

Márquez García, F.J. y Fernández García, J.C. (2012). Evaluación de la fuerza del tren superior con plataforma de contacto. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 12 (45) pp. 35-51.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista45/artevaluacion261.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista45/artevaluacion261.htm)

ORIGINAL

EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL TREN SUPERIOR CON PLATAFORMA DE CONTACTO

ASSESSMENT OF UPPER BODY STRENGTH WITH TOUCH PAD

Márquez García, F.J.¹ y Fernández García, J.C.²

¹ Doctor por la Universidad de Málaga (España). Licenciado en Educación Física. Profesor de Educación Física del Instituto de Enseñanza Secundaria Monterroso de Estepona (Málaga). javiermarquez05@yahoo.es

² Doctor en Pedagogía. Licenciado en Educación Física. Profesor titular del Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Universidad de Málaga (España) jcfg@uma.es

Código Unesco: 2411 FISIOLÓGIA HUMANA

Clasificación del Consejo de Europa: 6 FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

Recibido 27 de abril de 2010

Aceptado 31 de octubre de 2011

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: se comprobó la posibilidad de utilizar una plataforma de contacto para evaluar la fuerza del tren superior, desde tumbado prono.

PROCEDIMIENTO: 84 varones ejecutaron flexo-extensiones de brazos (1') y SJB adaptado; 34 de ellos, lanzamientos de balón medicinal (3Kg y 7 variantes). Se realizaron pruebas de fiabilidad (coeficiente de correlación intraclase: CCI) y de validez (Pearson). **RESULTADOS:** CCI del test de lanzamientos (0,98-0,83 según variante); SJB adaptado (0.90); flexo-extensiones de brazos en 1' (0,98). "r" de Pearson del SJB adaptado con los lanzamientos (r=0,49) y con el test de flexo-extensiones de brazos (r=0.95).

CONCLUSIONES: los tres test son fiables. El SJB adaptado predice el número de flexo-extensiones de brazos en 1', pero no del test de lanzamientos.

PALABRAS CLAVE: fuerza, extremidades superiores, plataforma de contacto, balón medicinal, SJB, flexo-extensiones.

ABSTRACT

INTRODUCTION: we checked the possibility of using a contact platform to assess upper body strength, from lying prone. **PROCEDURE:** 84 men executed flexion and extension arms (1 ') and adapted SJB, 34 of them, throwing medicine ball (3kg and 7 variants). We performed tests for reliability (intraclass correlation coefficient: ICC) and validity (Pearson). **RESULTS:** ITC launches test (0.98 to 0.83 depending on variant) adapted SJB (0.90), flexion and extension arms in 1 '(0.98). "R" Pearson SJB adapted shoots ($r = 0.49$) and the test arm flexion and extension ($r = 0.95$). **CONCLUSIONS:** The three tests are reliable. The SJB adapted predicts the number of flexion and extension arms in 1 ', but not test launches.

KEY WORDS: strength, upper extremity, touch pad, medicine ball, SJB, flexion and extension.

INTRODUCCIÓN

Las plataformas de contacto registran datos referentes al tiempo de vuelo y alturas conseguidas tras la realización de un salto vertical con las extremidades inferiores. Gracias a la existencia de un protocolo de saltos (Bosco, 1982), se pueden extraer conclusiones relevantes a la hora de llevar a cabo la planificación y control del entrenamiento de fuerza del deportista.

El objeto de estudio es comprobar su aplicación sobre las extremidades superiores, al menos en una de las modalidades más básicas del protocolo de saltos conocido como "squat jump" (SJ), empleando una acción concéntrica de los codos propia del gesto de flexo-extensión de brazos, a partir de una angulación aproximada entre el brazo y antebrazo de 90 grados con apoyo de pies en el suelo. Sólomente se ha hallado una investigación análoga, en la que al salto tipo "squat jump" lo denominan "SJB", y al "counter movement jump" lo denominan "CMJB" (Carratalá, Pablos, Carqués 2003; Garrido y González, 2004). Proponen una posición de partida que difiere con respecto a nuestra propuesta puesto que los pies se apoyan sobre un banco sueco, permaneciendo tumbado prono con las extremidades inferiores ligeramente por encima de las superiores. Dicha posición supone una mayor dificultad de ejecución del gesto porque el brazo de resistencia es mayor y además, requiere de la presencia de un banco sueco para llevarse a cabo (figura 1). En dicho estudio se comparó el nivel de fuerza de judokas pertenecientes a la selección española tanto masculina como femenina de categorías infantil y cadete. No obstante, apenas ha sido utilizado en el ámbito de la investigación tal y como demuestra la ausencia de literatura científica al respecto.

De este modo, los objetivos de investigación son:

- Comprobar la validez y fiabilidad de las mediciones realizadas con la plataforma de contacto adaptada a las extremidades superiores.

- Simplificar el gesto y facilitar la ejecución de la prueba con respecto a lo propuesto por otros autores (Carratalá et al., 2003; Garrido y González, 2004).
- Analizar y comparar los registros obtenidos de los tiempos de vuelo y alturas de la plataforma de contacto como medida relativa de la fuerza, con el test de flexo-extensiones de brazos en un minuto.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos de los tiempos de vuelo y alturas de la plataforma de contacto (medición relativa al peso corporal), con diferentes modalidades del test de lanzamiento de balón medicinal (medición no relativa al peso corporal).

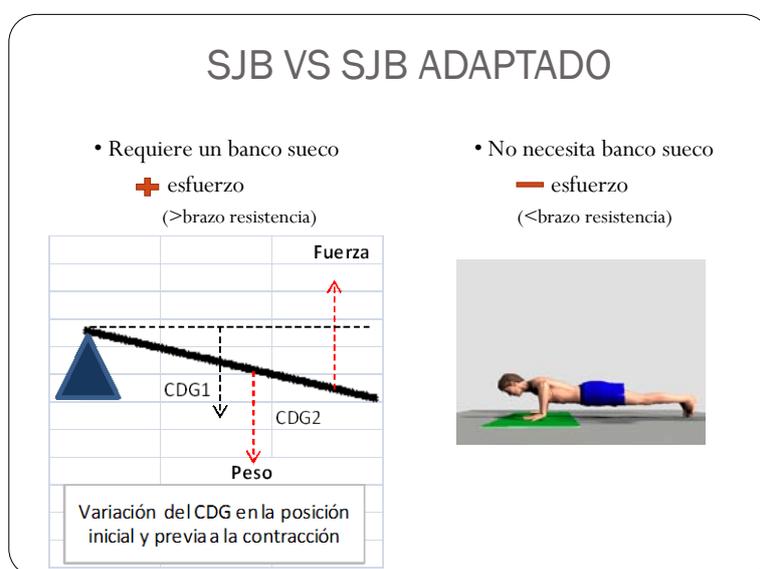


Figura 1: Comparativa de la posición inicial de partida propuesta por Carratalá et al.,2003 y Garrido y González, 2004 (SJB) frente al protocolo utilizado en la investigación (SJB adaptado). (Elaboración propia)

METODOLOGÍA

El diseño de investigación escogido es tipo transversal correlacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2000).

1. Sujetos

La muestra ha contado con 84 varones sanos de diversa edad y niveles de condición física escogidos al azar, resultando homogénea a tenor de los resultados obtenidos tras la prueba de Kolmogorov-Smirnov de las variables antropométricas (tabla 1). Todos ellos fueron entrevistados previamente para comprobar si tenían algún tipo de lesión que impidiese el normal transcurso de la prueba y en tal caso, descartar dicha muestra.

Tabla 1. Características antropométricas de las muestras (N=84)

| Variables antropométricas | MEDIA (SD) |
|-------------------------------|-------------------|
| Edad (años) | 20,92 (±8,53) |
| Peso (Kg) | 70,40 (±10,51) |
| Talla (m) | 1,75 (±,068) |
| Envergadura (m) | 1,77 (±,080) |
| IMC (kg/m²) | 22,66 (±2,64) |

El índice de masa corporal (IMC) se encuentra dentro de los parámetros considerados como saludables (20-25 Kg/m²).

2. Material

Para la ejecución de las pruebas hemos contado con el siguiente material:

- Gimnasio del IES Monterroso de Estepona.
- Cronómetro Decathlon Geonaute.
- Báscula Taurus. Modelo Duna. Typ. 3200
- Dos metros Cromley 34033.

Específicamente, según la prueba realizada, hemos utilizado:

Prueba de lanzamientos:

- Balón medicinal de 3 Kg, modelo Salter.
- Dos cintas métricas
- Una pica

Prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto:

- Una cuerda
- Dos postes

Prueba de medición de los tiempos de vuelo y alturas:

- Plataforma de contacto ERGO JUMP-Plus Bosco System.

3. Procedimiento

Las pruebas se llevaron a cabo en el gimnasio del I.E.S Monterroso de Estepona, en condiciones de temperatura de 24 grados aproximadamente, sin perjuicio del viento ni excesos de humedad. En el procedimiento, al igual

hicieron Mayhew et al.(2005), Smith et al. (2007), Alemany et al., (2005), Stockbrugger y Haennel (2001) y Bembem et al. (1999), se han distinguido temporalmente dos momentos en función del objetivo perseguido. De este modo, en una primera fase se ha comprobado la fiabilidad de los diferentes tests (Coeficiente de Correlación Intraclase) y posteriormente, se ha abordado la validez (Pearson) del SJB adaptado como medio de valoración indirecta de la fuerza explosiva de las extremidades superiores, comparando sus registros con los del test de lanzamiento de balón medicinal de 3 kg y con los del test de flexo-extensiones de brazos en un minuto.

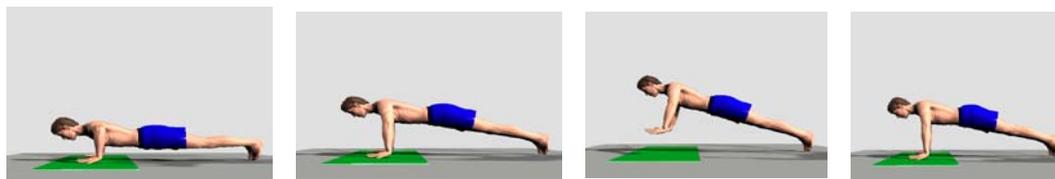
Con respecto a los estadísticos utilizados, para comprobar la fiabilidad o reproductibilidad de cada modalidad de lanzamiento se emplea el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el de Pearson para afrontar la validez.

3.1 Procedimiento en la ejecución de las diferentes pruebas

En ningún caso se procedió a la realización de un calentamiento previo. Un total de 84 sujetos realizaron el test SJB adaptado y la prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto, de los cuales, 34 escogidos al azar, llevaron a cabo la prueba de lanzamientos. Con respecto a los ensayos realizados en cada instrumento de medición, se han registrado tres intentos por cada modalidad de lanzamiento, cuatro en la plataforma de contacto y dos del test de máximo número de flexo-extensiones de brazos en un minuto.

3.1.1 Ejecución de la prueba sobre la plataforma de contacto (SJB adaptado)

Los sujetos debía situarse en cuadrupedia, con las manos sobre la plataforma de contacto; a la voz de preparados, (figura 2) debían extender las rodillas quedando el cuerpo suspendido por dos puntos de apoyo: pies y manos. Durante tres segundos, habrían de mantenerse en flexión de codo de 90 grados aproximadamente y una vez transcurrido dicho tiempo, al llegar a “tres” (contabilización por cronómetro para inhibir el reflejo miotático), habían de aplicar la máxima fuerza posible, realizando una contracción concéntrica de codos, de modo que con los brazos ya extendidos, permitiese una elevación con respecto al suelo de las manos. El aterrizaje habría de realizarse manteniendo los codos extendidos; la plataforma de contacto se encargaría de medir el tiempo de vuelo alcanzado y la altura.



**Figura 2: Impulsión de los brazos y aterrizaje sobre la plataforma de contacto.
(Elaboración propia)**

Las instrucciones de ejecución, fueron explicadas antes de llevar a cabo la medición, permitiéndose un ensayo de la prueba para familiarizarse con el

gesto. Se realizaron cuatro ensayos, midiéndose la altura alcanzada y el tiempo de vuelo por sujeto. Entre ejecuciones, se permitía una pausa de 5 minutos de recuperación para evitar la fatiga muscular.

3.1.2 Ejecución de las diferentes modalidades de lanzamiento de balón medicinal

34 sujetos realizaron 7 variantes en las pruebas de lanzamiento de balón medicinal (Martínez, 2002): de pie (por encima de la cabeza), con una mano (dominante), con una mano (no dominante), sentado, de espaldas hacia atrás, de rodillas y de pie desde el pecho.

Con respecto a la toma de datos de los lanzamientos, se registraron tres intentos por cada una de las siete variantes en 34 sujetos escogidos al azar, con descanso de 5 minutos entre pruebas.

Las instrucciones de ejecución de cada modalidad, fueron comunicadas en una sesión informativa destinada exclusivamente a la familiarización de los ejecutantes con los diferentes tipos de lanzamientos. Posteriormente, se les permitió realizar dos ensayos de cada variante.

3.1.3 Ejecución de la prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto

Para la consecución del test, se siguió el protocolo propuesto por Martínez (2002). Las instrucciones se dieron antes de iniciar la prueba, permitiéndose una o dos repeticiones a modo de familiarización, para comprobar que se ejecutaba el movimiento correctamente.

El test fue realizado por los 84 sujetos en dos ocasiones, permitiendo una pausa de 10' para la recuperación, adoptando una posición en la que debían situarse en decúbito prono, con apoyo de manos en el suelo, separados aproximadamente a la anchura de los hombros. Los brazos permanecerían extendidos y los pies apoyados en el suelo manteniendo una línea recta entre tobillos, caderas y hombros. A partir de entonces, se procedió al ajuste de la cuerda sobre la nuca del ejecutante. Cuando el cronometrador lo indicaba, el individuo debía flexionar la articulación de los codos para aproximar el pecho y la barbilla hasta el suelo. En el momento en que rozase con el suelo, se iniciaría la ascensión, de modo que cuando los brazos volviesen a su posición original y por tanto la línea de hombros tocase la cuerda, se contabilizaría una repetición.

4. Temporalización de la administración de las pruebas

Las sesiones experimentales tuvieron lugar durante los meses de Abril, Mayo y Junio de 2009. En el primer mes, se llevó a cabo la prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto (20 muestras por semana aproximadamente), en Mayo la de la plataforma de contacto, y en Abril 34

voluntarios escogidos al azar realizaron la prueba de lanzamientos con una periodicidad de dos modalidades por semana.

RESULTADOS

1. ANÁLISIS DE FIABILIDAD Y VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para el cálculo estadístico, se ha utilizado la aplicación SPSS 14.0.

1.1 FIABILIDAD DE LOS REGISTROS DE LAS PRUEBAS DE LANZAMIENTOS

Tabla 2. Coeficiente de correlación intraclase de las diferentes modalidades de lanzamiento de balón medicinal (N=34)

| <u>Modalidad de lanzamiento</u> | <u>CCI</u> |
|---------------------------------|------------|
| De pie | 0,98 |
| Dos rodillas | 0,98 |
| Sentado | 0,98 |
| Atrás | 0,95 |
| Desde el pecho | 0,96 |
| Una mano | 0,83 |

Se observa cómo en todas las modalidades de lanzamiento, la fiabilidad es muy buena. Se ha obtenido un CCI de 0.92, entre las medias de cada modalidad, resultando significativo ($p < 0.01$). De este modo, el lanzamiento a una mano, es el que tiene menor coeficiente con un CCI de 0.83, mientras que los realizados de pie, sentado y de rodillas son los mejores con un CCI de 0.98.

1.2 ANÁLISIS DE FIABILIDAD DE LOS REGISTROS DEL SJB ADAPTADO

1.2.1 Fiabilidad de la plataforma de contacto

Se calcula el CCI de los tiempos de vuelo y alturas registradas por las 84 muestras:

Tabla 3. Prueba de fiabilidad: Coeficiente de correlación intraclase de los tiempos de vuelo y alturas. Grado de significación (N=84).

| | <u>CCI</u> | <u>Grado de Significación</u> |
|-------------------------|------------|-------------------------------|
| Tiempos de vuelo | 0.90 (**) | 0.000 |
| Alturas | 0.90 (**) | 0.000 |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

La reproductibilidad de la prueba del SJB adaptado con relación a los registros de los tiempos de vuelo y alturas (tabla 3) es muy alta.

1.3 FIABILIDAD DE LOS REGISTROS DE LA PRUEBA DE FLEXO-EXTENSIONES DE BRAZOS EN UN MINUTO

A partir de los registros en cada uno de los dos ensayos realizados en dicha prueba, se procede al cálculo del CCI:

Tabla 4. CCI de los registros del primer y segundo ensayo de la prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto y grado de significación (N=84).

| | CCI | Grado de Significación |
|--|-----------|------------------------|
| Flexo-extensiones de brazos en 1' (Ensayos 1 y 2) | 0.98 (**) | 0.000 |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La fiabilidad de los registros en la prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto es excelente, según muestra la tabla 4.

1.4 VALIDEZ DEL SJB ADAPTADO COMO MEDIO DE VALORACIÓN DE LA FUERZA

A partir de los datos medios proporcionados por la plataforma de contacto, así como de los correspondientes de los lanzamientos de balón medicinal, se procede al análisis de correlación de Pearson.

Tabla 5. Coeficiente de correlación de Pearson y grado de significación de las medias de los lanzamientos de balón medicinal y los registros de la plataforma de contacto. (N=34)

| | | Tiempos de vuelo (promedio) | Alturas (promedio) |
|--------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|
| Lanzamientos (promedio) | r de Pearson | ,483(**) | ,495(**) |
| | Sig. (bilateral) | 0.004 | 0.003 |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El análisis estadístico muestra la inexistencia de correlación ($r < 0,69$ según Weineck, 2005), entre el promedio de los lanzamientos y los registros de la plataforma de contacto.

1.4.1 Correlaciones de la prueba de flexo-extensiones de brazos con los del SJB adaptado

Tabla 6. Coeficiente de correlación de Pearson y grado de significación del promedio de las alturas obtenidas en el SJB adaptado y el promedio del número de flexo-extensiones de brazos en un minuto de los diferentes ensayos. (N=84).

| | | Alturas (promedio) | Flexo-extensiones (promedio) |
|------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| Alturas (promedio) | Correlación de Pearson | 1 | ,959(**) |
| | Sig. (bilateral) | | ,000 |
| Tiempos de vuelo (promedio) | Correlación de Pearson | ,938(**) | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,000 | |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Tal y como se muestra, el coeficiente obtenido es muy alto.

Tabla 7. Correlación promedio y por ensayo, de los lanzamientos con las flexo-extensiones de brazos. (N=34).

| | | Lanzamientos (promedio) |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Flexo-extensiones (promedio) | Correlación de Pearson | ,577(**) |
| | Sig. (bilateral) | ,000 |
| Flexo-extensiones (ensayo 1) | Correlación de Pearson | ,571(**) |
| | Sig. (bilateral) | ,000 |
| Flexo-extensiones (ensayo 2) | Correlación de Pearson | ,571(**) |
| | Sig. (bilateral) | ,000 |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Se obtienen correlaciones débiles entre el promedio de los lanzamientos y los diferentes ensayos de la prueba de flexo-extensiones de brazos.

DISCUSIÓN

Aún cuando existe un protocolo para la determinación de la fuerza de las extremidades superiores (SJB y CMJB), a través de la medición de la capacidad de impulsión con la plataforma de contactos Ergojump Plus Bosco System (Carratalá et al., 2003; Garrido y González, 2004), su utilización ha sido escasa. El motivo puede deberse a la dificultad instrumental que entraña o bien, por la ejecución del gesto, que debido a la elevación de las extremidades inferiores, supone una mayor acción muscular de las extremidades superiores (Lear y Gross, 1998), y por tanto mayor esfuerzo.

Analizando la posible influencia de las variables antropométricas en los diferentes instrumentos de medición utilizados, no se han hallado correlaciones aceptables entre ellos (r de Pearson inferiores al 0.75 estipulado por Weineck, 2005), de lo cual deducimos al igual que otros autores (Salonia et al, 2004;

Stockbrugger, 2002), que no hay relación entre dichas variables, y el rendimiento en cada una de las pruebas.

En el único estudio hallado que analiza el SJB, realizado por Carratalá et al., en el año 2003, en el que entre otros parámetros hace una valoración de la fuerza explosiva de judokas de la selección española de categorías infantil y cadete, tanto de género masculino (n=39) como de femenino (n=36), obtienen mediciones promedio en la plataforma de 7.26 cm (± 3.29) para las mujeres de categoría infantil y 8.54 cm (± 2.90) para las cadetes. Los varones consiguen mayores registros, con un promedio de 12.55 cm (± 3.53) en la categoría infantil y 17.36 cm (± 6.79) en la cadete. No aportan información en la que se relacionen la edad, peso ó talla de los participantes con respecto al rendimiento en la prueba SJB, pero entendemos que la media de los participantes en esta tesis (20.92 años), es superior a la de Carratalá et al., por tratarse en éste último caso, de categorías infantil y cadete.

Con respecto a la utilización de los balones medicinales, es conocido su uso como medio de desarrollo de la fuerza (Bompa, 2003), o bien, como modo de evaluación de dicha capacidad (Martínez, 2003). Las ventajas de utilización de este medio con respecto al entrenamiento con resistencias, se basa en que debido a la cantidad de masa muscular implicada (se trata de un gesto de carácter multiarticular), requiere de un nivel superior de equilibrio y coordinación además de conseguir un reclutamiento muscular, que difícilmente tiene lugar con otros medios de entrenamiento (Waxman, 2007). Por otro lado, existe una transferencia positiva hacia habilidades de lanzamientos de otros deportes (Pare, 2008).

Si pretendemos hacer una evaluación del nivel de fuerza de las extremidades superiores, los resultados obtenidos confirman que cualquier modalidad de lanzamiento que se emplee (por encima de la cabeza, hacia atrás o desde el pecho), es válida y fiable (Herman y Smith, 2008).

El test de flexo-extensiones de brazos en un minuto, al igual que su variante de realización de máximo número de repeticiones en 30 segundos, son válidos para la medición de la fuerza-resistencia de las extremidades superiores (Martínez, 2002; Blázquez, 1990).

Con referencia a la utilización de los estadísticos utilizados, se han empleado aquellos que se ajustan a los objetivos así como a las características de la investigación. El coeficiente de correlación intraclase (CCI) muestra el grado de acuerdo entre las distintas mediciones realizadas (Molinero, 2001; Pita y Pertegás, 2008). Es un coeficiente habitualmente utilizado para medidas de tipo cuantitativas que informa del grado de acuerdo entre mediciones, siendo considerado por los autores citados como “el índice más apropiado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica”. Erróneamente, se ha venido utilizando el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) en otras investigaciones, sin tener en cuenta que expresa

no el acuerdo, sino la posible presencia de una relación lineal entre los registros de dos variables. Así, si dos instrumentos miden sistemáticamente cantidades diferentes uno del otro, la correlación será perfecta ($r=1$), pero la concordancia es nula.

Con respecto a los diferentes análisis de fiabilidad de los lanzamientos, se ha comprobado que es alta y aceptable. Los CCI de las pruebas de lanzamientos en otras investigaciones, confirman la fiabilidad del test como medio de medición de la fuerza explosiva, al estar todos ellos por encima del aceptable 0.80 (Mayhew et al., 2005; Davis et al., 2008).

El CCI de 0.98 conseguido en la prueba de fiabilidad del test de flexo-extensiones de brazos en un minuto, muestra que se trata de una prueba fiable.

Del mismo modo ha resultado el análisis de fiabilidad de la plataforma de contacto, con un CCI de 0.90 tanto para los tiempos de vuelo como para las alturas registradas por las 84 muestras.

La validez de la plataforma como medio de valoración de la fuerza explosiva, se ha abordado empleando el análisis de correlación de Pearson (r) de sus registros, con los de las pruebas de lanzamientos y con los del test de flexo-extensiones de brazos durante un minuto.

En los lanzamientos, los promedios de las distintas variantes muestran coeficientes de correlación débiles ($r=0.48$ y $r=0.49$ para los tiempos de vuelo y alturas respectivamente), a pesar de que debido al tamaño muestral, resultan significativos ($p<0.01$). El coeficiente de determinación (R^2), muestra que no se puede inferir causalidad entre el promedio de los lanzamientos y los propios de los tiempos de vuelo y alturas, debido al escaso porcentaje de interacción entre ellos (23% en el primer caso y 24% en el segundo).

Si analizamos los resultados, teniendo en cuenta cada una de las modalidades de lanzamiento y los registros de la plataforma de contacto, comprobamos que en todos ellos existe una débil relación correlacional.

Al referirnos a los coeficientes de Pearson (r) obtenidos entre los diferentes registros de la plataforma de contacto y el máximo número de flexo-extensiones de brazos en un minuto, existe una muy buena correlación ($r=0.93$ y 0.95 para los tiempos de vuelo y alturas respectivamente). Se justifican tales resultados, debido a la especificidad del gesto entre ambos (Mc Dougall et al., 2005), en el que la musculatura utilizada, el régimen de contracción isotónico y la magnitud de la resistencia a vencer, son muy similares a pesar de existir diferencias en la duración e intensidad del esfuerzo. Mayhew et al. (1991) e Invergo et al. (1991), en sus respectivas investigaciones, comprobaron la relación que existe entre dos pruebas que miden diferentes manifestaciones de fuerza de las extremidades superiores y emplean diferentes cargas esto es, el

test de flexo-extensiones de brazos en un minuto y la prueba de 1 RM en press de banca; comprobaron que no son predictoras una de la otra. Bentz (2003) demostró que un entrenamiento de flexo-extensiones de brazos, suponía una ganancia de fuerza significativa (45.3%) en la prueba de máximas repeticiones de dicho gesto, y de tan sólo 12.9% en 1 RM en press de banca. Por ello, se puede deducir que para valorar la ganancia de fuerza tras un periodo de entrenamiento, hay que escoger un test lo más similar posible con respecto al gesto entrenado. En este caso, se observa que el test de máximo número de repeticiones de flexo-extensiones de brazos, en el que al igual que en el gesto entrenado, se adopta la posición de tumbado prono, refleja en mayor medida la ganancia conseguida. La carga que se debe vencer corresponde a una importante parte del peso corporal, que Gouvali y Boudolos (2005), estiman en un 66.4% del mismo.

En los lanzamientos, la magnitud de la carga es constante (3 Kg), y muy inferior al 66.4% del peso corporal de cualquier individuo. Con resistencias tan diferentes el papel de la fuerza máxima difiere, lo cual puede explicar la ausencia de correlación entre las mediciones realizadas en la prueba SJB adaptada y la de lanzamientos de balón medicinal de 3 Kg. En ésta última, la magnitud de la resistencia a vencer es pequeña y constante, permitiendo la comparación del rendimiento entre individuos independientemente de las características antropométricas, mientras que las otras dos pruebas, tienen lugar con una resistencia que se caracteriza por ser alta y variable en función de cada sujeto, impidiendo la comparación del rendimiento entre individuos aunque sí es posible hacerlo a nivel personal.

De este modo, Davis et al. (2008), tampoco hallaron correlación entre el rendimiento en la prueba de lanzamientos de balón medicinal de 3 Kg., con respecto a una prueba adaptada de dominadas. Por ello, un individuo que cuente con un buen nivel de fuerza, puede conseguir una gran distancia de lanzamiento, pero si goza de un gran peso corporal, en la prueba SJB adaptada posiblemente consiga unas alturas que no se correspondan con las distancias alcanzadas en los lanzamientos. Esto justifica la correlación moderada que se obtiene entre ambos instrumentos ($r=0.49$ con $p<0.01$).

Sin embargo, al comparar las dos pruebas que suponen el vencimiento de la resistencia interna (en este caso el peso corporal), es decir, el SJB adaptado y el máximo número de repeticiones en un minuto, proporcionan datos de rendimiento (tiempos de vuelo, alturas y número de repeticiones en un minuto), que representan una medida relativa de la fuerza, existiendo una alta correlación entre ambas. La explicación se fundamenta en que a pesar de que desde el punto de vista energético son diferentes, tienen en común la posición de partida en la que la magnitud de la resistencia a vencer, al resultar tan grande, el papel de la fuerza máxima es fundamental y determinante del rendimiento en ambas.

Concretamente, en la prueba que mide la fuerza-resistencia (flexo-extensiones de brazos en un minuto), el efecto de la fuerza máxima es positivo

debido a la alta resistencia que se debe vencer (Platonov, 2001). El mismo autor, estima que en la posición de decúbito prono adoptada en el gesto de flexo-extensión de brazos, la carga es superior al 50% (66.4% aproximadamente según Govali y Boudolos, 2005). George, Fisher y Vehrs (2005), afirman que la resistencia muscular, guarda una estrecha correlación con el nivel de fuerza muscular. En este sentido Horvat, Franklin, Born (2007), investigaron si los tests de repeticiones hasta el fallo muscular, eran predictores de los tests de 1RM, obteniendo correlaciones positivas y significativas entre el test de 1 RM en press de banca y press de piernas, con los respectivos realizados hasta el agotamiento muscular.

Con respecto a la prueba del SJB adaptado, también influye positivamente por el mismo razonamiento, ya que se estima que ante resistencias grandes, existe una relación positiva entre ambas (Weineck, 2005).

Por ello, es el nivel de fuerza máxima el factor que determina el rendimiento en ambas pruebas, de hecho, todas las cualidades de fuerza dependen de ella y por consiguiente, a mayor nivel de fuerza máxima, mayor tasa de fuerza-resistencia y de fuerza explosiva (Ortiz, 1996).

Verkhoshansky y Siff (2000), cuantificaron la participación de la fuerza máxima en un 94% de la fuerza absoluta (mayor fuerza que puede ser producida por un determinado grupo muscular, estimulado involuntariamente), cuando la magnitud de la resistencia a vencer es de un 80%. Afirman que en los casos en los que la resistencia es igual o superior al 60% de la fuerza absoluta (equivalente a la fuerza excéntrica máxima), la fuerza de impulsión que produce el movimiento, se desarrolla sobre todo gracias a la fuerza de aceleración (capacidad de generación de fuerza tan rápido como sea posible una vez que se ha iniciado la contracción o fuerza explosiva) y a la fuerza máxima (González-Badillo y Gorostiaga, 1997). El concepto de Verkhoshansky de fuerza de aceleración, es identificado por estos autores como fuerza explosiva.

Cogley et al. (2005), comprobaron la validez que tiene el test de flexo-extensiones de brazos como medio de evaluación de la fuerza-resistencia de la musculatura pectoral, hombros y brazos (Blázquez, 1990). García-Manso, Navarro, Ruiz (1996), afirman que teniendo en cuenta la magnitud de la carga, que en el caso de la posición adoptada en las flexo-extensiones de brazos es bastante alta, el factor decisivo del rendimiento es el nivel de fuerza. Ante la demanda exigida en un determinado ejercicio físico, la mejora de la fuerza máxima supone emplear menos esfuerzo para alcanzar el mismo resultado, lo cual significa que es posible mantener por más tiempo la manifestación de la fuerza necesaria (prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto) o aplicar más fuerza en el mismo tiempo (prueba SJB adaptada) (González-Badillo y Ribas, 2002).

Bosco (1982), considera que entre la fuerza máxima dinámica, la fuerza explosiva y la resistencia a la fuerza rápida, existe una fuerte relación debido a

que es grande el aporte de la capacidad contráctil en todas ellas. Por ello, Bosco (2000) explica la existencia de correlación positiva entre los distintos tipos de saltos que constituyen el test, esto es, SJ, CMJ, DJ y RJ. La valoración de la resistencia a la fuerza rápida se lleva a cabo a través de la prueba de saltos continuos durante 60 segundos, siendo predictora del rendimiento en las pruebas SJ y CMJ. Aunque se tratan de diferentes tipos de saltos, todos ellos dependen de una serie de cualidades neuromusculares comunes que determinan el rendimiento. Este es el razonamiento que expone Bosco (2000), para explicar la existencia de correlación positiva. Así lo constató en diferentes experimentos realizados con las selecciones italianas masculinas y femeninas de esquí alpino y baloncesto. Comprobó al mismo tiempo, que los diferentes tipos de saltos no correlacionaban de un modo positivo y significativo con el consumo máximo de oxígeno (potencia aeróbica) de los deportistas, ni tan siquiera con la prueba de saltos continuos durante 60 segundos, siendo ésta la de mayor duración de las contempladas por el autor antes mencionado.

Análogamente, dicha semejanza entre pruebas se puede establecer entre el SJB adaptado y la prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto, tal y como confirman los coeficientes “r” de Pearson que se han hallado. La explicación de tales resultados se puede atribuir a la equivalencia por un lado, entre el SJB adaptado y el SJ, y por el otro, entre la prueba de saltos continuos en un minuto y la de máximo número de flexo-extensiones de brazos en 60 segundos.

A partir de los conceptos anteriormente expuestos y teniendo en cuenta que “un alto coeficiente de correlación en la validez de un test, permitirá predecir un tipo de conducta o capacidad partiendo exclusivamente de la aplicación de dicho test” (Weineck, 2005), el registro de las alturas y tiempos de vuelo del SJB adaptado, permite predecir el número de flexo-extensiones de brazos que puede realizar un sujeto en un minuto y viceversa.

Se sobreentiende que dicha evaluación sería de tipo personal debido a la diferencia de peso corporal entre sujetos, lo cual supone diferentes magnitudes de la resistencia a vencer.

CONCLUSIONES

Una vez finalizada la fase experimental y tras el pertinente análisis de los datos, podemos afirmar que:

1. La plataforma de contacto es un instrumento fiable en la prueba SJB adaptada ($CCI=0,90$ para los tiempos de vuelo y alturas).
2. El SJB adaptado es una prueba válida para predecir el rendimiento del test de flexo-extensiones de brazos en un minuto ($r=0,93$ y $r=0,95$ para los tiempos de vuelo y alturas respectivamente).

3. La prueba SJB adaptada es un débil predictor del test de lanzamientos de balón medicinal. ($r=0,48$ y $0,49$ para los tiempos de vuelo y alturas respectivamente).
4. El test de lanzamiento de balón medicinal, es una prueba fiable para la determinación de la fuerza de las extremidades superiores en todas las variantes analizadas ($CCI=0,92$ entre las medias de cada modalidad).
5. El test de lanzamiento de balón medicinal, no es predictor del rendimiento en la prueba de flexo-extensiones de brazos en un minuto ($r<0,75$).
6. No hay relación entre las variables antropométricas y el rendimiento de las muestras en cada una de las pruebas ($r<0,75$).
7. Existe correlación positiva entre los test de fuerza relativa (SJB adaptado y flexo-extensiones en un minuto), pero ninguno de ellos lo hace con el test que mide fuerza no relativa (lanzamiento de balón medicinal).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alemany, J.A., Pandorf, C.E., Montain, S.J., Castellani, J.W. (2005). Reliability assesment of ballistic jump squats and bech throws. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 33, 6 pgs.
2. Bembem, M.G., and Mccalip, G.A. (1999). Strength and Power Relationships as a Function of Age. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (4), 330-338.
3. Bentz, R.J., M.S. (2003). The effects of eight weeks of manual resístance push-ups on chest strength measures among collegiate students. *Dissertation Abstracts AAT 1414919*. (Southern Connecticut State University, 40 pgs.).
4. Blázquez, D. (1990). *Evaluar en Educación Física*. Barcelona, España: Inde.
5. Boeckh-Behrens, W.U., Buskies, W. (2005). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona, España: Paidotribo
6. Bompa, T. (2003). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
7. Bosco, C. (1982). *La valoración de la fuerza con el Test de Bosco*. Barcelona, España: Paidotribo.
8. Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular*. Barcelona, España: Inde.
9. Camacho, C., Sánchez, E.F. (1997). *Psicometría*. Sevilla, España: Kronos
10. Carratalá, V., Pablos, C., Carqués, L. (2003). Valoración de la Fuerza explosiva, elástico explosiva y flexibilidad de los judokas infantiles y cadetes del equipo español. *II Congreso mundial de ciencias de la actividad física y el deporte, deporte y calidad de vida*. Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, 33.
11. Cogley, R.M., Teasha, A., Archambault, J.F., Mandy, M., Koverman, J.W., Youdas, J.W., and Hollman, J.H. (2005). Comparison of Muscle Activation Using Various Hand Positions During the Push-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 628-633.

12. Davis, K.L., Kang, M., Boswell, B.B., DuBose, K.D., Altman, S.R., Binkley, H.M. (2008). Validity and Reliability of the medicine ball throw for kindergarten children. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1958-1963.
13. García Manso, J. M., Navarro, M., Ruíz, J.A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo (principios y aplicaciones)*. Madrid, España: Gymnos
14. Garrido, R. P., González, M. (2004). Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. *Lecturas, Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 78. Extraído el 11 de Septiembre 2009 desde <http://www.efdeportes.com>
15. George, J.D., Fisher, A., Vehrs, P. R. (2005). *Tests y pruebas físicas*. (4ª edición). Barcelona, España: Paidotribo
16. González, J. (2009). Compilación de pruebas funcionales generales de terreno. *Lecturas, Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 139. Extraído el 10 de Diciembre de 2009 desde <http://www.efdeportes.com>
17. González-Badillo J.J. y Ribas Serna J. (2002) *Bases de la Programación del Entrenamiento de la fuerza*. Zaragoza, España: Inde.
18. González, J.J., Gorostiaga, E. (1997). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto Rendimiento Deportivo*. (2ª edición). Barcelona, España: Inde.
19. Gouvali, M.K., and Boudolos, K. (2005). Dynamic and Electromyographical Analysis in Variants of Push-Up Exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 146-151.
20. Herman, S. And Smith, D.T. (2008). Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (4), 1286-1297.
21. Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2000). *Metodología de la investigación*. (2ª Edición). México: Mc Graw Hill.
22. Horvat, M., Franklin, C., Born, D. (2007). Predicting strength in high school women athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1018, 5 pgs.
23. Invergo, J.J., Ball, T.E. and Looney, M. (1991). Relationship of Push-ups and Absolute Muscular Endurance to Bench Press Strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 5 (3), 121-125.
24. Lear, L.J., Gross, M.T. (1998). An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. *The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 28 (3), 146-57.
25. Mac Dougall, J. D., Wenger H.A., Green, H. J (2005). *Evaluación Fisiológica del deportista*. (3ª Edición). Barcelona, España: Paidotribo
26. Martínez, E. J. (2002). *Pruebas de aptitud física*. (1ª Edición). Barcelona, España: Paidotribo.
27. Martínez, E. J. (2003). Aplicación de la prueba de lanzamiento de balón medicinal, abdominales superiores y salto horizontal a pies juntos. Resultados y análisis estadístico en educación secundaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, Vol. 3(12). 223-241
28. Mayhew, J.L., Ball, T.E., Arnold, M.D., and Bower, J.C. (1991). Push-ups As a Measure of Upper Body Strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 5 (1), 16-21.

29. Mayhew, J.L., Bird, M., Cole, M.L., Koch, A.J., Jacques, J.A., Ware, J.S., Buford, B.N. y Fletcher, K.M. (2005). Comparison of the backward overhead medicine ball throw to power production in college football players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 514-518.
30. Molinero, L. M. (2001). Errores de medida en variables numéricas: Correlación y Concordancia. *SEH: Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión*.
31. Ortiz, V. (1996). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. (1ª Edición). Barcelona, España: Inde.
32. Pare, E. (2008). *Relationship between muscle strength, muscle power and bat swing velocity of collegiate baseball and softball players*. Tesis de Doctorado. Department of Health, Physical Education, and Leisure Studies. University of South Alabama.
33. Pita Fernández, S., Pértegas, Díaz, S. (2004, 12 de Enero). *La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas*". Recuperado el 7 de Julio de 2009 de http://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc_numerica/conc_numerica.asp
34. Platonov, V.N. (2001). *Teoría General del Entrenamiento Deportivo Olímpico*. (1ª Edición). Barcelona, España: Paidotribo.
35. Salonia, M.A, Chu, D.A., Cheifetz, P.M., Freidhoff, G.C. (2004). Upper-body power as measured by medicine-ball throw distance and its relationship to class level among 10 and 11 year old female participants in club gymnastics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 695-702
36. Smith, P.M., Price, M.J., Davison, R., Scott, D., Balmer, J. (2007). Reproducibility of power production during sprint arm ergometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1315, 5 pgs.
37. Stockbrugger, B.A. and Haennel, R.G. (2001). Validity and Reliability of a Medicine Ball Explosive Power Test. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (4), 431-438.
38. Stockbrugger, B.A. (2002). *Use of a medicine ball explosive power test to evaluate jump and non-jump athletes*. Tesis de doctorado. Universidad de Regina (Canada).
39. Verkhoshansky, Y., Siff, M. C. (2000). *Superentrenamiento*. (1ª Edición). Barcelona, España: Paidotribo.
40. Waxman, S. (2007). Overhead Medicine-Ball Throw. *Joe Weider's Muscle & Fitness*. Diciembre;68, 12.pgs 64.
41. Weineck, J. (2005). *Entrenamiento Total*. Barcelona, España: Paidotribo.

Referencias totales: 41 (100 %)

Referencias propias de la revista: 1 (2,44 %)