofitament del fenomen elàstic-reflex. De tal manera, que sempre es busca, l'activació del major nombre d'unitats motores i màxima contracció de les fibres ràpides per unitat de temps. Evitant, en el treball de capacitat de salt, les execucions amb contracció lentes i a baixa intensitat, doncs es recluten més ST empitjorant les condicions de contracció de les fibres ràpides.



Actualment l'entrenament de GEG de l'equip, mostra d'estudi, es podria dividir en sis apartats: ballet, específica de GEG, treball de flexibilitat, multisalts amb corda, treball de dificultats corporals específiques i treball coreogràfic. Ara bé, d'aquestes el temps dedicat a la millora de la capacitat de salt es redueix a: tasques de salts coordinatius de ballet (només es van realitzar fins a principis de gener), multisalts amb corda (sempre són els mateixos i la seva durada és de 5'), repetició de les dificultats de salt, ja sigui durant el treball corporal o la coreografia de competició i tasques pròpies de l'entrenament específic de GEG i ballet on trobem exercicis de treball de coordinació intramuscular i intermuscular, tenint sempre com a càrrega el propi pes corporal.

Com a futura investigació i raonament dels resultats obtinguts, es creu que l'entrenament de gimnàstica estètica hauria d'incloure un treball més exhaustiu i específic per millorar la capacitat de salt, ja que només s'observa un manteniment o millora d'aquesta capacitat en algunes gimnastes, mentre que hauria de ser un dels pilars de la planificació de preparació física d'aquesta modalitat esportiva. Doncs la capacitat de salt és una qualitat molt important a la GEG, fet reflectit en el codi de puntuació on, en categoria sènior, exigeix un mínim de 8 dificultats de salts, les quals poden ser penalitzades si no es realitzen a una certa altura del terra, demostrant una capacitat de salt i forma adequada.

Alguns exemples d'entrenament o tasques per millorar la capacitat de salt serien: entrenaments complexes de potenciació postactivació (combinació d'entrenament amb peses d'alta càrrega i exercicis polimètrics en el mateix entrenament), realització d'exercicis pliomètrics, treballs excèntrics amb o sense material com ara el cinturó rus, treball amb peses, SAQ, treball propioceptiu amb superfícies inestables, en el cas de ser possible seria molt interessant la utilització de vibracions mecàniques i màquines isoinercials com la yo-yo o la Versa Pulley, ja que les VM proporcionen efectes similars a l'entrenament de CEA de forma molt més controlada per l'aparell locomotor i les màquines isoinercials permeten realitzar un treball de CEA sense impactes. Així com la planificació de prevenció de lesions executant correctes fases

d'adaptació a les sessions, tasques i/o exercicis compensatoris i complementaris... per tal d'intentar no restar els guanys obtinguts amb l'entrenament a causa de lesions esportives.

Respecte l'anàlisi de la sincronització i/o coordinació temporal intergrupals en l'execució de les dificultats tècniques de salt de les coreografies competitives, durant la temporada de competició esportiva d'un conjunt de gimnàstica estètica d'alt nivell, cal concloure que s'ha millorat entre un 37,50% (sincronització temps inicial) i un 50,00% (sincronització temps final) la sincronització temporal intergrupals de les dificultats tècniques. Fet que es relaciona directament amb l'automatització del mecanisme d'execució durant la temporada competitiva. Això evidencia que el 70% de millora proposada en les hipòtesis de l'estudi no s'ha observat, però sí que s'identifica una millora important d'aquest paràmetre. Fet que, a diferència de la capacitat de salt, s'atribueix a la gran incidència amb tasques repetitives i de perfeccionament que s'han realitzat al llarg de la temporada competitiva, doncs gairebé un 45% de l'entrenament persegueix aquest objectiu.

Tanmateix cal esmentar que en algunes competicions s'han canviat les dificultats de salt, alterant-ne els resultats. Per aquest motiu, a l'hora de concloure aquest objectiu, només s'han tingut en compte les mitjanes de salt i la comparació entre la primera i l'última competició.

## 6 Bibliografia

ACEVEDO, D.; HINCAPIE, F.; SANCHEZ, J. *Valoración de la manifestación reactiva de la fuerza de los miembros inferiores a las integrantes de la selección Antioquia de voleibol categoría junior rama femenina*. Universidad de Antioquia, 2008.

AEGEG. “*Código de puntuación de Gimnasia Estética de Grupo*”. Asociación Española de Gimnasia Estética de Grupo, 2011.

AEGEG. *Gimnasia Estética de Grupo* [en línia]. Barcelona: 2004. [Consulta: 3 de gener del 2012]. Disponible a: < <http://www.aegeg.com/>>.

BOBBERT, M.; KARIN, G.; GERRITSEN, M.; VAN SOEST, A. “Why is countermovement jump height greater than squat jump height?” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1996, núm. 28, p. 1402-1412.

BOSCO, C. *La Valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Badalona: Paidotribo 1994.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P. “A simple method for measurement of mechanical power in jumping”. *European Journal of Applied Physiology*, 1993, núm 50, p 273-282.

BOSCO, C.; TIHANYI, P.; KOMI, P.V.; FEKETE, G.; APOR, P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 1982, núm. 114, p. 543-550.

COMETTI, G. *Los métodos modernos de musculación*. Barcelona: Paidotribo 1988.

GONZÁLEZ BADILLO, J.; RIBAS, J. *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: INDE, 2002.

GONZÁLEZ BADILLO, J.J.; GOROSTIAGA, E. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Zaragoza: INDE, 1995.

GRANDE, I.; FIGUEROA, J.; HONTORÍA, M.; BAUTISTA, A. *“Evolución y comparación de la capacidad de salto de los equipos nacionales de gimnasia artística femenina y rítmica durante la preparación del Campeonato del Mundo 2007”*. Kronos, 2009, vol. 7, núm. 14, p. 91-94.

GRANDE, I.; SAMPEDRO, J.; RIVILLA-GARCÍA, J.; BOFILL, A.; HONTORIA, M. *“Evolución y relación de la capacidad de salto i amortiguación en gimnastas de rítmica de alto nivel”*. Cuadernos de Psicología del Deporte, 2010, vol. 10, núm. 2, p. 43-50.

IFAGG. What is AGG? [en línia]. 2006. [Consulta 3 de gener del 2012] Disponible a: <<http://www.ifagg.com/>>.

LÓPEZ, J.; VERNETTA, M.; CURZ, J. *“Características morfológicas y funcionales del aeróbic deportivo”*. Apunts, 1999, núm. 55, p. 60-65.

MARINA, M.; GUSÍ, N. *“El entrenamiento de la fuerza de salto en gimnasia artística femenina.”* Apunts: 1997, núm. 47, p. 67-73.

MENA, R.; ÁLVAREZ, I.; *“Orientaciones Metodológicas para desarrollar la preparación física (fuerza) en atletas de gimnasia rítmica.”* Ra Ximhai, 2006, vol.2, núm. 2, p. 515-532.

MENDIZÁBAL, S. *Fundamentos de la Gimnasia rítmica. Mitos y realidades*. Madrid: Gymnos, 2001.

NAVARRO, A.; NAVARRO, J.M.; GARCIA, E. *Test más apropiado para la valoración funcional del deportista en gimnasia rítmica* [en línia]. Buenos Aires: Febrer 2009. [Consulta: 14 de febrero del 2012] Disponible a <<http://www.efdeportes.com/efd129/valoracion-funcional-del-deportista-en->

[gimnasia-ritmica.htm](#) >.

SEIRU-LO, F.; SANCHEZ, F. Unidad metodológica para el desarrollo de la fuerza-técnica en las habilidades deportivas. Ideasport. Barcelona: INDE, 1988.

TOUS, J. *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo. 1999.

VITTORI, C. “El entrenamiento de la fuerza para el sprint.” *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 1990, núm. 4, p.2-11.