



*Revista Digital de Educación Física*

ISSN: 1989-8304 D.L.: J 864-2009

## **FUERZA EXPLOSIVA, EXPLOSIVA-ELASTICA Y REACTIVA EN GIMNASTAS, VOLEIBOLISTAS, NADADORAS Y NADADORAS SINCRONIZADAS DEL ESTADIO MAYOR DE SANTIAGO DE CHILE**

**Carlos Véliz Véliz**

Grupo de Neurocognición y Educación Física. Santiago de Chile.

E-mail: [educación.fisica.veliz@gmail.com](mailto:educación.fisica.veliz@gmail.com)

**Fernando Maureira Cid**

PhD. en Educación. Grupo de Neurocognición y Educación Física, Santiago de Chile.

E-mail: [maureirafernando@yahoo.es](mailto:maureirafernando@yahoo.es)

**Loreto Erazo Lynch**

Entrenadora gimnasia artística, Estadio Mayor. Santiago de Chile.

E-mail: [Loreto.erazo@estadiomayor.cl](mailto:Loreto.erazo@estadiomayor.cl)

### **RESUMEN**

El objetivo del presente estudio fue conocer la diferencia entre la fuerza explosiva y reactiva entre gimnastas, voleibolistas, nadadoras de velocidad y nadadoras sincronizadas. La muestra estuvo constituida por 52 deportistas mujeres con edades entre 9 y 17 años que entrenan en el Estadio Mayor de Santiago de Chile. Los datos de los saltos se obtuvieron con la plataforma de contacto DM JUMP by prometheus conectada al software DMJ V2.2 Beta. Los resultados muestran que solo en el Squat Jump (SJ) existen diferencias en la altura de salto ( $p < 0,05$ ) y velocidad vertical ( $p < 0,05$ ) entre los 4 deportes. En relación al tiempo de contacto existen diferencias ( $p < 0,01$ ) en 4 alturas del Drop Jump (DJ), siendo las gimnastas las que presentan valores menores y las nadadoras de velocidad los más altos. Finalmente, en tiempo de vuelo sólo se presentan diferencias en el SJ entre los cuatro deportes ( $P < 0,05$ ). Se puede concluir que las voleibolistas y nadadoras de velocidad presentan altura, tiempo de vuelo y velocidad vertical mayores en el SJ y las nadadoras de velocidad presentan tiempos de contacto más altos en todos los DJ. Se hacen necesarias futuras investigaciones en deportistas jóvenes, donde se analicen el tiempo de entrenamiento, experiencia deportiva, etc. y su relación con el desempeño en saltos verticales.

### **PALABRAS CLAVE:**

Saltos verticales; fuerza explosiva; fuerza reactiva; gimnasia; voleibol; natación; deportistas jóvenes.

## 1. INTRODUCCIÓN

La capacidad de salto se ha estudiado desde las áreas de la fisiología (Bencke, Damsgaard, Saekmose, Jorgensen y Klausen, 2002) y la biomecánica (Bobbert, Huijing y Van Ingen Schenau, 1987) ya que corresponde a un aspecto relevante al momento de evaluar la condición física de un deportista. Para generar un salto se requiere de una importante fuerza de contracción y velocidad de reclutamiento de células musculares, también, de buena frecuencia de descarga y número de unidades motoras reclutadas (Ferragut, Cortadellas, Arteaga y Calbet, 2003). La mecánica de las extremidades inferiores que provocan el salto y el aterrizaje se consideran indicadores de desempeño deportivo (Chae, et al., 2004; Kollias, Panoutsakopoulos y Papaiakovou, 2004), ya que es un trabajo de varias articulaciones que requieren de coordinación intermuscular e intramuscular (Luarte, González y Aguayo, 2014) y es una acción que solicita fuerza reactiva que permita a un individuo cambiar de una mecánica excéntrica a otra concéntrica rápidamente (Young, 1995).

Amú (2010) concluye que una buena forma de valorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores es el test de salto vertical. En este contexto, se considera importante el aporte de Bosco (1999) con el diseño del protocolo para medir distintos tipos de saltos verticales, que con el tiempo se ha convertido en una de las pruebas más utilizadas para medir esta capacidad en distintos atletas (Bosco, 1994; Ferragut y López, 1998; Gorostiaga, et al., 2004; Izquierdo, Ibañez, González-Badillo y Gorostiaga, 2002; Jiménez-Reyes y González-Badillo, 2011; Shalfawi, Sabbah, Kailani, Tonnessen y Enoksen; 2011). Diversos estudios han mostrado como los elementos del salto pueden tener relación con otras variables deportivas específicas, como por ejemplo la altura del salto vertical y la capacidad de aceleración (Ferragut y López, 1998) o la relación entre salto vertical y sprint de 10 metros ( $r=0,72$ ;  $p= 0,001$ ) y 30 metros ( $r=0,60$ ;  $p=0,01$ ) en jugadores de fútbol (Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones y Hoff, 2004). También se ha visto que el pico de potencia derivada del salto vertical puede ser una buena herramienta para evaluar el rendimiento deportivo en el levantamiento de pesas (Carlock, et al., 2004)

En gimnasia artística, Torrado y Marina (2012) evaluaron la fiabilidad de los test de salto squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ), countermovement jump with arm swing (CMJA) y drop jump (DJ) en 36 pre-púberes (19 gimnastas y 17 control) de 7 a 12 años, donde se encontró que la capacidad de salto es reproducible y fiable desde temprana edad y la práctica de gimnasia artística no mejora la fiabilidad de la mayoría de los test de salto vertical. Por otro lado, Marina y Rodríguez (1993) evaluaron a 76 gimnastas de ambos sexos, con edades de  $15,7\pm 4,2$  años, donde descubrieron correlaciones negativas entre la talla y el peso corporal con el coeficiente VC (tiempo de vuelo/tiempo de contacto) de un test de salto de fuerza reactiva ( $r=-0,33$ ;  $p<0,001$ ). En otro estudio Marina y Torrado (2013) evaluaron a 50 gimnastas de  $8,84\pm 0,62$  años y 42 mujeres de  $8,58\pm 0,92$  años (grupo control) en los saltos SJ, CMJ, CMJ con ayuda de brazos y DJ en 40 y 60 cm de altura, encontrando que la práctica temprana de gimnasia no induce a un mejor rendimiento general del salto vertical.

En vóleybol, Moras y López (1995) evaluaron el CMJ, salto desde bloqueo parado, salto al bloqueo con paso añadido, salto al bloqueo con paso cruzado y el remate en 25 jugadores de vóleybol, 16 niñas de  $15,9\pm 0,4$  y 9 niños de  $15,8\pm 0,5$  años de

edad. Los resultados mostraron diferencias significativas de las medias del CMJ y todos los otros test específicos con y sin pelota ( $p < 0,001$ ), lo que indica lo importante de tomar en cuenta la influencia de las variables técnicas de un deporte en el salto, en contraposición de evaluaciones de laboratorio. Lombardi, Vieira y Detanico (2011) evaluaron a voleibolistas de 13 a 14 años de edad, encontrando que en el CMJ las atletas alcanzaron medias de altura de  $25,29 \pm 5,19$  cm antes de una intervención de ejercicios de musculación y de  $28,09 \pm 5,37$  cm luego del tratamiento. Cifras que según Chu (1996) están por debajo del percentil 10 de una población general de deportistas.

En nado sincronizado, Peric, Zenic, Furjan-Mandic, Sekulic y Sajber (2012) evaluaron a 22 nadadoras de 16 a 18 años de edad, correlacionando el salto CMJ, la Barracuda y Boost (dos movimientos específicos del deporte) y el logro deportivo, no encontrando relación entre este último y el CMJ, pero sí con los movimientos Barracuda y Boost ( $r = 0,66$  y  $r = 0,89$  respectivamente).

En natación clásica, West, Owen, Cunningham, Cook y Kilduff (2011) relacionaron la potencia de salto fuera del agua con la salida de 50 m crol a velocidad de competición, en los primeros 15 m. Los resultados encontrados muestran que a mayor potencia de salto son mejores las marcas en 15 m. Asimismo, Breed y Young (2003) investigaron la altura de salto CMJ en 23 nadadoras de  $19,9 \pm 2,4$  años, mostrando una media de  $27,3 \pm 4,8$  cm antes de un entrenamiento de fuerza de tres veces a la semana por nueve semanas. Tras la intervención la media de salto fue de  $30,6 \pm 4,7$  cm. Arellano, Llana, Tella, Morales y Mercadé (2005) encontraron alturas en el salto CMJ de  $0,34 \pm 0,06$  m en 11 nadadores de  $21,4 \pm 2,2$  años de edad, valores que se pueden comparar con las clasificaciones que Cappa (2000) extrae de deportistas mujeres finlandesas de 16 años, donde muestra como excelentes alturas de 41 cm, buenos de 38 cm y mediocres de 28 cm.

Finalmente, es un estudio de Véliz, Maureira, Tamayo y Fernández (2016) se compararon las cantidad de saltos verticales en 15 segundos entre 54 deportistas mujeres de entre 9 y 17 años que practicaban gimnasia, voleibol, nado y nado sincronizado, encontrando que las nadadoras realizan menos saltos y presentan mayor tiempo de contacto con la plataforma que las deportistas de las otras 3 disciplinas, en altura de salto no se muestran diferencias entre las 4 ramas deportivas y en relación a salto/peso las gimnastas muestran los mejores resultados.

En base a los antecedentes expuestos surge el objetivo de la presente investigación, que fue conocer la diferencia entre la fuerza explosiva y reactiva medida con el test de Bosco, entre deportistas femeninas de gimnasia, voleibol, natación clásica y nado sincronizado. En la revisión de la literatura se encuentra poca información sobre la cuantificación de estos tipos de fuerza en mujeres deportistas, por lo cual la presente investigación puede ser una herramienta importante para mejorar planificaciones que potencien el rendimiento de deportistas de las disciplinas mencionadas.

## 2. MATERIAL Y METODO

### 2.1. MUESTRA

Se trabajó con una muestra no probabilística intencional que estuvo constituida por 52 deportistas mujeres con edades entre 9 y 17 años que entrenan en el Estadio Mayor de Santiago de Chile. Del total 21 jóvenes practicaban gimnasia artística (40,4%), 13 practicaban voleibol (25,0%), 10 practicaban natación (19,2%) y 8 practicaban nado sincronizado (15,4%). La estatura media de las gimnastas fue de 1,47 m (DE=0,13), de las voleibolistas 1,64 m (DE=0,06), de la nadadoras 1,64 m (DE=0,04) y las de natación sincronizada 1,57 m (DE=0,07). El peso medio de las gimnastas fue 36,0 k (DE=9,02); de las voleibolistas 56,0 k (DE=11,02), de la nadadoras 53,3 k (DE=6,78) y de las nadadoras sincronizada 53,3 k (DE=8,52). Todas las integrantes poseían al menos 2 años practicando su especialidad y han participado en más de 6 competencias nacionales, razón por la que se pueden considerar deportistas con experiencia. Todos los padres y deportistas firmaron un consentimiento informado.

### 2.2. INSTRUMENTO

La talla de cada deportista de este estudio se obtuvo con un estadiómetro seca 213. El peso corporal fue medido con una Tanita Body Composition Analyzer TBF-300 A. Para reclutar los datos de los saltos se utilizó la plataforma de contacto DM JUMP by prometheus conectada al software DMJ V2.2 Beta.

### 2.3. PROCEDIMIENTO

Se comenzó con un calentamiento propio de sus disciplinas y luego se enseñó la técnica de los saltos verticales según las directrices del test de Bosco, Luhtanen y Komi (1983) a toda la muestra. La técnica se analizó en un principio de forma visual y a continuación se ejecutaron algunos movimientos de los saltos que se iban a medir durante 15 minutos. Una vez que todas las deportistas lograron ejecutar los saltos correctamente se comenzó con el testeo, para lo cual cada participante debió ejecutar saltos Squat jump (SJ), Counter movement jump (CMJ), Abalakov jump (AJ) y Drop Jump (DJ) en 20, 30, 40 y 50 centímetros. El test fue realizado al comienzo de su día de entrenamiento y antes de cualquier intervención, mientras las deportistas estaban en completo descanso. Todo el procedimiento se realizó en el Estadio Mayor de Peñalolén de Santiago de Chile.

### 2.4. ANALISIS DE DATOS

Se utilizó el programa estadístico SPSS 20.0 para Windows. Se utilizó estadística descriptiva como medias y desviaciones estándar. También se utilizó estadística inferencial como ANOVA y pruebas de comparaciones múltiples (Tukey) para determinar si existen diferencias entre los diversos elementos de los saltos dentro de cada disciplina y entre ellas.

### 3. RESULTADOS

En la tabla 1 se observan las medias y desviaciones estándar de la altura (en cm) de cada uno de los saltos evaluados según deporte. La prueba de ANOVA comparando las medias del Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) y Abalakov Jump (ABK) en gimnastas muestra diferencias significativas, siendo el ABK el que posee una puntuación mayor. En los demás deportes, estos tres saltos no poseen diferencias. Al comparar el Drop Jump (DJ) de 20 cm, 30 cm, 40 cm y 50 cm no presentan diferencias en ninguno de los cuatro deportes.

Por otra parte, el ANOVA comparando las alturas medias obtenidas en cada salto entre los deportes mostró que sólo se encontraron diferencias significativas en el SJ ( $F=2,951$ ;  $gl1=3$ ;  $gl2=48$ ;  $p=0,042$ ) sin embargo, la prueba de Tukey de comparaciones múltiples no arrojó diferencia entre ninguno de los pares de grupos comparados sus puntajes. Por lo tanto, no se aprecian diferencias en ninguno de los siete saltos evaluados entre los cuatro deportes estudiados.

Tabla 1. Comparación de la altura (en cm) lograda en cada salto por la muestra de gimnastas, voleibolistas, nadadoras de velocidad y sincronizado.

Salto	Gimnasia (n=21)	Voleibol (n=13)	Nado velocidad (n=10)	Nado sincronizado (n=8)	ANOVA
SJ	21,1±4,2	24,2±3,9	24,3±2,8	20,7±4,6	0,042*
CMJ	23,2±3,3	25,2±4,4	27,1±4,2	23,4±3,9	0,057
ABK	26,9±4,3	27,9±5,4	26,7±4,1	26,1±4,8	0,847
ANOVA	<0,001**	0,125	0,220	0,075	
DJ 20	23,9±3,7	22,4±2,8	25,0±5,3	23,8±4,0	0,470
DJ 30	23,6±2,9	23,7±2,9	24,7±4,9	23,6±2,5	0,868
DJ 40	23,1±3,4	22,4±6,9	24,4±4,8	22,9±3,7	0,809
DJ 50	22,5±3,4	23,9±3,3	25,1±3,3	21,6±4,7	0,137
ANOVA	0,513	0,708	0,986	0,660	

\*Diferencia significativa al nivel 0,05

SJ=Squat Jump; CMJ=Counter Movement Jump; ABK=Abalakov Jump;

DJ=Drop Jump.

En la tabla 2 se observan las medias y desviaciones estándar del tiempo de contacto (en milisegundos) de cuatro de los saltos evaluados según deporte. La prueba de ANOVA muestra que entre los cuatro DJ a diferentes alturas no existe diferencia en ninguno de los cuatro deportes evaluados. Por otra parte, el ANOVA muestra que en el DJ a 20 cm el nado de velocidad posee una media de tiempo de contacto mayor que los otros tres deportes, sin que haya diferencia entre gimnasia, voleibol y nado sincronizado. En el DJ a 30 cm el nado de velocidad nuevamente posee puntuaciones más altas que gimnasia, voleibol y nado sincronizado. En el DJ a 40 cm el nado de velocidad posee una media mayor a gimnasia y voleibol. Finalmente, en el DJ a 50 cm el nado de velocidad posee puntajes mayores a gimnasia.

Los análisis no mostraron diferencias significativas entre los DJ en el interior de ninguna de las cuatro disciplinas.

Tabla 2. Comparación del tiempo de contacto (en milisegundos) logrado en cada salto por la muestra de gimnastas, voleibolistas y nadadores de velocidad y sincronizado.

Salto	Gimnasia (n=21)	Voleibol (n=13)	Nado velocidad (n=10)	Nado sincronizado (n=8)	ANOVA
DJ 20	319,1±95,36	324,1±91,6	486,7±116,2	325,3±85,8	P<0,001**
DJ 30	298,2±101,7	330,4±103,4	511,3±133,9	391,3±88,2	P<0,001**
DJ 40	316,1±113,7	339,3±106,9	501,6±135,9	423,6±102,3	P<0,001**
DJ 50	318,4±130,3	366,8±146,4	502,0±128,8	412,5±105,6	P=0,006**
ANOVA	0,902	0,786	0,979	0,192	

\*\*Diferencia significativa al nivel 0,01

SJ=Squat Jump; CMJ=Counter Movement Jump; ABK=Abalakov Jump; DJ=Drop Jump

En la tabla 3 se observan las medias y desviaciones estándar del tiempo de vuelo (en milisegundos) de cada uno de los saltos según deporte. La prueba de ANOVA muestra que en las gimnastas el ABK posee puntuaciones mayores que el SJ y el CMJ y en nado sincronizado el ABK posee mayor tiempo de vuelo que el SJ. Entre los cuatro DJ no existe diferencia en ninguno de los cuatro deportes evaluados. Por otra parte, el ANOVA muestra que no existen diferencias significativas en ningún salto por deporte, exceptuando el Squat Jump ( $F=3,007$ ;  $gl_1=3$ ;  $gl_2=48$ ;  $p=0,039$ ), sin embargo, al realizar las comparaciones múltiples con la prueba de Tukey no se encontraron diferencia entre ningún par de medias evaluadas.

Tabla 3. Comparación del tiempo de vuelo (en milisegundos) logrado en cada salto por la muestra de gimnastas, voleibolistas y nadadores de velocidad y sincronizado.

Salto	Gimnasia (n=21)	Voleibol (n=13)	Nado velocidad (n=10)	Nado sincronizado (n=8)	ANOVA
SJ	412,6±42,8	443,4±35,8	444,7±25,2	409,0±44,9	0,039*
CMJ	433,5±31,7	452,4±40,1	468,8±35,6	435,8±35,6	0,061
ABK	466,7±37,9	474,8±46,2	465,7±35,4	462,3±39,8	0,896
ANOVA	<0,001**	0,145	0,214	0,049*	
	ABK>SJ, CMJ			ABK>SJ	
DJ 20	440,3±34,9	423,2±31,4	449,6±45,5	439,4±38,6	0,375
DJ 30	438,5±26,9	444,0±28,1	446,6±44,2	433,8±21,0	0,789
DJ 40	432,8±31,9	442,6±30,7	444,1±43,2	428,1±33,8	0,659
DJ 50	426,9±33,0	433,1±30,9	451,8±30,3	416,9±43,9	0,154
ANOVA	0,525	0,278	0,977	0,626	

\*Diferencia significativa al nivel 0,05

SJ=Squat Jump; CMJ=Counter Movement Jump; ABK=Abalakov Jump; DJ=Drop Jump.

En la tabla 4 se observan las medias y desviaciones estándar de la velocidad de vuelo (en metros/segundos) de cada uno de los saltos evaluados según deporte. La prueba de ANOVA muestra que en las gimnastas el ABK posee puntuaciones mayores que el SJ y el CMJ y en nado sincronizado el ABK posee mayor velocidad vertical que el SJ. Entre los cuatro DJ no existe diferencia en ninguno de los cuatro deportes evaluados. Por otra parte, el ANOVA muestra que no existen diferencias

significativas en ningún salto por deporte, exceptuando el Squat Jump ( $F=2,829$ ;  $gl_1=3$ ;  $gl_2=48$ ;  $p=0,048$ ), sin embargo, al realizar las comparaciones múltiples con la prueba de Tukey no se encontraron diferencia entre ningún par de medias evaluadas.

Tabla 4. Comparación de la velocidad vertical (en metros/segundos) lograda en cada salto por la muestra de gimnastas, voleibolistas y nadadores de velocidad y sincronizado.

Salto	Gimnasia (n=21)	Voleibol (n=13)	Nado velocidad (n=10)	Nado sincronizado (n=8)	ANOVA
SJ	2,01±0,21	2,17±0,19	2,17±0,15	1,98±0,23	0,048*
CMJ	2,11±0,17	2,23±0,22	2,30±0,20	2,12±0,19	0,071
ABK	2,29±0,21	2,34±0,24	2,28±0,19	2,29±0,22	0,912
ANOVA	<0,001** ABK>SJ, CMJ	0,155	0,247	0,039* ABK>SJ	
DJ 20	2,14±0,18	2,10±0,15	2,20±0,23	2,15±0,21	0,667
DJ 30	2,14±0,15	2,14±0,16	2,19±0,24	2,12±0,15	0,864
DJ 40	2,12±0,17	2,15±0,16	2,17±0,24	2,11±0,19	0,896
DJ 50	2,08±0,18	2,14±0,17	2,17±0,11	2,04±0,23	0,362
ANOVA	0,621	0,846	0,985	0,695	

\*Diferencia significativa al nivel 0,05

\*\*Diferencia significativa al nivel 0,01

SJ=Squat Jump; CMJ=Counter Movement Jump; ABK=Abalakov Jump; DJ=Drop Jump.

#### 4. DISCUSION

En la presente investigación se encontró que las voleibolistas y nadadoras clásicas presentaron medias de altura de mayor en el SJ que las gimnastas y nadadoras sincronizadas. En el caso de las voleibolistas, esto se puede explicar porque este deporte se relaciona con valores incrementados de fuerza muscular en el tren inferior, así como una alta velocidad en la aplicación de fuerza al saltar que proporciona un superior impulso mecánico con una consiguiente mejoría en la velocidad de despegue, todo esto generado por la práctica diaria de su disciplina (Ferragut, Cortadellas, Navarro de Tuero, Arteaga y Calbet, 2002). Es decir, la gran característica de un voleibolista es que son capaces de desarrollar más fuerza dinámica por kilogramo de masa corporal en un tiempo reducido. La altura en CMJ ( $25,2\pm 4,4$ ) hallada en las jugadoras de vóleibol de este estudio es similar a la encontrada por Zanolo, Ravagnani, Reis, Queiroz y Ferreirinha (2014) en jugadoras con edades entre 11 y 17 años. Por otra parte, la altura de los saltos de las voleibolistas de este estudio fue superior a la encontrada por Ferragut et al., (2002) en jugadoras de  $17,9\pm 1,8$  años de edad, las cuales alcanzaron los 21 cm en SJ y 23 cm en CMJ.

Si bien existen diferencias en el SJ, en los otros saltos de este estudio no se encontraron diferencias significativas entre disciplinas deportivas. Un trabajo que entrega una situación similar, aunque las disciplinas evaluadas fueron distintas, es el de Picabea y Yanci (2015) donde jugadores de fútbol, baloncesto y tenis de mesa, con edades de  $16,9\pm 0,9$  años, no mostraron diferencias significativas en la altura de sus saltos verticales.

Las nadadoras de velocidad fueron las que lograron la media más alta en el CMJ, sin embargo, sus valores se encuentran alejados de los 38 cm que Cappa (2000) considera como bueno en una población general de deportistas finlandesas. Esta situación se puede explicar porque las acciones específicas de un deporte y desemejantes cargas de entrenamiento aplicadas a distintos niveles competitivos pueden revelar las diferencias encontradas entre un salto vertical y otro (Yanci, Los Arcos y Cámara, 2014).

En cuanto al tiempo de contacto, las gimnastas tuvieron los valores más bajos y los nadadores de velocidad los más altos. Es posible que la cantidad de multisaltos que realizan las gimnastas durante los entrenamientos y que son propias de la disciplina, logren mejorar la fuerza reactiva analizada con el tiempo de contacto. Brazo, Barrientos, Olcina, Muñoz, Timón y Maynar-Marino (2010) mostraron que los ejercicios de fortalecimiento de pie y el aumento del volumen de distintos tipos de salto, permiten descender en el tiempo de contacto en los DJ. Según Delgado, Osorio, Mancilla y Jeréz (2011) dejarse caer desde alturas o practicar distintos tipos de saltos sería la clave para reutilizar la energía elástica y el uso del reflejo miotático que es la base del rendimiento de un salto vertical. Por esto, los estímulos que reciben a diario las gimnastas de este estudio, como saltar en trampolín, vigas o distintos aparatos pueden influir en el menor tiempo de contacto en relación a las otras tres disciplinas. Sin embargo, estos resultados se encuentran muy lejos de los encontrados por Marina y Jemni (2014) en nueve gimnastas de elite con edades entre 11,23 y 12,22 años de edad, las que muestran tiempos de contacto inferiores a 170 milisegundos. Verkhoshansky (2011) estipula que 150 milisegundos corresponden a tiempos de gimnastas de buen rendimiento. Asimismo, los tiempos de contacto de esta investigación, no logran entrar en la clasificación de Bosco (1995, citado por Cappa, 2000) como excelentes: 145-160 milisegundos y buenos: 160-170 milisegundos.

En relación al tiempo de vuelo, no existen diferencias significativas en ninguno de los saltos entre los cuatro deportes, sin embargo las gimnastas mostraron valores mayores en el ABK en comparación con CMJ y SJ y en natación sincronizada el ABK mostró tiempos mayores que el SJ. Al comparar los resultados con otros estudios, encontramos que estas gimnastas muestran tiempos de vuelos inferiores a los encontrados en el estudio de Marina y Gusi (1997) con 487,2 ms en SJ, 501,7 ms en CMJ, 556,4 ms en ABK, 5247 ms en DJ 20 cm y 525,8 ms en DJ 40 cm. En otro estudio, Marina et al. (2014) encontraron tiempos de vuelo superiores a 480 ms en 9 gimnastas de nivel competitivo con edades de 11,23 y 12,22 años de edad, en saltos DJ de 20, 40, 60, 80 y 100 cm. En cuanto a los otros deportes, la búsqueda de la literatura no mostró trabajos analizando el tiempo de vuelo y velocidad vertical en diferentes tipos de saltos.

Por otra parte, la velocidad vertical del SJ y CMJ mostraron valores más bajos que el ABK en el grupo de gimnastas, situación que podría ser explicada por que la mayoría de los estímulos propios de este deporte son producto del ciclo estiramiento-acortamiento cuestión que se da en mayor medida en el ABK. Según Rojas, Cepero, Soto y Gutiérrez-Dávila (2002) la acción de los brazos y la flexión-extensión de piernas en las pruebas de salto son considerados movimientos determinantes del rendimiento del mismo, ambos realizados en ABK. Asimismo, Dapena (1993) menciona que mientras más velocidad tenga los brazos y piernas en

el momento del despegue de un salto mayor será la velocidad vertical desarrollada por el sujeto.

## 5. CONCLUSION

En relación a la altura de salto, tiempo de vuelo y velocidad vertical sólo se aprecian diferencias en el SJ, donde las voleibolistas y nadadoras de velocidad poseen las medias más altas. En los otros saltos no existen diferencias entre las deportistas de las 4 disciplinas evaluadas.

Los tiempos de contacto presentan diferencias entre los cuatro deportes en las 4 alturas evaluadas del DJ, siendo las nadadoras de velocidad las que presentan las medias más altas. En contraste son las gimnastas las que presentan los valores menores.

Son necesarias nuevas investigaciones en deportistas jóvenes de Chile, donde se analicen variables como tiempo de experiencia deportiva, tiempo de entrenamiento, tipo de metodología de entrenamiento deportivo, etc. para poder entender y explicar el desempeño que logran en la fuerza explosiva y reactiva en un salto vertical.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amú, R. (2010). Predicción de la altura óptima de caída en drop jumps usando antropometría y pruebas motoras. *Revista de Educación Física y Deporte*, 29(1), 85-92.

Arellano, R., Llana, S., Tella, V., Morales, E. y Mercadé, J. (2005). *Estudio de la fuerza de impulso en la salida de natación*. Investigación presentada en el Congreso Internacional de Técnicos de Natación VIII Congreso Ibérico. Madrid, España.

Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jorgensen, K. y Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scand J Med Sci Sports*, 12, 171-178.

Bobbert, M., Huijing, P. y Van Ingen Schenau, G. (1987). Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 19(4), 332-338.

Bosco, C., Luhtanen, P. y Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 50, 273-82.

Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.

Bosco, C. (1999). *Strength assessment with the Bosco's Test*. Rome: Italian Society of Sports Science.

Brazo, J., Barrientos, G., Olcina, G., Muñoz, D., Timón, R. y Maynar-Marino, M. (2010). Mejoras en el tiempo de contacto en jóvenes atletas de velocidad y salto. *Cultura Ciencia y Deporte*, 5(15), 37.

Breed, R. y Young, W. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sports Sciences*, 21, 213-220.

Cappa, D. (2000). *Entrenamiento de la Potencia Muscular*. Mendoza: Dupligraf

Carlock, J., Smith, S., Hartman, M., Morris, R., Ciroslan, D., Pierce, K., et al. (2004). Relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: A field test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 534-539

Dapena, J. (1993). Biomechanical studies in the high jump and implications for coaching. *Modern Athlete and Coach*, 31, 7-12.

Delgado, P., Osorio, A., Mancilla, R. y Jeréz, D. (2011). Análisis del desarrollo de la fuerza reactiva y saltabilidad, en basquetbolistas que realizan un programa de entrenamiento pliométrico. *Revista Motricidad y Persona*, 10, 33-44.

Chae, W., Chow, J., Lee, M., Yang, Ch., Lim, Y. y So, J. (2004). Tibio-femoral joint forces during the landing phase of different types of vertical jump. Disponible en: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/1260/1182> [Consultado el 21 de abril de 2016].

Chu, D. (1996). *Explosive power and strength: complex training for maximum results*. Champaign: Human Kinetics.

Ferragut, C. y López, J. (1998). Mecanismos responsables de la potenciación de la contracción muscular concéntrica en el curso del ciclo estiramiento-acortamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 12(2), 5-8.

Ferragut, C., Cortadellas, J., Arteaga R. y Calbet J. (2003) Predicción de la altura de salto vertical, importancia del impulso mecánico de la masa muscular de las extremidades inferiores. *European Journal of Human Movement*, 10, 7-22

Ferragut, C., Cortadellas, C., Navarro de Tuero, J., Arteaga, R. y Calbet, J. (2002). ¿Por qué saltan más los jugadores de vóleybol? *Archivos de Medicina del Deporte*, 19(92), 449-458.

Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., González-Badillo, J., & Ibáñez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5-6), 698-707

Izquierdo, M., Ibáñez, J., González-Badillo, J., y Gorostiaga, E. (2002). Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 332-343.

Jiménez-Reyes, P. y González-Badillo, J. (2011). Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 7(18), 207-217.

Lombardi, G., Vieira N. y Detanico, D. (2011). Effect of two types of power training in the vertical jump performance in volleyball players. *Brazilian Journal of Biomechanics*, 5(4), 230-238.

Luarte, C., González, M. y Aguayo, O. (2014). Evaluación de la fuerza de salto vertical en voleibol femenino en relación a la posición de juego. *Revista de Ciencias de la Actividad Física UCM*, 15(2). 43-52

Marina, M. y Rodríguez, F. (1993). Valorado de les distintes expressions de la forga del saït en gimnástica artística. *Apunts Med Esport*, 30, 233-44.

Marina, M. y Gusi, N. (1997). Entrenamiento de la fuerza de salto en gimnasia artística femenina. *Apunts: Educación física y Deportes*, 47, 67-73.

Marina y Torrado (2013). Does gymnastics practice improve vertical jump reliability from the age of 8 to 10 years? *Journal of Sports Sciences*, 31(11), 1177-1186.

Marina, M. y Jemni, M. (2014). Plyometric training performance in elite oriented prepubertal female gymnasts. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 1015-1025.

Moras, G. y López, D. (1995). Relació entre diferents tests de salt en voleibol utilitzant la plataforma de Bosco. *Apunts Medicine de l'Esport*, 32, 118-130.

Klavora, P. (2000). Vertical-jump Tests: A Critical Review. *Strength and Conditioning Journal*, 22(5), 70-75.

Kollias, I., Panoutsakopoulos, V. y Papaïakovou, G. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical Drop Jumping from 60 centimeters. *J. Strength Cond. Res*, 18(3), 546-550.

Peric, M., Zenic, N., Furjan-Mandic, G., Sekulic D. y Sajber D. (2012). The reliability, validity and applicability of two sport-specific power tests in synchronized swimming. *Journal of Human Kinetics*, 32, 135-145.

Picabea, J. y Yanci, J. (2015). Differences among soccer, basketball and tennis players in vertical and horizontal jump capacity. *Rev Ib Cc Act Fis Dep*, 4(2), 9-25.

Rojas, F., Cepero, M., Soto, V. y Gutiérrez-Dávila, M. (2002). Valoración biomecánica de la acción de los brazos y pierna libre en saltadores de altura de élite. *Biomecánica*, 10(2), 94-98.

Shalfawi, S., Sabbah, A., Kailani, G., Tonnessen, E., & Enoksen, E. (2011). The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: a fieldtest approach. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(11), 3088-3092.

Torrado, P. y Marina, M. (2012). Fiabilidad de los tests de salto vertical en gimnastas prepuberales. *Apunts Med Esport*, 47(175), 91-97.

Véliz, C., Maureira, F., Tamayo, V. y Fernández, S. (2016). Diferencia en saltos verticales continuos durante 15 segundos entre gimnastas, voleibolistas, nadadoras y nadadoras sincronizadas del estadio Mayor de Santiago de Chile. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 17(1), 47-55.

Verkhoshansky, Y. (2011). *Special Strength Training Manual for Coaches*. Roma: Verkhoshansky SSTM

West, D., Owen, J., Cunningham, D., Cook, C. y Kilduff, L. (2011). Strength and Power Predictors of Swimming Starts In International Sprint Swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 950-5

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. y Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38, 285-288.

Yanci, J., Los Arcos, A. y Cámara, J. (2014). Physical characteristics and unilateral differences of vertical and horizontal jump in elite soccer players. *Journal Sport and Health Research*, 6(3), 217-226.

Young, W. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Stud Athlete*, 10(1), 89-96.

Zanolo, J., Ravagnani, F., Reis, A., Queiroz, R. y Ferreirinha, J. (2014). Efeito do treinamento de flexibilidade articular do quadril sobre o salto vertical em jovens atletas de voleibol femenino. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 8(50), 846-854.

Fecha de recepción: 2/7/2016  
Fecha de aceptación: 21/8/2016