

Análisis de los valores obtenidos en el test del “clear” de bádminton para ergodinamómetro en función del sexo

RAÚL PABLO GARRIDO CHAMORRO*

Grupo de trabajo en la actividad Física de la Universidad de Alicante.
Hospital General de Alicante.
Departamento de Medicina Clínica Universidad Miguel Hernández (Elche)

CRISTINA BLASCO LAFARGA

Grupo de trabajo en la actividad Física de la Universidad de Alicante.
Departamento de Didáctica Especial y Didáctica Específica Universidad de Alicante

ALEJANDRO RICARDO ALBERT GIMÉNEZ

Grupo de trabajo en la actividad Física de la Universidad de Alicante.
Hospital General de Alicante

LIBERTO NAVALÓN TORRES

Seleccionador Nacional de Bádminton

Correspondencia con autores/as

* raulpablo@terra.es

Resumen

Introducción: Hemos diseñado y patentado un ergodinamómetro para medir la fuerza útil del gesto técnico, analizando un “clear” de bádminton, para ello hemos analizado a 10 jugadores de bádminton de nivel nacional (5 varones y 5 mujeres). *Material y métodos:* Hemos analizado tanto cualitativa como cuantitativamente la curvas de fuerza-tiempo y velocidad del disco-tiempo, comparando los resultados obtenidos en función del sexo. *Resultados:* Los varones tienen valores de fuerza máxima significativamente mayores que las mujeres, tiempos de aceleración significativamente menores, ángulos de aceleración significativamente mayores, fuerza explosiva significativamente mayor, valores de velocidad máxima del disco significativamente superiores a las mujeres, un punto de máxima velocidad significativamente inferior a las mujeres. *Conclusiones:* Existen diferencias significativas en la fuerza útil del “clear” de bádminton en función del sexo.

Palabras clave

Valoración, Fuerza útil, Bádminton, Ergodinamómetro.

Abstract

Analysis of values obtained in the test of the “clear” of Badminton for Ergodinamometry depending on the sex

Introduction: We designed and patented an ergodinamometer to measure the useful strength of technical movements at badminton analyzing the service. To achieve this, we studied 10 badminton players of the national league (5 men and 5 women). *Material and methods:* We analyzed qualitatively and quantitatively the curves of strength-time and speed of the disk of our ergodinamometer and we compared the obtained results and the gender of the studied players. *Results:* Men have values of maximal strength significantly bigger than women and also smaller acceleration times. Furthermore, men have remarkable larger angles of acceleration, bigger explosive strength, values of maximal speed of the disk slightly higher than women and also a peak of maximal speed lower than them. *Conclusions:* there are important differences in the useful strength used during service at badminton depending on the gender of the player.

Key words

Evaluation, Useful strenght, Badminton, Ergodinamometer.

Introducción

Desde el campo del entrenamiento conocemos la importancia de transferir las ganancias de las diferentes manifestaciones de fuerza al gesto deportivo, reduciendo al máximo el Déficit de fuerza útil. La literatura especializada habla mucho de la evaluación de estas manifestaciones generales (Fuerza máxima, Potencia, Fuerza

Resistencia, etc.), pero muy poco de la evaluación de la fuerza útil específica, aplicada en gestos deportivos. Hemos diseñado un Ergodinamómetro que nos permite medir la fuerza útil del gesto técnico, evaluar el gesto durante la aplicación de la fuerza, o incluso describir una Curva de Fuerza-Tiempo “técnica” a la que, por ser específica y diferente en cada deporte hemos llamado

“huella de fuerza útil”. Presentamos aquí la evaluación de un “clear” de Bádminon (Garrido Chamorro *et al.*, 2005) realizado a 10 jugadores de bádminon (5 Varones y 5 Mujeres) de nivel nacional y pertenecientes al programa de Tecnificación Nacional de Alicante.

La fuerza útil corresponde a la que aplica el deportista cuando realiza un gesto específico de competición. La mejora de este valor de fuerza debe ser el principal objetivo del entrenamiento, y es el que más relación va a guardar con el propio rendimiento deportivo (González Badillo y Ribas, 2002).

El objetivo de este artículo es valorar las diferencias de fuerza útil en el “clear” de bádminon, en función del sexo.

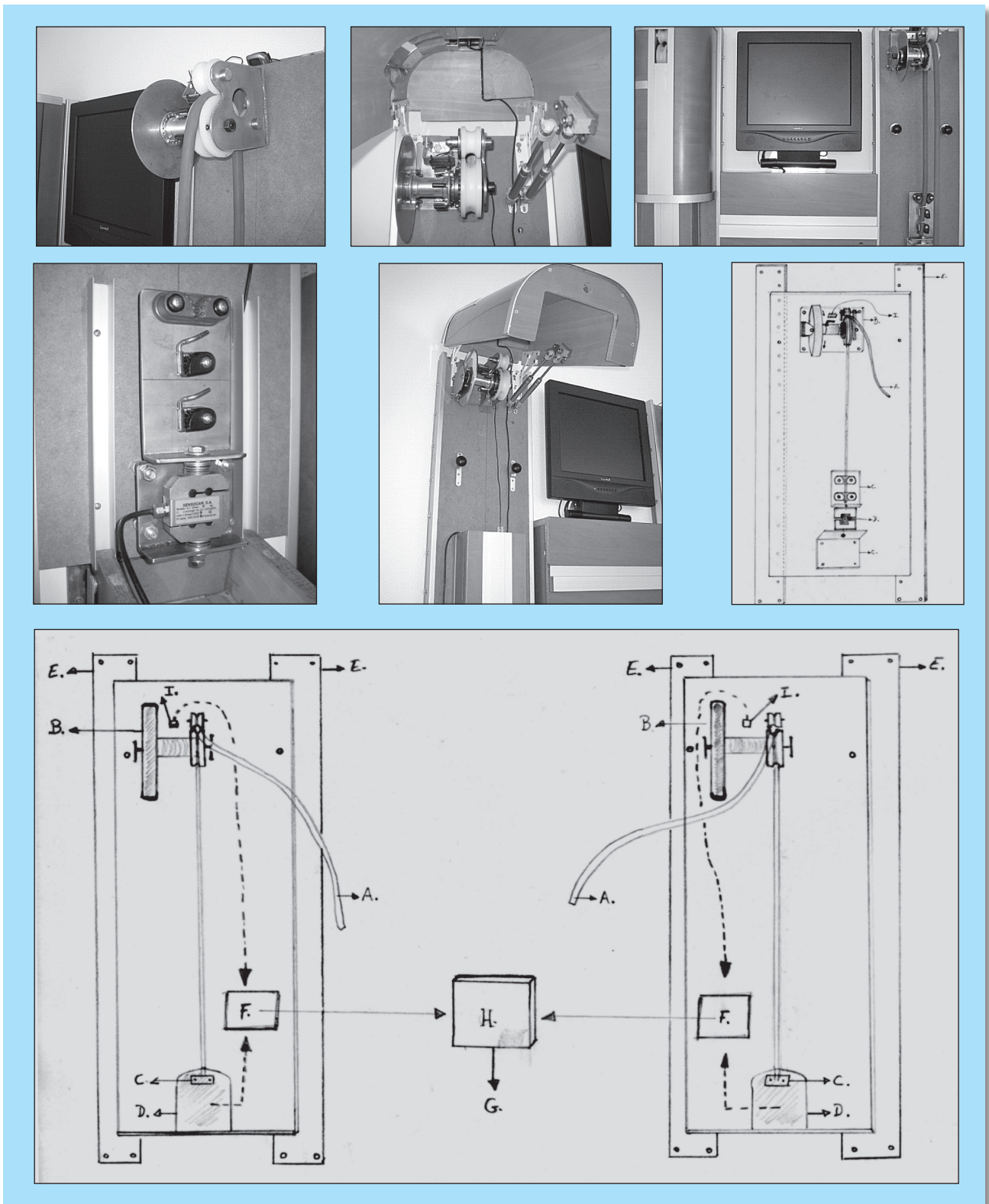
Material y métodos

(Gráficos 1 y 2)

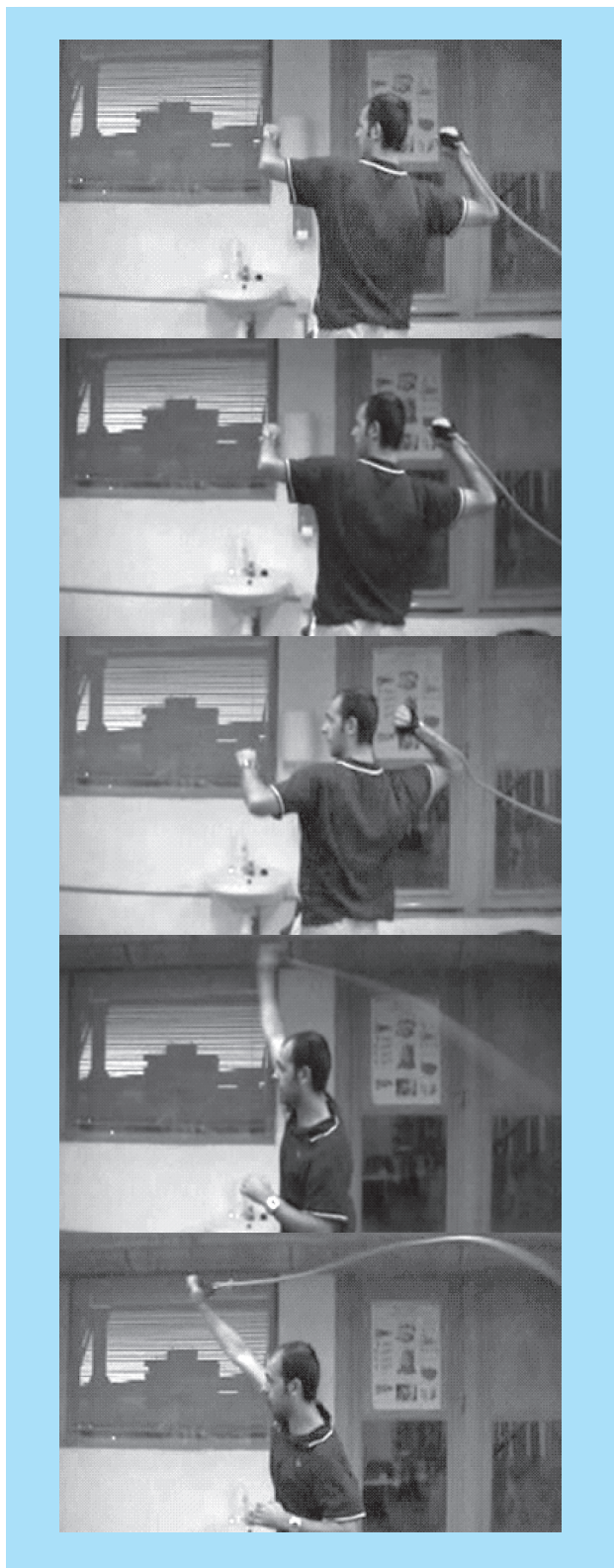
La fuerza útil se mide mediante el Ergodinamómetro Atlas (Garrido Chamorro *et al.*, 2005), dicho ergodinamómetro consta de una serie de elementos electromecánicos encargados de medir y registrar la fuerza desarrollada por un grupo muscular aislado, o bien de una cadena cinética específica. Ello es posible mediante la utilización de un complejo sistema de medición electromecánico, capaz de registrar la variable física generada en un elemento elástico sobre el que actúan un sujeto durante todo el tiempo de ejecución de ese gesto técnico específico.



▲
Gráfico 1
Vistas anterior y lateral del ergodinamómetro.



▲
Gráfico 2
 Vistas del conjunto del ergodinómetro.



▲
Gráfico 3

Fases del "clear" en bádminton.

Descripción del movimiento: el "clear", bádminton (Gráfico 3)

El test de IRM de "clear" sin raqueta (Garrido Chamorro *et al.*, 2005) Vamos a describir el movimiento partiendo de una posición ideal para todos estos golpes. Esta posición de partida, es difícil de conseguir durante un partido ya que el continuo movimiento del jugador va a provocar posiciones de partida difíciles de estandarizar, ahora bien los aspectos fundamentales en la realización de cualquier golpeo de mano alta o "clear", va a venir perfilado por un mismo patrón de movimiento que es el que a continuación vamos a describir tomando de ejemplo a un jugador diestro.

1º Fase de preparación: El cuerpo se coloca perpendicular al Ergodinamómetro (ofreciendo el hombro derecho al ergodinamómetro), con el pie izquierdo adelantado, el peso del cuerpo sobre la pierna derecha que puede estar ligeramente flexionada. Las caderas y hombros perpendiculares al ergodinamómetro, el brazo izquierdo se encuentra levantado y semiflexionado, y los dedos de la mano abiertos, sirviéndose de referencia espacial al estar apuntando al supuesto volante. El brazo izquierdo cumplirá la función también de ayudarnos en la rotación de hombros tan importante en el golpeo. Mientras el brazo ejecutor (el derecho está semiflexionado y dirigido hacia atrás. La apertura de los brazos asemeja a la de un arco.

2º Fase de ejecución: El primer paso consiste en llevar la mano conectada a la goma hacia atrás, la goma es asida por un elemento conector que facilita asir la goma con la palma de la mano y permite transmitir la fuerza a la célula de carga. Llegado este momento lanzamos el brazo por el lateral de la cabeza, hacia el lugar del teórico impacto, realizando una extensión del brazo que nos permite impactar el volante lo más alto posible y delante del eje transversal del cuerpo. El peso del cuerpo se traslada durante esta fase de atrás delante de manera que éste pasa la pierna derecha a la izquierda. A la vez que se cambia el peso se produce un giro del tronco en el sentido del movimiento y una extensión del pie derecho para elevar el centro de gravedad y facilitar esta rotación.

3º Fase de relajación: La parte final del golpeo se caracteriza por los siguientes aspectos: El brazo ejecutor cesa el desplazamiento en el teórico punto de impacto. Recuperamos el equilibrio del cuerpo para poder enlazar un siguiente desplazamiento o golpeo.

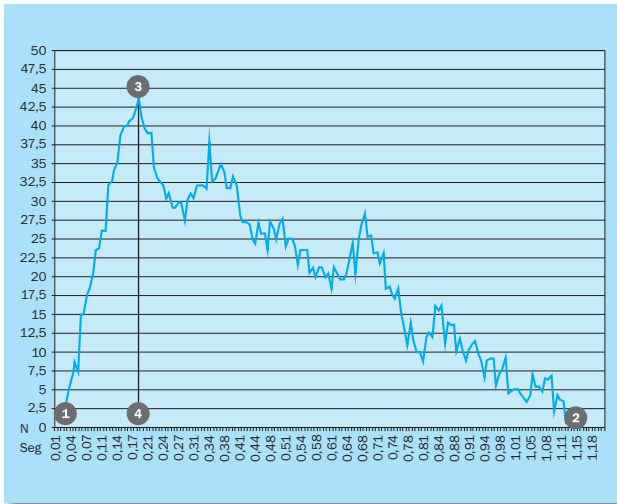


Gráfico 4
Puntos de la Curva Fuerza-Tiempo.

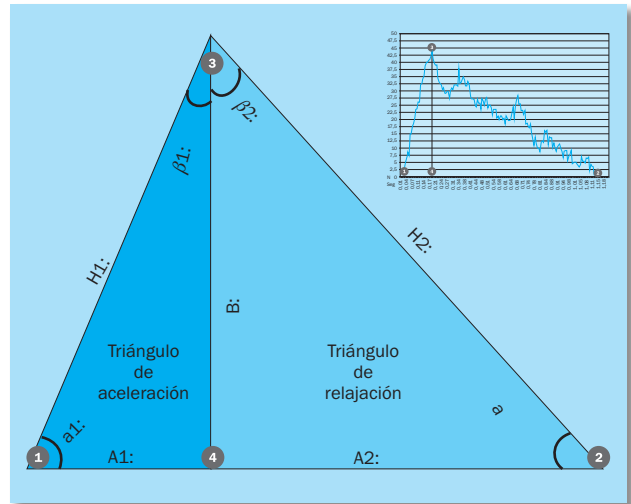


Gráfico 5
Triangulación de la Curva Fuerza-Tiempo.

Estudio de las curvas

Tras la realización del test, vamos a obtener las dos variables estudiadas, La fuerza recogida en la célula de carga y la inercia, recogida en el volante de inercia. Para analizar estas secuencias de datos, se van a representar en función del tiempo.

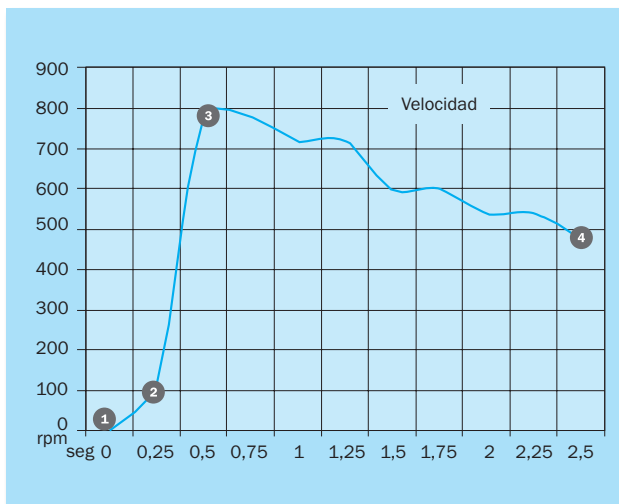
Por tanto tras la realización del test, obtendremos dos curvas:

1. La Curva Fuerza-Tiempo (Garrido Chamorro *et al.*, 2005) (*gráfico 4*): esta curva va a describir la evolución de la fuerza durante el “clear”. Dicha curva se va a iniciar con un ascenso que corresponderá a la fase de ejecución del golpeo, seguido de un descenso que representara la fase de relajación. Dicha curva va a ser la representación o huella de la fuerza útil del gesto técnico. De dicha curva vamos a valorar (Garrido Chamorro *et al.*, 2005): El Punto de Arranque, el Punto Final, el Pico de Fuerza Máxima, el Tiempo de Pico de Fuerza Máxima. Del análisis de estos puntos en los gestos explosivos como el “clear”, podemos definir 2 triángulos (Garrido Chamorro *et al.*, 2005) (*gráfico 5*). El triángulo situado a la izquierda se denominara Triangulo de Aceleración, mientras que el triangulo situado a la derecha de denominara Triangulo de Relajación. Las variables analizadas en la triangulación son (Garrido Chamorro *et al.*, 2005): el Tiempo de Aceleración (Ti Acele), el Tiempo de Relajación (Ti Rela), el Pico de Fuerza Máxima (F Max), la Hipotenusa de

Aceleración (H asc), la Fuerza Explosiva (F expl), el Ángulo de Aceleración (alfa 1), el Ángulo Complementario de la Aceleración (beta 1), la Hipotenusa de Relajación (H desc), el Ángulo Complementario de Relajación (alfa 2), el Ángulo de Relajación (alfa 1) y el Ángulo Superior (ang sup). Del análisis cualitativo (Garrido Chamorro *et al.*, 2005) de la Curva Fuerza Tiempo (*gráfico 6*) analizaremos las siguientes variables: Zona de Aceleración, Zona de Relajación Primaria, Zona de Rebote, Zona de Relajación Secundaria.

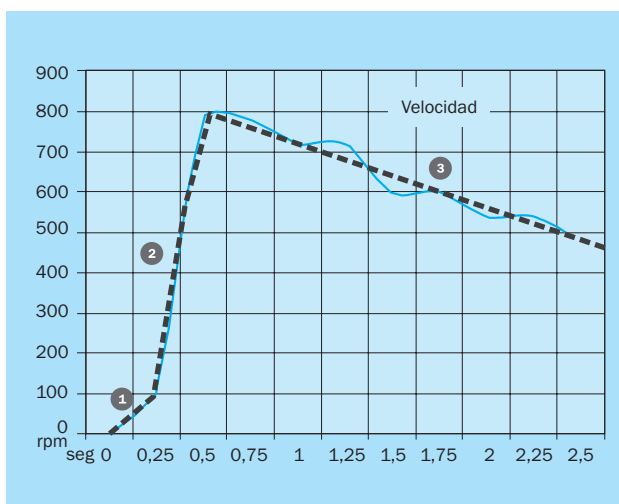


Gráfico 6
Análisis Cuantitativo de la Curva Fuerza-Tiempo.

**Gráfico 7**

Puntos de la Curva Velocidad del Disco-Tiempo.

2. La Curva Velocidad del Disco-Tiempo (Garrido Chamorro *et al.*, 2005) (gráfico 7). Esta curva representa el impulso aplicado sobre el disco, y probablemente, la eficiencia conseguida con el gesto técnico. De dicha fase analizamos las siguientes variables: Punto de Aceleración Inicial, Punto de Aceleración Secundario, Punto de Máxima Velocidad, Punto de Deceleración. Si analizamos cualitativamente (Garrido Chamorro *et al.*, 2005) las Curvas Velocidad-Tiempo (gráfico 8). Definimos tres zonas: Zona de Arrancada, Zona de Aceleración y la Zona de Deceleración. Del análisis cuantitativo de la Curva Velocidad del Disco Tiempo, obtenemos

**Gráfico 8**

Análisis cualitativo de la Curva Velocidad del Disco-Tiempo.

las siguientes variables: Velocidad de Arrancada (Z1 Ve), Tiempo de Arrancada (Z1 Ti), Velocidad Máxima (Z2 Ve), Velocidad de Deceleración (Z3 Ve), Tiempo de Deceleración (Z3 Ti).

La muestra está compuesta por 10 jugadores de bádminton (5 varones y 5 mujeres) pertenecientes al grupo de tecnificación nacional de bádminton, del centro de tecnificación de Alicante. Dichos Jugadores realizarán 20 test, a razón de 2 test por jugador, dichos test se realizarán de forma consecutiva y en el mismo día.

Para el estudio de la muestra hemos utilizado una base de datos generada a tal efecto aplicando el programa de Microsoft Access XP y los datos han sido analizados mediante la hoja de cálculo Excel XP y el paquete estadístico SPSS 10.1. Realizando una *t* de Student para la comparación de las medias, encontrando diferencias significativas entre ambos parámetros para una $p < 0,001$. Para valorar la consistencia del test hemos calculado el porcentaje del error técnico de la medida, la correlación se ha valorado mediante el test de Pearson y la concordancia mediante el test de de concordancia intraclase.

Resultados

Vamos analizar los valores obtenidos en el test de "clear" para bádminton. En las *tablas 1 y 2* se muestran los valores obtenidos en el análisis cuantitativo de la Curva Fuerza-Tiempo, en hombres y mujeres respectivamente. En las *tabla 3 y 4* se muestran los valores obtenidos en el análisis cuantitativo de la curva Velocidad del Disco-tiempo, en hombres y mujeres respectivamente. En las *tablas 5 y 6* se muestran los valores medios tanto dependiente como independientemente del sexo de los valores obtenidos en el análisis cuantitativo de la Curva Fuerza-Tiempo y Velocidad del Disco-Tiempo Respectivamente.

Los varones tienen valores de fuerza máxima significativamente mayores que las mujeres. Los varones tienen Tiempos de Aceleración significativamente menores que las mujeres. Los varones tienen Ángulos de Aceleración significativamente mayores que las mujeres. Los varones tienen Fuerza Explosiva significativamente mayor que las mujeres. Los varones tienen valores de Velocidad Máxima significativamente superiores a las mujeres. Los varones tienen un Punto de Máxima Velocidad significativamente inferior a las mujeres.

Datos	Varón A Intento 1	Varón A Intento 2	Varón B Intento 1	Varón B Intento 2	Varón C Intento 1	Varón C Intento 2	Varón D Intento 1	Varón D Intento 2	Varón E Intento 1	Varón E Intento 2
Ti Acele (mseg)	19,43	17,42	12,06	10,72	18,76	19,43	17,42	16,75	17,42	18,76
F Max (N)	47,08	38,47	33,87	31,86	40,19	40,18	39,33	38,65	40,19	37,32
H asc	50,93	42,23	35,96	33,62	44,35	44,64	43,01	42,24	43,80	41,77
Alfa 1 (°)	68,13	65,51	71,96	70,04	65,51	65,05	65,51	66,93	66,93	64,16
Beta 1 (°)	21,87	24,49	18,04	19,94	24,49	29,94	24,49	23,07	23,07	25,84
Ti Rela (mseg)	176,2	89,11	33,50	20,10	48,91	54,94	46,23	91,12	85,76	62,98
H desc	182,38	97,06	47,64	31,86	63,30	61,21	60,69	99,02	94,71	73,20
Alfa 2 (°)	55,38	53,13	40,53	30,84	40,53	51,68	43,94	53,14	52,42	49,46
Beta 2 (°)	34,62	36,87	49,47	59,32	49,47	38,32	46,06	36,86	37,58	40,54
Ang sup (°)	77,25	63,36	67,51	79,26	73,96	68,26	70,55	59,93	60,65	66,38
F expl (N/s)	242,3	220,8	280,8	297,2	214,2	206,8	225,7	218,8	230,7	198,9

Tabla 1

Análisis numérico de la Curva Fuerza-Tiempo en Varones.

Datos	Mujer A Intento 1	Mujer A Intento 2	Mujer B Intento 1	Mujer B Intento 2	Mujer C Intento 1	Mujer C Intento 2	Mujer D Intento 1	Mujer D Intento 2	Mujer E Intento 1	Mujer E Intento 2
Ti Acele (mseg)	20,77	19,43	18,04	14,74	20,01	17,42	21,44	16,08	15,41	14,74
F Max (N)	37,72	41,91	36,75	41,91	36,75	26,98	38,47	39,04	30,14	30,43
H asc	42,71	46,20	40,96	44,43	41,88	33,81	44,04	42,22	33,85	33,81
Alfa 1 (°)	61,65	65,51	64,16	70,06	61,65	60,45	61,65	66,93	62,87	64,16
Beta 1 (°)	28,35	24,49	25,84	19,94	28,35	29,54	28,35	23,07	27,12	25,84
Ti Rela (mseg)	57,62	84,42	45,56	34,74	80,40	54,94	77,05	62,32	52,26	48,24
H desc	68,65	94,25	58,83	54,08	88,40	61,21	86,12	75,24	60,33	57,03
Alfa 2 (°)	48,07	51,68	44,76	36,69	52,41	51,68	51,68	49,46	50,2	48,7
Beta 2 (°)	41,30	38,32	45,24	53,31	37,59	38,32	38,32	40,54	39,80	41,30
Ang sup (°)	76,42	76,17	70,06	56,63	80,76	81,22	80,03	72,53	77,14	74,54
F expl (N/s)	181,6	215,6	203,7	284,3	183,6	154,8	179,4	242,7	195,5	206,4

Tabla 2

Análisis numérico de la Curva Fuerza-Tiempo en Mujeres.

Datos	Varón A Intento 1	Varón A Intento 2	Varón B Intento 1	Varón B Intento 2	Varón C Intento 1	Varón C Intento 2	Varón D Intento 1	Varón D Intento 2	Varón E Intento 1	Varón E Intento 2
Z1 Ve (rpm)	300	300	60	240	300	360	60	60	420	420
Z1 Ti (seg)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Z2 Ve (rpm)	600	720	720	720	540	600	660	660	540	540
Z2 Ti (seg)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75
Z3 Ve (rpm)	360	480	540	540	420	420	420	420	420	420
Z3 Ti (seg)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Tabla 3

Análisis numérico de la Curva Velocidad del Disco-Tiempo en Varones.

Datos	Mujer A Intento 1	Mujer A Intento 2	Mujer B Intento 1	Mujer B Intento 2	Mujer C Intento 1	Mujer C Intento 2	Mujer D Intento 1	Mujer D Intento 2	Mujer E Intento 1	Mujer E Intento 2
Z1 Ve (rpm)	120	120	60	300	60	60	420	60	360	360
Z1 Ti (seg)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Z2 Ve (rpm)	420	540	600	600	480	360	480	600	480	480
Z2 Ti (seg)	0,75	0,25	0,5	0,75	0,5	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75
Z3 Ve (rpm)	240	240	480	480	240	240	300	420	360	360
Z3 Ti (seg)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Tabla 4

Análisis numérico de la Curva Velocidad del Disco-Tiempo en Mujeres.

Datos	Total		Varones		Mujeres	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Ti Acele (mseg)	17,31	2,75	16,81	3,02	17,80*	2,52
F Máx (N)	37,36	4,71	38,71*	4,07	36,01*	5,12
H asc	41,32	4,72	42,25	4,74	40,39	4,76
Alfa 1 (°)	65,44	3,06	66,97*	2,44	63,90*	2,94
Beta 1 (°)	24,80	3,29	23,52	3,25	26,08	2,94
Ti Rela (mseg)	65,32	32,80	70,88	44,01	59,75	16,27
H desc	75,76	30,99	81,10	41,83	70,41	14,64
Alfa 2 (°)	47,81	6,36	47,10	7,86	48,53	4,75
Beta 2 (°)	42,15	6,39	42,91	7,90	41,40	4,74
Ang sup (°)	71,63	7,37	68,71	6,60	74,55	7,23
F expl (N/s)	219,19	36,53	233,62*	31,79	204,76*	36,66

* Diferencias significativas $p < 0,001$

Tabla 5

Análisis de las Medias y Desviaciones Estándar de la Curva Fuerza-Tiempo.

Datos	Total		Varones		Mujeres	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Z1 Ve (rpm)	222	145,80	252	143,66	186	142,68
Z1 Ti (seg)	0,25	0	0,25	0	0,25	0
Z2 Ve (rpm)	567	100,16	630*	76,15	516*	85,79
Z2 Ti (seg)	0,75	0,21	0,7*	0,15	0,8*	0,25
Z3 Ve (rpm)	390	96,35	444	57,96	336	98,79
Z3 Ti (seg)	2,5	0	2,5	0	2,5	0

* Diferencias significativas $p < 0,001$

Tabla 6

Análisis de las Medias y Desviaciones Estándar de la Curva Velocidad del disco-Tiempo.

Existe una mediocre correlación de Pearson (0,467) y concordancia (0,468), entre la Fuerza Máxima y el Tiempo de Aceleración, siendo estas dos variables independientes y por tanto susceptibles de análisis y entrenamiento independiente. Encontramos una mala correlación (0,307) y concordancia (0,280), entre la Fuerza Máxima y el Ángulo de Aceleración, siendo estas dos variables independientes y por tanto susceptibles de análisis y entrenamiento independiente. No existe una correlación (0,244) ni concordancia (0,006) entre la Fuerza Máxima y la Fuerza Explosiva, siendo estas dos variables independientes y por tanto susceptibles de análisis y entrenamiento independiente. La correlación (0,302) y la concordancia (0,028) es mala entre la Fuerza Máxima y la Velocidad Máxima del Disco, siendo estas dos variables independientes y por tanto susceptibles de análisis y entrenamiento independiente. Existe una moderada y negativa Correlación (-0,673) y concordancia (-0,668) entre el Tiempo de Aceleración y el Ángulo de Aceleración, es decir a mayor Tiempo de Aceleración, menor Ángulo de Aceleración. Existe una correlación de Pearson buena y negativa (-0,724) entre el Tiempo de Aceleración y la Fuerza Explosiva pero la concordancia entre ambas variables es mala (-0,010), es decir a mayor Tiempo de Aceleración, menor Fuerza Explosiva, pero ambas variables no varían en la mismas magnitud. Existe una correlación de Pearson moderada y negativa (-0,510) entre el Tiempo de Aceleración y la Velocidad Máxima pero la concordancia entre ambas variables es mala (-0,028), es decir a mayor Tiempo de

Aceleración, menor Velocidad Máxima, pero ambas variables no cambian en la misma magnitud. Existe una correlación de Pearson mediocre (-0,466) entre el Tiempo de Aceleración y el Punto de Máxima Velocidad, mientras que la concordancia entre ambas variables es mala (-0,063), siendo estas dos variables independientes y por tanto susceptibles de análisis y entrenamiento independiente. Existe una correlación de Pearson muy buena (0,964) entre el Ángulo de Aceleración y la Fuerza Explosiva, sin embargo la concordancia es nula (0,016), es decir a mayor Ángulo de Aceleración, mayor Fuerza Explosiva, pero no hay relación en la magnitud de los cambios existentes entre ambas variables. No existe una correlación (0,088) ni concordancia (0,080) entre el Ángulo de Aceleración y la Hipotenusa Ascendente, siendo estas dos variables independientes y por tanto susceptibles de análisis y entrenamiento independiente. Existe una correlación de Pearson muy buena (0,801) entre el Ángulo de Aceleración y la Velocidad Máxima pero la concordancia es nula (0,048), es decir a mayor Ángulo de Aceleración, mayor Velocidad Máxima, pero ambas variables no varían en la misma magnitud. Existe una buena correlación de Pearson (0,77) entre la Fuerza Explosiva y la Velocidad Máxima pero la concordancia es mediocre (0,396), es decir a mayor Fuerza Explosiva, mayor Velocidad Máxima. No existe una correlación (0,17) ni concordancia (0,001) entre la Fuerza Explosiva y la Hipotenusa Ascendente, siendo estas dos variables independientes y por tanto susceptibles de análisis y entrenamiento independiente.

ETM%	Varón A	Varón B	Varón C	Varón D	Varón E	Mujer A	Mujer B	Mujer C	Mujer D	Mujer E
Ti Ace	3,85	4,15	1,24	1,38	2,61	2,35	7,11	4,89	10,10	1,57
F Máx	7,11	2,16	0,01	0,61	2,61	3,72	4,63	10,84	0,51	0,33
H Ascend	6,60	2,37	0,23	0,63	1,67	2,77	2,87	7,53	1,49	0,01
Alfa 1	1,38	0,95	0,24	0,63	0,75	2,14	3,10	0,69	2,90	0,71
Beta 1	3,99	3,53	7,08	2,11	4,01	5,16	9,11	1,45	7,02	1,79
F explosiv	3,28	2,01	1,24	1,09	5,23	6,05	11,67	6,01	10,60	1,91

Tabla 7

Porcentaje de Error Técnico de Medida (%ETM) Curva Fuerza-Tiempo.

ETM%	Total		Varón		Mujer	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Ti Ace	3,92	2,84	2,64	1,35	5,20	3,50
F Máx	3,25	3,49	2,50	2,79	4,01	4,26
H Ascend	2,67	2,55	2,30	2,54	2,93	2,81
Alfa 1	1,34	1,01	0,79	0,41	1,90	1,15
Beta 1	4,52	2,54	4,14	1,81	4,90	3,31
F explosiv	4,90	3,78	2,57	1,72	7,24	3,94

Tabla 8

► **Análisis del Porcentaje de Error Técnico de Medida (%ETM). Media y desviación estándar.**

Si analizamos el porcentaje del error técnico de medida de la Curva Fuerza Tiempo, observamos en negrita los errores técnicos de medida superiores al 5%. En la *tabla 7* mostramos los errores técnicos de medida individuales observando como este error es mayor en las mujeres que en los varones. Si analizamos los valores medios y la desviación estándar de estos errores (*tabla 8*), vemos como ni globalmente ni en los varones la media de este error es superior al 5%, mientras que en las mujeres el Tiempo de Aceleración y la Fuerza Explosiva obtienen valores superiores a este 5%.

Discusión

Las Curvas Fuerza-Tiempo y Velocidad del Disco-Tiempo si bien están correlacionadas, no siguen una distribución paralela, consiguiéndose a iguales valores de fuerza, distintos valores de eficiencia, y viceversa.

Lógicamente en la Curva Fuerza-Tiempo los mejores resultados se obtendrán cuando el deportista en su evolución desplaza la curva hacia la izquierda y hacia arriba. Obteniendo más fuerza en menos tiempo, y los resultados negativos cuando la curva se desplaza hacia la derecha y abajo, es decir menos fuerza en más tiempo.

La fuerza en bádminton se ha valorado usando test de 1 RM (Colin, McNair y Marshall, 2003), test de Bosco (Colin, McNair y Marshall, 2003), test isométricos (Fahlstrom y Soderman, 2006; Ng y Lam, 2002) y análisis cinemática (Greziros *et al.*, 2006) mediante grabaciones de video, pero ninguno de ellos demuestra la fuerza útil del deportista, según Badillo, ésta es la fuerza realmente útil en el gesto técnico (González Badillo y Ribas, 2002).

Una de las dificultades clásicas de la evaluación de la fuerza en el deporte, se debe a que no nos interesa la cantidad de fuerza que se puede aplicar en las condiciones más favorables (mucho resistencia y mucho tiempo), sino que la fuerza útil para el gesto técnico ha de ser aquella que se aplica en el tiempo que dura el gesto técnico, (lo que en nuestra curva de Fuerza tiempo se denomina tiempo de aceleración). Así en nuestro test hemos detectado que aquellos deportistas que imprimen mas fuerza en menos tiempo, obtiene mejores resultados, que aquellos que logran un pico de fuerza más alto en un tiempo mayor. Por tanto y como clásicamente se ha afirmado, la valoración del pico de fuerza no se ha de realizar aislada, sino asociada el tiempo que se tarda en lograrlo, esta característica propia del gesto técnico hace

que en la valoración cuantitativa del gesto, pierda importancia el valor de la fuerza máxima alcanzada para darle prioridad a la hipotenusa de aceleración y al ángulo de aceleración, que son la resultante de la potencia alcanzada y el tiempo necesario para alcanzarla. En cuanto a la fuerza explosiva según nuestro estudio correspondería a la hipotenusa de aceleración y al ángulo alfa 1, pero en la literatura dicha fuerza que se define como la pendiente de la curva fuerza tiempo se calcula como la relación entre la fuerza máxima expresada en Newton y el tiempo necesario para alcanzarlo. Lógicamente la fuerza útil del gesto técnico va a depender tanto del gesto técnico analizado como del grupo muscular utilizado, en la actualidad hay diseñados test para el análisis del tren inferior como es el caso del Test para el chut de fútbol (Albert Jiménez *et al.*, 2005), y para el tren superior como es el golpeo de bádminton (Blasco Lafarga *et al.*, 2005). Diseñados y pendientes e publicación hay test para voleibol, para baloncesto, para tenis (diferenciando en función del golpeo) y para balonmano.

Fahlstrom (2006) analiza la fuerza isométrica entre ambos brazos sin encontrar diferencias entre jugadores de bádminton con dolor y sin dolor de hombro, estos datos deberían de confirmarse utilizando el test del Atlas para analizar las diferencias de fuerza útil en los hombros dolorosos. Nuestro estudio se ha realizado de manera consecutiva y en el mismo día, debido a que como demostró Edwards (2005) tanto la temperatura como la hora del día condicionan el rendimiento del servicio en jugadores de bádminton.

El test se realiza con el brazo dominante ya que como demuestra Gy (2002) existen diferencias en la fuerza en función del brazo evaluado.

En nuestro estudio se demuestra que existen diferencias significativas en la fuerza útil en función del sexo, más aun cuando en nuestra muestra el nivel deportivo de las mujeres es superior al de los hombres. Dichas diferencias se deben a factores fisiológicos (Pheasant, 1983), ya que como demostró Bebestos (2003) no existen diferencias en la preparación psicológica de los jugadores de bádminton en función del sexo. En nuestra búsqueda en pubmed y en dialnet, no hemos encontrado estudios que comparen la fuerza del bádminton en función del sexo, pero si nos fijamos en los estudios de otras modalidades deportivas observamos como Yerdelen (2006) afirman que estas diferencias se deben a factores biomecánicos y hormonales. Otros autores como Doherty (2001) encuentran diferencias en la masa muscular que explicarían estas diferencias de fuerza en función del sexo, en

esta línea Martel (2006) afirma que los programas de entrenamiento de fuerza tienen diferentes efectos sobre las fibras musculares en función de sexo.

Destacamos que a pesar de ser un gesto técnico de cadena cerrada, el error estándar de las variables analizadas es bajo. Si nos fijamos en la 1 RM (González Badillo y Ribas, 2002) Se ha observado un error estándar de medida (EEM) muy bajo en sentadilla con pesos libres: $EEM < 3 \%$. El EEM en pres de piernas (máquinas) oscilo entre 2 y 9,8 %. El error técnico de la medición de pliegues (Garrido Chamorro, 2006 y Esparza Ros, 1993) aceptado por ISAK es del 5 %. Del calorímetro (Novitsky *et al.*, 1995) Aerosport está estimado entre un 5,96 % y un 9 %.

Bibliografía

- Albert Jiménez, A.; Garrido Chamorro, R. P. y Blasco Lafarga, C. (2005). Test Atlas para Fútbol. *Archivos de medicina del deporte*, volumen XXII N.º 110. Págs. 525-526.
- Bebetsos, E. y Antoniou, P. (1993). Psychological skills of Greek badminton athletes. *Percept Mot Skills*. Dec;97(3 Pt 2):1289-96.
- Blasco Lafarga, C.; Garrido Chamorro, R. P. y Albert Jiménez, A. (2005). Test Atlas para Bádminton. *Archivos de medicina del deporte*, volumen XXII N.º 110. Pág. 525.
- Cronin, J.; McNair, P. J. y Marshall, R. N. (2003). Lunge performance and its determinants. *J Sports Sci*. Jan; 21(1):49-57.
- Doherty, T. J. (2001). The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. Nov;4(6):503-8.
- Edwards, B. J.; Lindsay, K. y Waterhouse J. (2005). Effect of time of day on the accuracy and consistency of the badminton serve. *Ergonomics*. Sep 15-Nov 15;48(11-14):1488-98.
- Esparza Ros, F. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Colección de Monografías de Medicina del Deporte. Pamplona: FEMEDE.
- Fahlstrom, M. y Soderman, K. (2006). Decreased shoulder function and pain common in recreational badminton players. *Scand J Med Sci Sports*. Jun 19.
- Garrido Chamorro, R. P. (2004). *Manual de antropometría*. Sevilla: Ed. Wauncelem
- Garrido Chamorro, R. P.; Blasco Lafarga, C.; Albert Jiménez, A.; Perez Turpin, J. A. y Navlaon, J. (2005). Un nuevo test para medir la fuerza útil en badminton. *Lecturas: Educación física y deportes*, n.º 93 (febrero).
- González Badillo, J. J. y Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
- Greziotis, A. K.; Gissis, I. T.; Sotiropoulos, A. A.; Nikolaidis, D. V. y Souglis, A. G. (2006). Muscle-contraction properties in overarm throwing movements. *J Strength Cond Res*. Feb;20(1):117-23.
- Martel, G. F., Roth, S. M.; Ivey, F. M.; Lemmer, J. T.; Tracy, B. L.; Hurlbut, D. E.; Metter, E. J.; Hurley, B. F. y Rogers, M. A. (2006). Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol*. Mar;91(2):457-64. Epub Jan 11.
- Ng Gabriel, Y. F. y Lam Patrick, C. W. (2002). A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton. *J Orthop Sports Phys Ther*. Aug;32(8):399-404.
- Novitsky, S.; Segal, K. R.; Chatr-Aryamontri, B.; Guvakov, D. y Katch, V. L. (1995). Validity of a new portable indirect calorimeter: the AeroSport TEEM 100. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*.; 70(5):462-7.
- Pheasant, S. T. (1983). Sex differences in strength - some observations on their variability. *Appl Ergon*. Sep;14(3):205-11.
- Yerdelen, D.; Uysal, H., Koc, F. y Sarica, Y. (2006). Effects of sex and age on strength-duration properties. *Clin Neurophysiol*. Sep;117(9):2069-72. Epub Jul 27.