

González Montesinos, J.L.; Díaz Romero, N.; García Rodríguez, L.; Mora Vicente, J.; Castro Piñero, J. y Facio Silva, M. (2007). La capacidad de salto e índice de elasticidad en Educación Primaria. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 7 (28) pp. 359-373 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista28/artsalto68.htm>

## LA CAPACIDAD DE SALTO E ÍNDICE DE ELASTICIDAD EN EDUCACIÓN PRIMARIA

### JUMPING CAPACITY AND ELASTICITY INDEX AT PRIMARY SCHOLAR AGE

González Montesinos, J.L.\*; Díaz Romero, N.\*\*; García Rodríguez, L.\*\*\*; Mora Vicente, J.\*\*\*\*; Castro Piñero, J.\*\*\*\*\* y Facio Silva, M.\*\*\*\*\*

\* [jgmontesinos@uca.es](mailto:jgmontesinos@uca.es) Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz.

\*\*Colegio Público Tierno Galván (Chiclana de la Frontera, Cádiz)

\*\*\*Colegio C.P. Adriano (Sevilla),

\*\*\*\* [jesus.mora@uca.es](mailto:jesus.mora@uca.es) Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz.

\*\*\*\*\* [jose.castro@uca.es](mailto:jose.castro@uca.es) Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz.

\*\*\*\*\* [mar.faciosilva@alum.uca.es](mailto:mar.faciosilva@alum.uca.es) Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz.

1.

**Código Unesco:** 240604 (Ciencias de la vida, biofísica, biomecánica):

**Recibido** 9 de octubre de 2007

**Aceptado** 1 diciembre 2007

#### RESUMEN

Se ha realizado un estudio en el cual se ha cuantificado la capacidad de salto vertical con contramovimiento y sin contramovimiento a 90° de flexión de rodillas en niños (n=124) y niñas (n=110) de Educación Primaria con edades comprendidas entre los 6 y los 12 años. Asimismo, se ha valorado el índice de elasticidad.

Los resultados obtenidos muestran un aumento significativo y lineal de la capacidad de salto, tanto en niños como en niñas pero sin embargo no se aprecia un aumento significativo del índice de elasticidad. Desde los 6 a los 12 años, en la realización de un test de salto sin contramovimiento (SJ) se han observado ganancias del 30.43% y en un test de salto con contramovimiento (CMJ) la mejora es del 27.48%.

No se han observado mejoras en el índice de elasticidad, excepto en el intervalo comprendido entre los 7 y 8 años.

**PALABRAS CLAVE:** Elasticidad, Salto vertical, Educación Primaria

## **ABSTRACT**

The research we display aims to quantify the vertical jumping capacity with counter movement and without counter movement in a primary scholar population (nboys=124/ngirls=110), with ages between 6 and 12 years old. Likewise, the index of elasticity has been rated.

Results obtained show a important, lineal increase of the jumping capacity so in boys and girls. But however, the index of elasticity increase is inappreciable. From 6 to 12 years old, at the squat jump test (vertical jump without counter movement), results shows a 30.43% improvement, and at the counter movement jump (vertical jump with counter movement), the improvement is around 27.48%.

There are no improvement about the elasticity index but 7 and 8 years old range.

**KEY WORDS:** Elasticity, Vertical jumping, Primary scholar

## **INTRODUCCIÓN**

Es evidente la amplia utilización del test de salto vertical para cuantificar y valorar la condición física de las personas en sus distintas edades. Bien sea como un item más para valorar la eficiencia física en pruebas de acceso a cuerpos de seguridad del estado, bomberos, acceso a estudios universitarios de ciencias de la actividad física y el deporte, etc., o para sencillamente valorar la condición física en las clases de Educación Física de colegios e institutos, lo cierto es que por su sencillez técnica y escasa necesidad de espacios materiales y de instalaciones es una prueba muy utilizada.

Sin embargo, en Educación Primaria, y a pesar de los estudios realizados por algunos autores que demuestran la conveniencia de evitar el salto horizontal como medio para evaluar la fuerza explosiva de miembros inferiores, este va a ser más utilizado que el vertical para valorar a alumnos y alumnas. Para estos autores, la necesidad de aplicar un ángulo de salida del centro de gravedad del salto horizontal de 45°, y la gran implicación en la coordinación de brazos y piernas para una correcta realización del salto, van a desaconsejar su utilización (Izquierdo, González, y Aguado, 1995).

En el caso del salto vertical, por ejemplo mediante la utilización del test de Sargent (Sargent, 1921), bien es cierto que requiere también la coordinación de brazos, sobre todo para poder marcar la máxima altura de alcance en la ejecución del salto, pero no requiere de ningún control del ángulo de salida del centro de gravedad del sujeto.

Actualmente existen numerosas investigaciones acerca del salto vertical, e innumerables en el caso de la fuerza explosiva en diferentes deportes, sin embargo, son más escasas aquellas que hacen referencia a la fuerza explosiva de miembros inferiores en alumnos de Educación Primaria. Destacan sin embargo los estudios realizados en escolares practicantes de baloncesto y

fútbol (Castillo et al., 2007, Diallo et al., 2001; Hakkinen, 1993; Matavulj et al., 2001). De igual forma, destacar los estudios realizados Davies y Young (1984), en relación al desarrollo de la potencia mediante la aplicación de cargas en niños.

Por lo que respecta al índice de elasticidad de los miembros inferiores se ha demostrado que en numerosas disciplinas deportivas un gesto motriz aislado puede comprender fases excéntricas que, en algunas ocasiones son amortiguadas y transformadas en energía calorífica y en otras son reutilizadas, tras el estiramiento de los componentes elásticos, en energía cinética que va a posibilitar un mayor rendimiento. Tal es el caso de la fase excéntrica, previo a un salto vertical para poder rematar o bloquear a mayor altura en voleibol, o la fase de batida en un salto de altura o en un salto con pértiga.

En deportes como la gimnasia artística, donde sin lugar a dudas son predominantes este tipo de acciones motrices, son definidas como salto con impacto previo después de una carrera de impulso rápida y con ayuda dinámica de despegue (Marina y Rodríguez, 1993; Bürlhe, 1985).

Para Locatelli, (1990 y 1996), en el momento de contactar con el suelo, al finalizar un elemento y antes de iniciar el enlace con el siguiente se verifica una contracción pliométrica, en la que el músculo acumula energía que podrá posteriormente transformarse, puesto que se opone a una fuerza muy alta.

Así pues, numerosos autores corroboran la importancia del preestiramiento muscular, atribuyéndole una mejora de la fuerza explosiva, debida a la activación del reflejo de estiramiento y al comportamiento elástico del músculo (Bosco, Komi, Ito, 1981; Galilea, Pons, Drobnic, Banquells y Rodríguez, 1990; Hernández, 1989; Ramey, 1982; Saibene, Bruno, y Cortili, 1986).

Así pues, el índice de elasticidad va a ser fundamental en deportes en los que la capacidad de salto juega un papel importante (Anderson y Pandy, 1993) y por ello es recomendable la realización de tests que regulen y controlen el desarrollo de esta capacidad.

Si ya, como se ha comentado antes, las publicaciones con respecto al salto vertical en niños de 6 a 12 años son escasas, más aún lo son aquellas que hacen referencia al índice de elasticidad de los miembros inferiores en estas edades. Algunas investigaciones, como la realizada por Perez (2007), en la cual se estudió la capacidad de salto en niñas prepúberes que practican gimnasia rítmica, se les evaluó mediante los tests SJ, CMJ y Drop Jump, pero sin embargo no se analizó el índice de elasticidad.

## **LA ELASTICIDAD MUSCULAR**

Si un sujeto ejecuta un SJ y tras aterrizar realiza inmediatamente un nuevo salto, el segundo salto es mayor que el primero. Este hallazgo fue realizado por Marey y Demeny en 1885 (Cavagna et al. 1971). La explicación de esta situación es que en la batida del segundo salto los sujetos son capaces

de utilizar la energía de los elementos elásticos producidos en el aterrizaje del primer salto.

Así pues, cuando se estira el músculo previamente se esta transformando la energía desarrollada en la fase excéntrica muscular en energía cinética. En el trabajo excéntrico, la fuerza aumenta hasta un cierto punto, paralelamente a la velocidad de estiramiento. El músculo resiste el estiramiento, oponiendo una fuerza mayor a la que se produce en la contracción concéntrica. Esto deriva del hecho que durante la fase de estiramiento, parte de la tensión que se produce proviene de los elementos elásticos en serie del músculo o "serie elastic component" (S.E.C) (Cavagna et al 1971, Asmunssen et col. 1974, Bosco et col. 1983, Bosco, 1987)).

Para que esta energía cinética o energía elástica potencial de los elementos elásticos en serie, sea reutilizable es imprescindible que la transición entre la fases excéntrica y concéntrica sea lo más breve posible (Bosco et al 1985) ya que si esta fase de acoplamiento es demasiado larga (>200/300 ms), la energía elástica se pierde, se dispersa en forma de calor (Fenn y Marsh, 1935).

## **CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ELASTICIDAD Y LA CAPACIDAD DE SALTO**

El cálculo de la energía acumulada o almacenada en los componentes elásticos tras la fase excéntrica previa tras un salto vertical queda reflejada en la siguiente fórmula (Cavagna et al. 1971):

$$1) E = m \cdot g \cdot (h_{\max} - h_{\min})$$

Donde:

$m$  = masa del cuerpo

$g = 9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$h_{\max}$  = altura del centro de masa cuando la velocidad es igual a cero

$h_{\min}$  = la altura del centro de masa en el inicio del movimiento ascendente.

Existen numerosos tests y pruebas físicas que evalúan esta capacidad, sin embargo, para el cálculo de la capacidad de salto e índice de elasticidad de miembros inferiores, sobresale por su sencillez y por las numerosas investigaciones realizadas, los tests de Bosco Squat Jump y Counter Mouvement Jump, realizados bien mediante plataformas de contactos (Bosco, 1980) o, las más actuales, de infrarrojos.

*a- Squat Jump (SJ):*

En esta prueba el sujeto debe efectuar un salto vertical partiendo de una posición semiflexionada con rodillas a 90°, con el tronco recto y las manos a la cintura. No se debe realizar ningún contramovimiento previo al salto, ni ayudarse en la impulsión con los brazos o el tronco (Fotografía 1).



Fotografía 1: Modelo de realización del test Squat Jump.

Este test es utilizado para la valoración de la manifestación explosiva de las extremidades inferiores, las cuáles son típicas en aquellas acciones que se producen de la manera más rápida y potente posible, iniciándose desde posición de parado.

*b- Counter Movement Jump (CMJ):*

El sujeto partiendo de una posición erguida et alocando sus manos en la cintura, realiza un salto vertical máximo. En esta ocasión se realiza un contramovimiento previo al salto por lo que se aprovecha la capacidad elástica de los músculos de las extremidades inferiores implicados en el salto. En el protocolo de Bosco y Komi se desciende hasta los 90° (Bosco, 1980; Bosco, Luhanen y Komi, 1983; Bosco, Komi, Tihany, Fekete y Apor, 1983).

Este test es utilizado para la valoración de la manifestación elástico-explosiva de la fuerza, que se refleja en un rápido movimiento de flexoextensión de las rodillas.

La diferencia entre el Squat Jump o salto sin contramovimiento y el Counter Movement Jump o salto con contramovimiento daría como resultado el índice de elasticidad, ya que lo que principalmente se discrimina es este factor (Bosco, 1987; Bobbert y Schenaugs, 1988) (Fórmula 2).

$$2) IE = \frac{(CMJ - SJ) \cdot 100}{SJ}$$

## SUJETOS, MATERIAL Y METODO

Sujetos y espacio físico: el estudio fue llevado a cabo en dos centros de Educación Primaria localizados en la provincia de Cádiz y Sevilla, escogiéndose los alumnos/as que cursan en ambos centros estudios de Primaria y que realizaran una actividad física moderada propia de su edad. La población total a estudio fue de n=234.

### Material:

Barreras Ergo Jump Bosco System de infrarrojos, la cual consiste en dos barras, una emisora y otra receptora, las cuáles separadas una distancia determinada posibilita la medición de tiempos de vuelo y suelo al saltar el sujeto entre ambas e interrumpir el haz.

Tallímetro y báscula electrónica, marca PHILIPS, modelo HF-350, con precisión de 0,1 kg y fuerza máxima de 135 kg.

Goniómetro de ramas cortas KA-WE: Medizintechnik G03, con precisión de 1º.

### Metodología:

Los alumnos/as de ambos centros realizaron durante dos semanas previas durante sus clases de Educación Física los tests SJ y CMJ para así acostumbrarse al protocolo y gesto técnico de ejecución de los saltos. El día de la realización del test realizaron un calentamiento previo de 15 minutos de duración consistente en diversos juegos que implicaban la realización de saltos. Finalmente realizaron tres test SJ y tres CMJ, escogiéndose el mejor valor de ellos.

Respecto a la angulación de las rodillas requerida en la ejecución del SJ, se ha observado cierta dificultad por parte de los sujetos de interiorizar y repetir esa posición en cada salto que realice a lo largo del test. El hecho de que el sujeto ha de controlar la angulación y posición de sus rodillas, puede provocar que no se utilice en su totalidad la capacidad viscoelástica de los músculos intervinientes, por lo que, sobre todo, teniendo en cuenta la escasa edad de la población a estudio, se ensayaron previamente la realización de los tests para que, el día de la prueba su rendimiento se máximo. Por ello se consideró muy importante realizar durante dos semanas previas las pruebas de salto que permitan una mayor familiarización con los tests. Esta misma dificultad ha sido encontrada por otros autores que han utilizado el test SJ para valorar la capacidad de salto en escolares de corta edad mediante el test de media sentadilla (Mariño y Ortega, 2007)

### Análisis Estadístico:

La toma de datos se realizó mediante el software informático Microsoft Excel 2002. Para su análisis, obtención de tablas y gráficos de dispersión, se empleó el software estadístico SPSS versión 13.

En primer lugar se efectuó un estudio descriptivo inicial de la muestra basado en los indicadores de centralización media, mediana y desviación típica, obteniendo una primera aproximación a las diferencias entre las variables del estudio. También se establecieron los cajas de dispersión como método gráfico para visualizar los rangos, la media y la dispersión.

Las variables dependientes no pasaron el test de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras superiores a 50. Además, tampoco pasaron las pruebas de homogeneidad de varianza del estadístico de Levene. Por ello se emplearon pruebas no paramétricas para el análisis de las diferencias entre las medias. En concreto, se realizó la prueba de Krustal-Wallis y la prueba de Chi cuadrado. En todos los casos se trabajó con un nivel de significación de 0,05

En la toma de datos se ha utilizado el programa informático Microsoft Excel 2002, para posteriormente realizar el análisis de los datos, tablas y gráficos utilizando el programa estadístico SPSS versión 11.5.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio es determinar la evolución de la capacidad de salto e índice de elasticidad en una población de 234 alumnos y alumnas de Educación Primaria.

El análisis estadístico descriptivo inicial de la muestra revela una edad media de 8,45 años, un peso de 32,62 kg y una talla de 1,32 m en el caso de los niños y 8,19 años, un peso de 32,37 kg y una altura media de 1,30 m en el caso de las niñas (Tabla 1, Gráfica 1). La tabla 2 nos hace referencia a las frecuencias de edad y a la estadística descriptiva de las variables Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) e Índice de Elasticidad (IE), categorizadas o agrupadas en valores de menores o igual a seis años, entre siete y ocho años, entre nueve y diez años y mayores de 11 años.

<b>Sexo: Masculino</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
edad	124	6,00	12,00	8,4597	1,86713
Talla (m)	124	1,08	1,63	1,3246	,10576
Peso (kg)	124	18,00	72,00	32,8468	9,97969
Sj (mm)	124	83,00	307,00	177,9677	46,01890
Cmj (mm)	124	122,00	336,00	215,3710	47,87356
Ie (mm)	124	-2,00	103,00	37,4032	21,18633
N válido (según lista)	124				
<b>Sexo: Femenino</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
edad	110	6,00	12,00	8,1909	1,77906
Talla (m)	110	1,07	1,66	1,3076	,11126

Peso (kg)	110	19,00	58,00	32,3727	9,69333
Sj (mm)	110	84,00	265,00	158,0455	37,57204
Cmj (mm)	110	109,00	293,00	192,7909	36,12747
le (mm)	110	-9,00	120,00	34,7455	23,27594
N válido (según lista)	110				

Tabla 1: Estadística descriptiva de la muestra en relación a edad, talla, peso, squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ) e índice de elasticidad (IE).

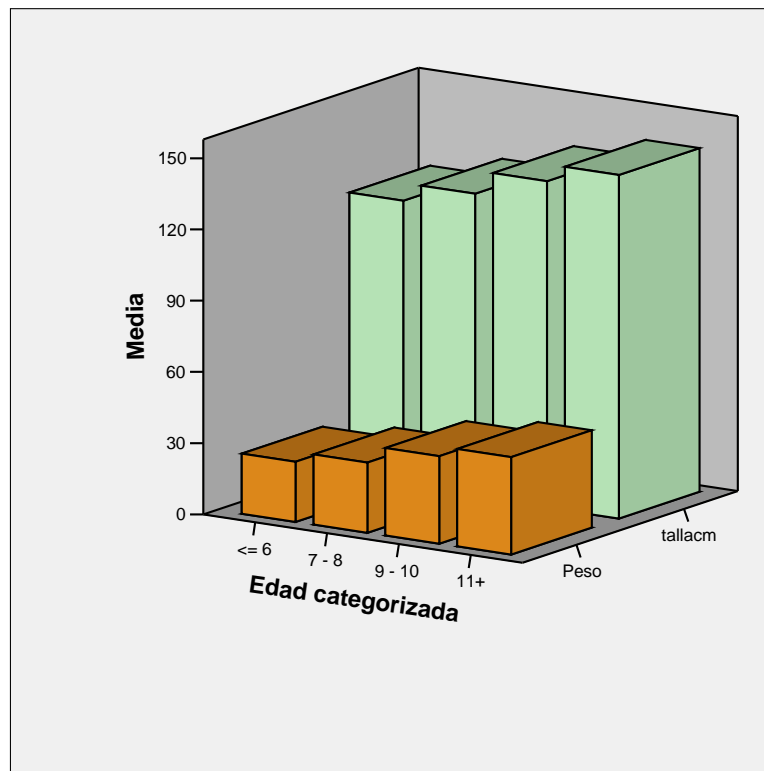


Gráfico 1: Gráfica de la media por edades categorizadas del Peso y la Talla de la población a estudio.

Para la edad de 6 años, sin realizar distinción entre sexos, y en relación al salto en semiflexión (SJ) se ha obtenido un valor medio de 0,138 m, con un valor mínimo de 0,084 m y un valor máximo de 0,22 m. En el intervalo de 7-8 años aumenta este valor medio hasta 0,160 m, con un valor mínimo de 0,083 m y un valor máximo de 0,231 m. En el grupo de 9-10 años el valor del test SJ sigue aumentando, siendo en este caso un valor medio de 0,183 m, con un valor mínimo de 0,086 m y un valor máximo de 0,307 m. Finalmente, en el grupo de 11 o más años, el valor medio para esta prueba llega a 0,198 m, con un valor mínimo de 0,14 m y un valor máximo de 0,278 m. Así pues, desde los 6 años y hasta los 11-12 años existe una ganancia del 30.43% en la altura obtenida en el test SJ (Tabla 2).

Edad categorizada		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
<= 6	Talla (m)	50	1,07	1,36	1,2010	,05015



	Peso (kg)	50	18	37	25,30	4,879
	SJ (mm)	50	84	220	138,04	34,490
	CMJ (mm)	50	109	245	171,70	33,041
	I. Elasticidad (mm)	50	1	78	33,66	18,967
	N válido (según lista)	50				
<b>7 – 8</b>	Talla (m)	76	1,08	1,41	1,2763	,06599
	Peso (kg)	76	19	51	29,55	7,564
	SJ (mm)	76	83	231	160,64	33,147
	CMJ (mm)	76	128	282	201,86	32,157
	I. Elasticidad (mm)	76	-1	120	41,21	22,587
	N válido (según lista)	76				
<b>9 – 10</b>	Talla (m)	73	1,21	1,54	1,3751	,07169
	Peso (kg)	73	21	65	36,81	9,296
	SJ (mm)	73	86	307	183,52	43,804
	CMJ (mm)	73	129	336	216,52	47,971
	I. Elasticidad (mm)	73	-9	103	33,00	21,991
	N válido (según lista)	73				
<b>11+</b>	Talla (m)	35	1,25	1,66	1,4474	,09108
	Peso (kg)	35	24	72	41,03	10,399
	SJ (mm)	35	140	278	198,43	41,918
	CMJ (mm)	35	150	323	233,74	42,826
	I. Elasticidad (mm)	35	3	99	35,31	24,829
	N válido (según lista)	35				

Tabla 2: Estadística descriptiva de las muestras categorizadas en función de la edad en relación, talla, peso, squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ) e índice de elasticidad (IE)

En el caso del test de salto con contramovimiento (CMJ) se ha obtenido en el grupo de 6 años un valor medio de la capacidad de salto de 0,171, con un valor mínimo de 0,109 m y un valor máximo de 0,245 m. En el intervalo de 7-8 años aumenta este valor medio hasta 0,201 m, con un valor mínimo de 0,128 m y un valor máximo de 0,282 m. En el grupo de 9-10 años la altura del CMJ vuelve a aumentar, siendo en este caso un valor medio de 0,216 m, con un valor mínimo de 0,129 m y un valor máximo de 0,336 m. Finalmente, en el grupo de 11 o más años, el valor medio para esta prueba llega a 0,233 m, con un valor mínimo de 0,15 m y un valor máximo de 0,323 m (Tabla 2). Así pues, desde los 6 años y hasta los 11-12 años existe una ganancia del 27.48% en la altura obtenida en el test CMJ.

Así pues, en relación a la capacidad de salto, tanto en el salto en semiflexión SJ, como en el salto con contramovimiento, se observa un aumento progresivo de esta capacidad, llegándose a sus valores más altos en el último tramo de la Educación Primaria (Gráfico 2). Pueden observarse estos resultados, por edades categorizadas, en el gráfico 3, donde se observa un aumento progresivo de la capacidad de salto, en sus vertientes SJ y CMJ, y del peso corporal; no siendo así en el caso del índice de elasticidad. Estos resultados son también obtenidos por Mariño, N. y Ortega, A. (2007), en un estudio realizado a un grupo de edad comprendido entre los 8 y los 14 años. En su estudio se muestra, de igual forma, una mejora progresiva en la capacidad de salto, aunque con mejores resultados que los obtenidos en el

presente estudio, debido posiblemente a que la población a estudio eran niños deportistas.

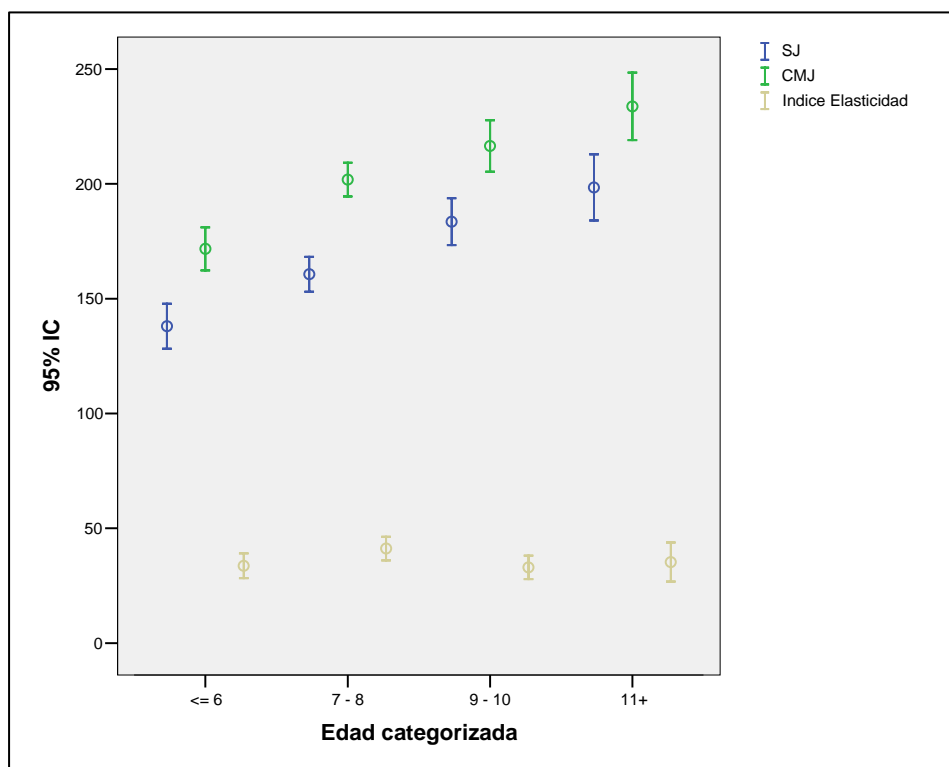


Gráfico 2: Evolución de la capacidad de salto (SJ, CMJ) e índice de elasticidad agrupado por edades categorizadas (IC para la media del 95%).

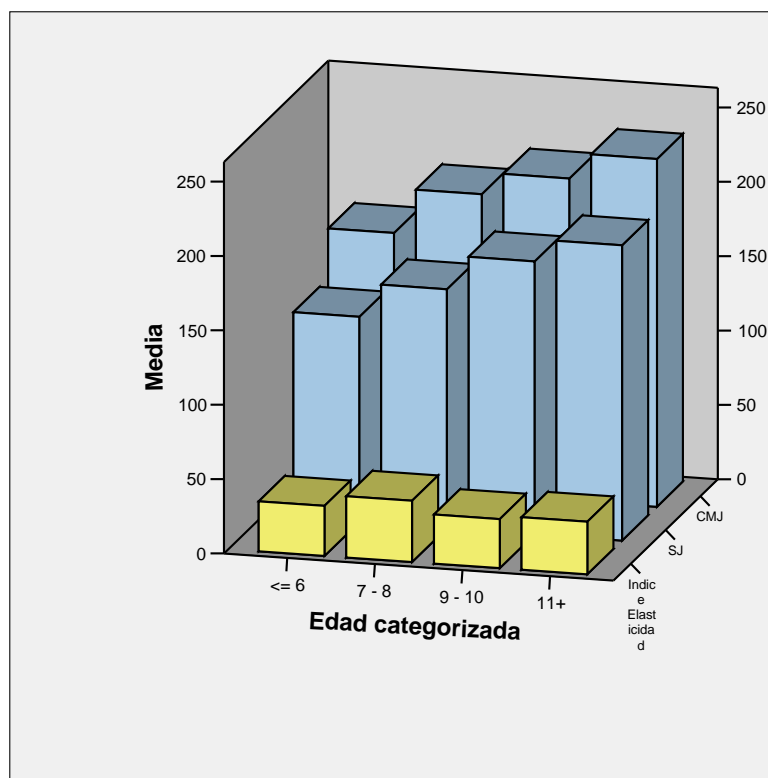


Gráfico 3: Gráfica de la media por edades categorizadas del índice de elasticidad, salto SJ y salto CMJ.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el cálculo del Índice de Elasticidad (IE), no muestran una ganancia progresiva, sino que va a ser en la franja de edad de 7-8 años donde se van a reflejar los mayores valores IE (7-8)= 0,041 m. Para el resto de grupos de edad los valores son de IE (<=6) = 0,033 m, IE (9-10)= 0,033 m e IE (11+)= 0,035 m (Tabla 2, Figura 1).

Analizando la capacidad de salto con y sin contramovimiento atendiendo al sexo, encontramos como en el sexo masculino la media para el SJ es de 0,177 m, con un valor mínimo de 0,083 m y un valor máximo de 0,307 m. En el grupo femenino el valor medio del SJ es de 0,158, con un valor mínimo de 0,084 m y un valor máximo de 0,265 m. En el caso del salto con contramovimiento los valores son también mayores a favor de los chicos, con un valor medio de 0,215 m y unos valores mínimos y máximos de 0,122m y 0,336 m, respectivamente. En el caso de las chicas, el valor medio es de 0,192 m, el valor mínimo 0,109 m y el máximo 0,293 m. Atendiendo al índice de elasticidad, se vuelven a encontrar mayores valores en chicos que en chicas, con unos datos de 0,037 m y 0,034 m respectivamente (Tabla 1).

En cuanto a las diferencias en función del sexo y agrupados por edades, se observa en la comparación de medias para el test SJ y CMJ, como con el aumento en la edad se observa un aumento en las diferencias entre niños y niñas, a excepción del test de salto en semiflexión para en grupo de de 9-10 años donde las diferencias con respecto al grupo precedente de 7-8 años va a experimentar un ligero descenso.

Así pues, para el grupo de  $\leq 6$  años la diferencia entre niños y niñas para el test SJ es de 0,0119 m y de 0,0014 m para el test CMJ. Estas diferencias intersexos aumentan en los siguientes grupos; SJ(7-8)= 0,0204 m, CMJ(7-8)= 0,0204; SJ(9-10)= 0,0131, CMJ(9-10)= 0,0231 y SJ(11+)= 0,0315 m, CMJ(11+)= 0,0421 m (Tabla 3).

<b>Sexo: Masculino <math>\leq 6</math></b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	24	84	220	144,25	32,638
CMJ (mm)	24	122	244	172,46	34,424
N válido (según lista)	24				
<b>Sexo Femenino <math>\leq 6</math></b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	26	84	206	132,31	35,782
CMJ (mm)	26	109	245	171,00	32,380
N válido (según lista)	26				
<b>Sexo: Masculino 7 - 8</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	42	83	231	169,79	35,179
CMJ (mm)	42	143	282	211,02	30,799
N válido (según lista)	42				
<b>Sexo Femenino 7 - 8</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	34	100	209	149,35	26,867
CMJ (mm)	34	128	247	190,53	30,538
N válido (según lista)	34				
<b>Sexo Masculino 9 - 10</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	36	86	307	190,33	50,504
CMJ (mm)	36	129	336	228,25	54,732
N válido (según lista)	36				
<b>Sexo Femenino 9 - 10</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	37	92	265	176,89	35,584
CMJ (mm)	37	142	293	205,11	37,665
N válido (según lista)	37				
<b>Sexo Masculino 11+</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	22	148	278	210,14	42,314
CMJ (mm)	22	170	323	249,41	40,507
N válido (según lista)	22				
<b>Sexo Femenino 11+</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SJ (mm)	13	140	252	178,62	34,185
CMJ (mm)	13	150	263	207,23	33,372
N válido (según lista)	13				

Tabla 3: Estadística descriptiva de la capacidad de salto SJ y CMJ en función del sexo y categorizadas por edades.

Existen estudios que revelan como el entrenamiento de la fuerza en niños puede aumentar la fuerza muscular al provocarse cambios en la activación neural (Ozmun et al. 1994; Blimkie, 1993). Sin embargo, a la

evidencia de la mejora de la fuerza con el entrenamiento físico hay que añadir la mejora provocada por la mayor eficiencia en la capacidad coordinativa intersegmentaria del cuerpo humano durante la ejecución, como es el caso, del salto vertical (Rodacki et al 2002).

Respecto a la complejidad en cuanto a la ejecución de los tests, Bencke et al. (2002) estudiaron a 185 niños y niñas que practicaban distintos deportes y observaron que estos tenían mayores problemas en la ejecución del CMJ respecto al SJ, puesto que a la acción concéntrica de la subida había que añadir la acción excéntrica previa, y que por tanto se aumentaba la complejidad del gesto desde el punto de vista neuromotor. Sin embargo, en el presente estudio, la mayor complejidad encontrada en la realización de los tests se ha encontrado en la dificultad de los alumnos/as en realizar el test SJ a 90°.

La dificultad venía dada por la aparición de pequeños contramovimientos en el momento de iniciar la fase concéntrica del salto SJ, lo cual estaba provocado por la costumbre de realizar dicho contramovimiento en la mayoría de saltos que realizan los escolares habitualmente.

## **CONCLUSIONES**

Se ha realizado un estudio en el cual se analiza la capacidad de salto e índice de elasticidad de miembros inferiores en una población de 234 alumnos y alumnas de Educación Primaria, observándose una mejora progresiva en la capacidad de salto desde los 6 a los 12 años.

Se ha observado una mejora en el test SJ desde los 6 a los 12 años, tanto en chicos como en chicas. Sin distinción de sexo, esta mejora es del 30,43%.

Se ha observado una mejora en el test CMJ desde los 6 a los 12 años, tanto en chicos como en chicas. Sin distinción de sexo, esta mejora es del 27,48%.

No se ha observado una mejora en el índice de elasticidad desde los 6 a los 12 años, sino que en la franja de edad situada entre los 7 y 8 años se muestran los mejores valores. Posteriormente se observa una ligera disminución y un posterior estancamiento de los resultados.

Las mejoras producidas en la capacidad de salto en poblaciones no deportistas, son producidas por una mejora en la capacidad coordinativa de las acciones segmentarias del cuerpo humano y por una mejora en la coordinación neuromuscular producida por el desarrollo madurativo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Anderson, F.C. y Pandy, M.G. (1993). "Storage and utilization of elastic strain energy during jumping". B.M. 26:12-E, pp 1413-1427.

- Asmussen, E. and Bonde Petersen, F. (1974). "Storage of elastic energy in skeletal muscles in man". *Acta Physiologica Scandinavica* 91, 385-392.
- Bencke J., Damsgaard R., Sækmose A., Jørgensen P., Jørgensen, K., Klausen, K.J.(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. i: Development of strength and anaerobic power in elite-trained children" (Phd-thesis) s. 76-95. Jesper Bencke. Institute of Exercise and Sports Sciences, University of Copenhagen, Copenhagen.
- Bobbert, M.F. y Schenaugs V.I. (1988). "Coordination in vertical jumping». *Journal Biomechanics*".
- Bosco, C. (1980). "Sei un grand atleta? Vediamo cosa l'ergojump". *Pallavlo-16*, n°5, pp 34-36.
- Bosco, C. (1987). "Mechanical delay and recoil of elastic energy in slow and types of human skeletal muscles". *Biomechanics*, X-B, Vol 6B, pp. 979-984.
- Bosco, C.; Komi, P.; Tihanyi, J.; Fekete, G. y Apor, P. (1983). "Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles". *European Journal Applied Physiology*, n°51, pp. 129-135.
- Bosco, C.; Komi, P.V. & Ito, A. (1981). "Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement". *Acta Physiologica Scandinavica*, 111. 135-140.
- Blimkie, C. (1993): Resistance training during preadolescence. *Sport Med* 16 (6): 389-407.
- Bosco, C.; Luhanen P. y Komi P.V. (1983). "A simple method for measurement of mechanical power in jumping". *European journal of applied physiology and occupational physiology*, n° 50, pp. 273-282.
- Bürlhe, M. (1985). "Aspectos biomecánicos del entrenamiento de la fuerza de salto". En *Fuerza y capacidad de salto*, vol. 1. C.A.R./R.F.E.A. San Cugat del Vallés.
- Cavagna, G.A.; Komarek L.; Citteri G. y Margaria, R. (1971). "Power output of the previously stretched muscle". *Medicine and Sport*, 6, pp. 159-167.
- Castillo, A.; Canalejo, J.; Martínez, E. (2007). "Estudio comparativo sobre la capacidad de salto, flexibilidad y resistencia entre futbolistas y escolares de 13 años de la ciudad de Cartagena". Ayuntamiento de Cartagena. <http://www.cartagena.es/deportes>.
- Davies, C.T.M. y Young, K. (1984). "Effects of external loading on short term power output in children and young male adults". *Eur J. Appl. Physiol* 52, pp. 351-354.
- Diallo, O.; Dore, E.; Duche, P.; Van Praagh, E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.*, 41(3): 342-348.
- Fenn W. O. y Marsh B. S. (1935). "Muscular force at different speeds of shortening". *J. Physiol.* 1935;85;277-297.
- Galilea, P.A.; Pons, V.; Drobnic, F.; Banquells, M. y Rodríguez, F.A (1990). "Valoración de la Fuerza muscular". Seminario de Biomedicina del deporte. Madrid: COE.
- Hakkinen K.(1993). "Changes in physical fitness profiles in female basketball players during the competitive season including explosive type strength training". *J Sports Med Phys Fitness* 1993; 33:19-26.
- Hernández, R. (1989). "Morfología funcional deportiva". Paidotribo. Barcelona.

- Izquierdo, M.; Gonzalez, J.L. y Aguado, X. (1995). "Análisis biomecánico de la detente horizontal. Consideraciones respecto a su uso como test de fuerza explosiva del tren inferior". *Perspectivas de la actividad física y el deporte*, nº 15, pp. 2-14.
- Locatelli, E. (1996). "Importancia de la glucólisis anaeróbica y de la reactividad en la velocidad corta (60, 100 y 200 metros)". *Atletismo*, nº 480, pp. 44-47. Abril.
- Locatelli, E. (1990). "La fuerza". C.A.R./R.F.E.A., *Fuerza y Capacidad de Salto* vol. 1 Sant Cugat del Vallés.
- Marina, M. y Rodriguez, F. (1993). "Valoración de las distintas expresiones de la fuerza de salto en gimnasia artística". *Apunts medicina de l'espors*, Vol. XXX, nº117, pp. 233-245, Septiembre.
- Mariño, A., Ortega, A. (2007). "Cuantificación y evolución de la saltabilidad en niños practicantes de fútbol de campo". <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 12 - Nº 112 - Septiembre de 2007.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., Jaric, S. (2001). "Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players". *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41(2),159-164.
- Ozmun, J.; Mikesky, A.; Surburg, P. (1994). "Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training". *Med Sci Sport Exerc* 26(4):510-514).
- Perez, J., Vicente, G., Ara, I. (2007). "Capacidad de salto en niñas prepúberes que practican gimnasia rítmica". *Las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en el Marco de la Convergencia Europea*. III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. <http://www.unex.es/eweb/cienciadeporte/congreso/04%20val/pdf/c186.pdf>.
- Ramey, M.R. (1982). "Biomechanics of the long jump and triple jump". In: Juris Teraud. Academic Publishers, *Biomechanics in Sports*. Del Mar, pp. 251-265, California.
- Rodacki, A. L.; Fowler, N. E.; Bennettt, S. J. (2002). "Vertical jump coordination; fatigue effects". *Med Sci Sports Exerc* 34(1): 105-116.
- Saibene, F.; Bruno, R. y Cortili, G. (1986). "Fisiología e Psicología degli Sport." Milan: Edizione Scientifiche e Tecniche Mondadori, pp. 126-163.
- Sargent, D.A. (1921). "The physical test of a man". *Amer. Phys. Educ.Rev.* 26 (4), pp. 188-194.