

ANÁLISIS DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN JUDOKAS

Manuel Alonso Cerezuela



8 DE JUNIO DE 2023

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

RESUMEN

Esta investigación consiste en un proceso de evaluación de la fuerza explosiva en judokas. La muestra fueron once judokas de diferentes categorías, masculina o femenina, y diferentes categorías de edad y peso.

El trabajo de investigación se enfocó en analizar la fuerza explosiva de los sujetos y evaluar los resultados obtenidos. Los objetivos principales fueron realizar una evaluación precisa de la fuerza explosiva y analizar los resultados. Los resultados indicaron que los sujetos de mayor categoría de peso y edad demostraron una mayor fuerza explosiva.

La fuerza explosiva se analizó con la ejecución de tres pruebas físicas, y mediante la ayuda de la aplicación móvil “MyJump2”. Estas pruebas físicas eran tres, la primera el salto vertical (Squat jump), donde se media la distancia de vuelo. La siguiente fue una prueba de press banca, donde se media la velocidad de ejecución de las repeticiones, y a través de esta se obtenía la potencia obtenida. Y por último una prueba de sentadillas, donde al igual que en la prueba anterior, se media la velocidad de ejecución de las repeticiones y posteriormente se obtenía la fuerza explosiva realizada.

Como conclusión del estudio, se determinó que se utilizó una metodología adecuada y se realizó un buen análisis de los resultados obtenidos. Sin embargo, se identificaron algunos errores en cuanto a las variables consideradas en el análisis de los resultados. En general, el estudio proporciona información valiosa sobre la relación entre la fuerza explosiva y la edad y el peso de los sujetos evaluados.

INDICE

1. INTRODUCCION	Pág. 1
2. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	Pág. 3
3. OBJETIVOS	Pág. 5
4. MATERIAL Y METODOS	Pág. 7
5. RESULTADOS	Pág. 9
6. DISCUSION	Pág. 13
7. PROPUESTA DE MEJORA	Pág. 19
8. LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO	Pág. 21
9. CONCLUSIONES	Pág. 22
10. ANEXOS	Pág. 24
11. BIBLIOGRAFIA	Pág. 27

1. INTRODUCCION

El judo es un deporte de combate que se originó en Japón a finales del siglo XIX. Se basa en técnicas de agarre, lanzamiento y sumisión, y su práctica puede mejorar la fuerza, la resistencia, la flexibilidad y la coordinación. En este contexto, el entrenamiento de la fuerza explosiva es fundamental para los judokas, ya que les permite realizar movimientos rápidos y potentes durante las competiciones. En este trabajo, se revisarán algunos estudios que abordan el tema de la fuerza explosiva en el contexto del judo.

La literatura científica ha demostrado que el entrenamiento de la fuerza explosiva puede mejorar el rendimiento de los atletas de judo. Por ejemplo, un estudio realizado por Kawamori y cols. (2014) encontró que el entrenamiento de la fuerza explosiva mejoró la capacidad de salto y la fuerza máxima en levantamiento de pesas en judokas de nivel avanzado. Además, otro estudio de Piovesana y cols. (2019) mostró que el entrenamiento de la fuerza explosiva mejoró la velocidad de desplazamiento y el rendimiento en los movimientos de lanzamiento y agarre.

En cuanto a los métodos de entrenamiento de la fuerza explosiva, se ha demostrado que los ejercicios con cargas ligeras y alta velocidad son los más efectivos para mejorar la capacidad de explosividad muscular en los atletas de judo (Piovesana y cols., 2019). Asimismo, el entrenamiento pliométrico, que consiste en realizar saltos y ejercicios de impacto para mejorar la elasticidad y la velocidad de los músculos, también puede ser útil para mejorar la fuerza explosiva en judokas (Kawamori y cols., 2014).

La sentadilla es un ejercicio ampliamente utilizado para mejorar la fuerza explosiva en los miembros inferiores. En un estudio de Wilson et al. (2012), se encontró que la

realización de sentadillas profundas con una carga del 70% del 1RM mejoró significativamente la potencia máxima y la velocidad en atletas de judo. Por otro lado, en un estudio de Pereira et al. (2016), se encontró que la realización de sentadillas con una carga del 85% del 1RM mejoró significativamente la velocidad de sprint en atletas de judo.

El press de pecho es un ejercicio popular para mejorar la fuerza explosiva en la parte superior del cuerpo. En un estudio de Sánchez-Moreno et al. (2019), se encontró que la realización de press de pecho con una carga del 70% del 1RM mejoró significativamente la potencia máxima en atletas de judo. Además, en un estudio de Tsiokanos et al. (2018), se encontró que la realización de press de pecho con una carga del 75% del 1RM mejoró significativamente la fuerza explosiva en la parte superior del cuerpo en atletas de judo.

El salto vertical es un ejercicio que involucra tanto los miembros inferiores como la parte superior del cuerpo, por lo que es ideal para mejorar la fuerza explosiva en ambos. En un estudio de Granados et al. (2016), se encontró que la realización de saltos verticales mejoró significativamente la potencia máxima y la velocidad en atletas de judo.

Este estudio se realizará en el Club Judo Binefar, donde se evaluará la fuerza explosiva de algunos judokas, de diferentes categorías de edad y de peso.

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Hablar de la importancia de la fuerza explosiva en el judo

La fuerza explosiva es una capacidad física fundamental en el deporte del judo, ya que permite a los judocas realizar movimientos rápidos y potentes durante los combates.

Según algunos autores, la fuerza explosiva o potencia se define como la capacidad de generar una gran cantidad de fuerza en un corto periodo de tiempo (Chiu & Schilling, 2005; Stone et al., 2005). Esta capacidad se relaciona con la velocidad de contracción muscular y la capacidad de reclutar rápidamente las fibras musculares de contracción rápida (González-Badillo & Gorostiaga, 2010).

En el judo, la fuerza explosiva es utilizada en movimientos como el ippon seoi nage, el uchi mata o el harai goshi, entre otros. Estos movimientos requieren de una gran cantidad de fuerza en un corto periodo de tiempo para poder lanzar al oponente al suelo y conseguir puntos en el combate.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar los niveles de fuerza explosiva de los sujetos evaluados, para ver cuáles son sus niveles y ver si se pueden aumentar, con el fin de obtener un aumento de rendimiento posterior.

Este estudio puede aportar al Club Judo Binefar información acerca de sus judokas, cuáles son sus niveles de fuerza explosiva en los diferentes ejercicios y saber en qué tienen que mejorar estos judokas para tener unos mejores niveles de fuerza explosiva.

La relevancia que puede tener este estudio está limitada a la carrera profesional del investigado como licenciado en el grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Ya que sirve como iniciación en los procesos de investigación y evaluación de un parámetro físico, que se puede seguir desarrollando más adelante, o comenzar nuevas investigaciones.

Este estudio puede generar algunos beneficios a los judokas evaluados y a su entrenador, ya que, gracias a estos análisis, se puede apreciar en qué tipos de trabajo son más eficientes los sujetos y en qué tipos de trabajo son menos eficientes, para saber qué tipos de trabajo deben realizar con el fin de aumentar su fuerza explosiva.

Además de esto, también genera beneficios al investigador, ya que permite aumentar sus conocimientos en el ámbito de la evaluación de la fuerza explosiva y la investigación, aparte de introducirse en el ámbito deportivo profesional.

Estudios previos sobre la fuerza explosiva

La fuerza explosiva es una capacidad esencial en el deporte del judo, ya que permite a los atletas realizar movimientos rápidos y potentes durante los combates. Varios estudios científicos han investigado la relación entre la fuerza explosiva y el rendimiento en judo.

Un estudio de Fernandes Monteiro (2016) comparó los indicadores de fuerza explosiva, potencia y resistencia a la fuerza explosiva en judokas de élite y sub-élite. Los resultados indicaron que los judokas de élite tenían una mayor fuerza explosiva y potencia que los sub-élite, lo que sugiere que la fuerza explosiva es un factor importante en el rendimiento en judo.

Otro estudio de Carratalá, Pablos y Carqués (2008) evaluó la fuerza explosiva y elástico-explosiva en judokas infantiles y cadetes del equipo nacional español. Los resultados mostraron que los judokas con mayor nivel de rendimiento tenían una mayor fuerza explosiva y elástico-explosiva que los judokas de menor nivel, lo que sugiere que el entrenamiento de la fuerza explosiva puede mejorar el rendimiento en judo.

Además, autores como Mesa y Becali (2017) han recomendado el desarrollo de la fuerza rápida y la fuerza explosiva en la preparación física general y especial de los judokas de categorías de edad temprana3.

En conclusión, la fuerza explosiva es una capacidad física importante en el judo, y varios estudios científicos han demostrado su relación con el rendimiento en este deporte. El entrenamiento de la fuerza explosiva puede mejorar el rendimiento en judo, especialmente en judokas de mayor nivel.

El estudio es totalmente viable, ya que el Club Judo Binefar ha dado todas las facilidades posibles para poder realizar la investigación allí, ya que el investigador principal es miembro de este club, por lo que se pudo llevar a cabo sin problema. El material usado estaba en las instalaciones del club y el único gasto que se ha producido ha sido la compra de la aplicación móvil.

Por lo tanto, es una investigación sencilla y fácil de hacer y totalmente viable de realizar.

3. OBJETIVOS

- Analizar y comprender la investigación de la fuerza explosiva.

El objetivo principal de la investigación es conocer el proceso de una evaluación de la fuerza explosiva, revisando la bibliografía existente y adquirir un conocimiento sólido sobre el área de estudio en cuestión.

- Comprobar si existe algún tipo de relación entre la fuerza explosiva y las diferentes categorías de judo, tanto de peso como de edad.

Al ver los resultados se analizarán para ver si existe una relación entre la fuerza explosiva y las diferentes categorías a evaluar o son dos cosas totalmente independientes.

- Elaborar una correcta metodología para un buen análisis de la fuerza explosiva.

Llevar a cabo una metodología correcta para un buen análisis de la fuerza explosiva, siguiendo la bibliografía existente con el fin de obtener unos buenos resultados en la investigación.

- Recopilar los datos necesarios para un correcto análisis de la fuerza explosiva.

Recoger los datos de todas las pruebas para así poder establecer las variables correctas de la fuerza explosiva en cada uno de los sujetos evaluados, tanto en el tren inferior como en el tren superior.

- Analizar los datos obtenidos por las pruebas y extraer conclusiones.

Los datos obtenidos tras las pruebas se comparan con el fin de analizar la fuerza explosiva en las diferentes pruebas realizadas. A partir de esto se sacan conclusiones sobre cómo mejorar esta fuerza explosiva en el tren superior e inferior.

- Comparar los datos entre todos los sujetos.

Los resultados de las pruebas de cada sujeto se comparan entre sí para observar las diferencias entre cada sujeto y establecer relaciones entre los resultados obtenidos y los datos de edad, categoría de peso, etc.

4. MATERIAL Y METODOS

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que esta fundamentalmente un análisis de los resultados de unas pruebas físicas en las cuales se analiza la fuerza explosiva de diferentes sujetos practicantes de judo.

En cuando la descripción este estudio, se trata de un diseño experimental, de caso transversal, donde se analizará la fuerza explosiva en un momento específico para obtener los resultados en el momento de la evaluación. La estructura del estudio trata de una pequeña encuesta inicial a los participantes para conocer sus categorías de edad y peso, seguido de tres pruebas físicas para evaluar la fuerza explosiva: Press de banca, sentadillas y salto vertical, squat jump. Se analiza a un total de once participantes, practicantes de judo. Esto permite lograr uno de los objetivos principales del estudio, analizar la fuerza explosiva en judokas.

La población y muestra, como hemos dicho anteriormente, son practicantes de judo de diferentes categorías de edad y peso, con el fin de analizar y comparar la fuerza explosiva de estos sujetos. La muestra de este estudio se seleccionó en base a los objetivos del estudio. Como queríamos comparar la fuerza explosiva en diferentes judokas se intentó evaluar a judokas de diferentes categorías de edad y peso. El criterio principal del estudio era que fueran practicantes habituales de judo, y a partir de ahí fuimos seleccionando los sujetos que iban a realizar las pruebas.

Para la recopilación de datos se usaron dos herramientas principales. La primera fue un cuestionario muy simple que, hacia el investigador a los sujetos a modo de entrevista, donde se les preguntaba sobre la categoría de edad y categoría de peso en judo. Después de esto se comenzaban a realizar las pruebas. La segunda herramienta utilizada fue la aplicación “MyJump 2” con la cual se realizaron las mediciones de velocidad de las

pruebas de press banca y sentadillas, y se halló la altura de la prueba de salto vertical en squat jump. “MyJump2” es una aplicación científicamente desarrollada que utiliza la cámara de alta velocidad de un dispositivo móvil para grabar videos en cámara lenta de los saltos de un sujeto. La aplicación proporciona información avanzada sobre los saltos del usuario, incluyendo su altura, tiempo de vuelo, velocidad, fuerza, potencia y tiempo de contacto. Además, registra el movimiento del usuario durante la ejecución del ejercicio y, a partir de ahí, calcula la velocidad de ejecución en tiempo real. Una vez recogidos estos datos se pasaron a una hoja de cálculo Exel para llevar a cabo su análisis.

Una vez los datos estaban en la hoja de cálculo se llevó a cabo el análisis de estos. Lo primero fue averiguar la fuerza explosiva de los ejercicios de press banca y sentadilla, en los cuales tenemos que establecer una relación entre la velocidad de ejecución (m/s) y la fuerza (kg) usada para obtener la potencia o fuerza explosiva que hace el sujeto en cada repetición. En el ejercicio de salto vertical lo que evaluaremos es la altura de salto, y con esta determinaremos cual de todos tiene una fuerza explosiva mayor. Una vez obtenidos todos los resultados de la potencia ejercida se hacen unos gráficos para la comparación de todos los sujetos.

En cuanto a las consideraciones éticas del estudio, se llevó a cabo una obtención de un consentimiento informado de todos los sujetos previa a la realización de las pruebas, una aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA), además de una aprobación de protección de datos s través de UNIZAR. En este estudio quedan descartados los conflictos de interés, ya que los resultados se usarán únicamente para la realización de este estudio.

5. RESULTADOS

Los resultados de las pruebas se apuntaron en un documento Excel, a través del cual se llevaron a cabo las ecuaciones para obtener los diferentes parámetros de la fuerza explosiva.

En este documento se indican diferentes variables según la prueba. En la prueba de salto vertical, únicamente se apuntó la altura de salto, ya que esta es directamente proporcional a la fuerza ejercida en el salto, cuanta más altura, mayor fuerza ejercida. Luego esta altura se relacionará con las características físicas de los judokas para establecer relación con la fuerza explosiva.

Por otro lado, en las pruebas de press de banca y sentadillas, se apuntó la carga con la que se realizaron todas las series, y la velocidad de ejecución de las repeticiones. Para así, a través de esta fórmula:

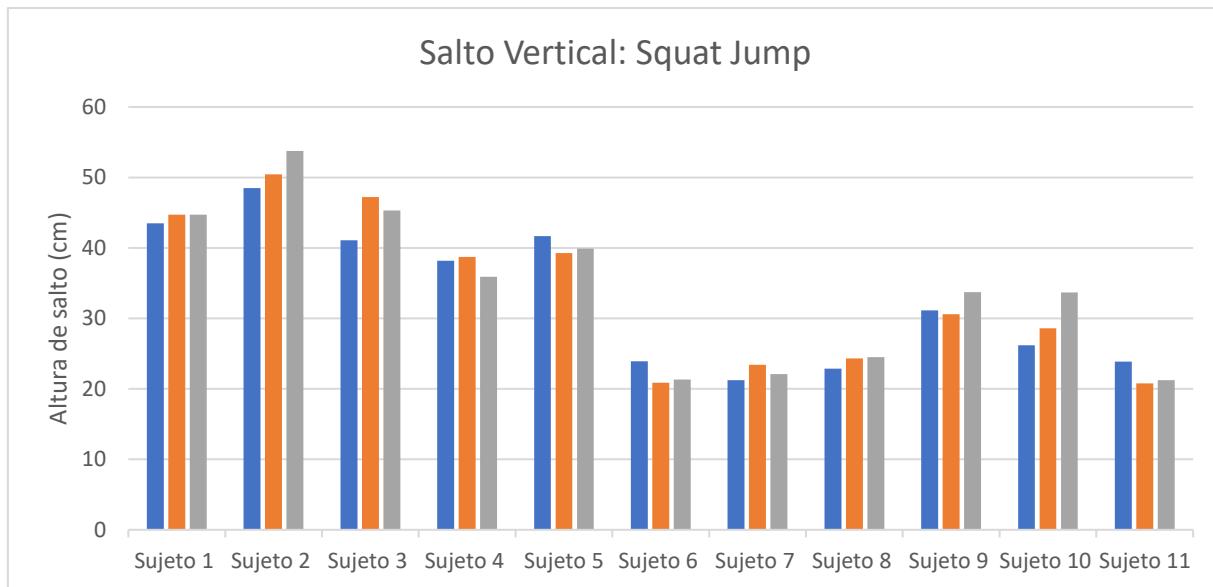
$$\text{Potencia} = \text{Fuerza} \times \text{Velocidad}$$

Podemos obtener la potencia o fuerza explosiva que se ha obtenido en cada repetición de ambos ejercicios.

Salto vertical

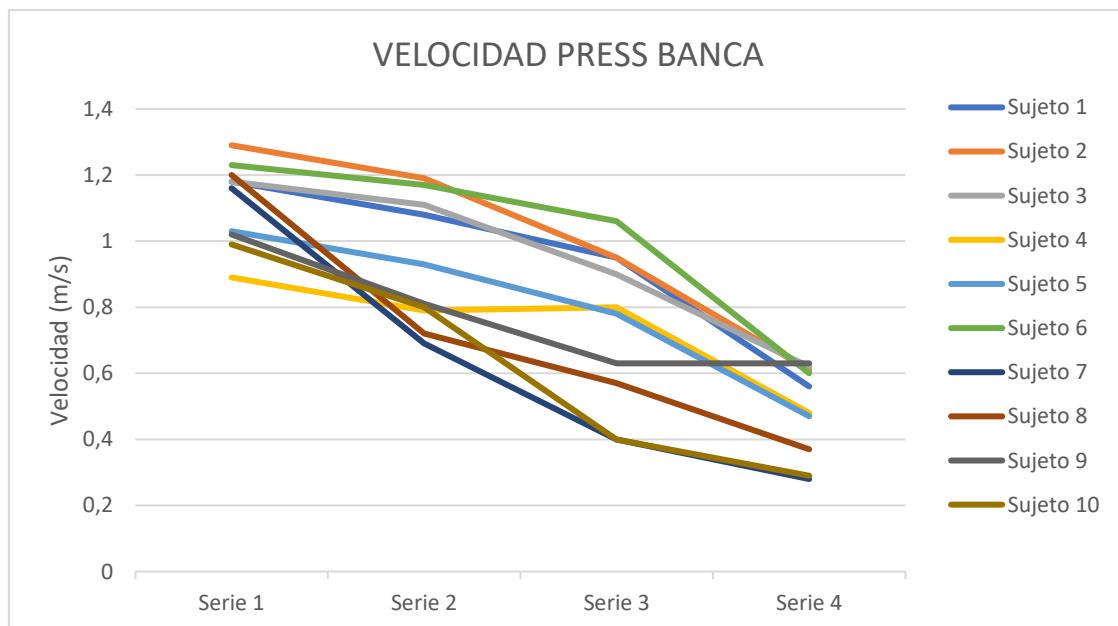
En primer lugar, se realizó la prueba de salto vertical. Cada sujeto realizó tres saltos seguidos, en los que se media la altura de vuelo en centímetros.

Como se puede apreciar el sujeto que obtiene una mayor altura de salto es el sujeto 2, con una altura de 53,75 centímetros, en su tercer salto. Mientras que el sujeto que menor altura de salto obtuvo fue el sujeto 11 con 20,76 centímetros en su segundo salto.



Press de banca

En la siguiente prueba, que fue la de press de banca, vamos a ver en diferentes graficas la velocidad obtenida por los sujetos en las cuatro series, y en otra grafica la relación de la velocidad y la fuerza, es decir la fuerza explosiva.

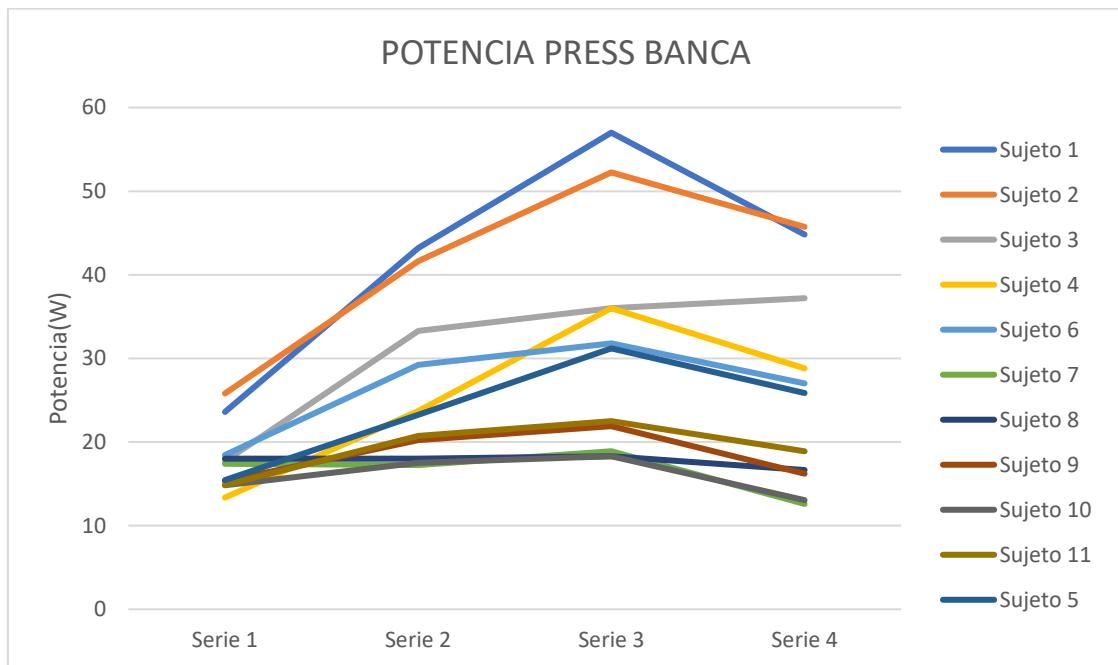


Aquí se puede apreciar como la velocidad de ejecución de todos los sujetos va disminuyendo a medida que se realizan las series, ya que las cargas movidas van en

aumento según se realizan las series, la fuerza que hay que ejercer es mayor y por tanto la velocidad disminuye.

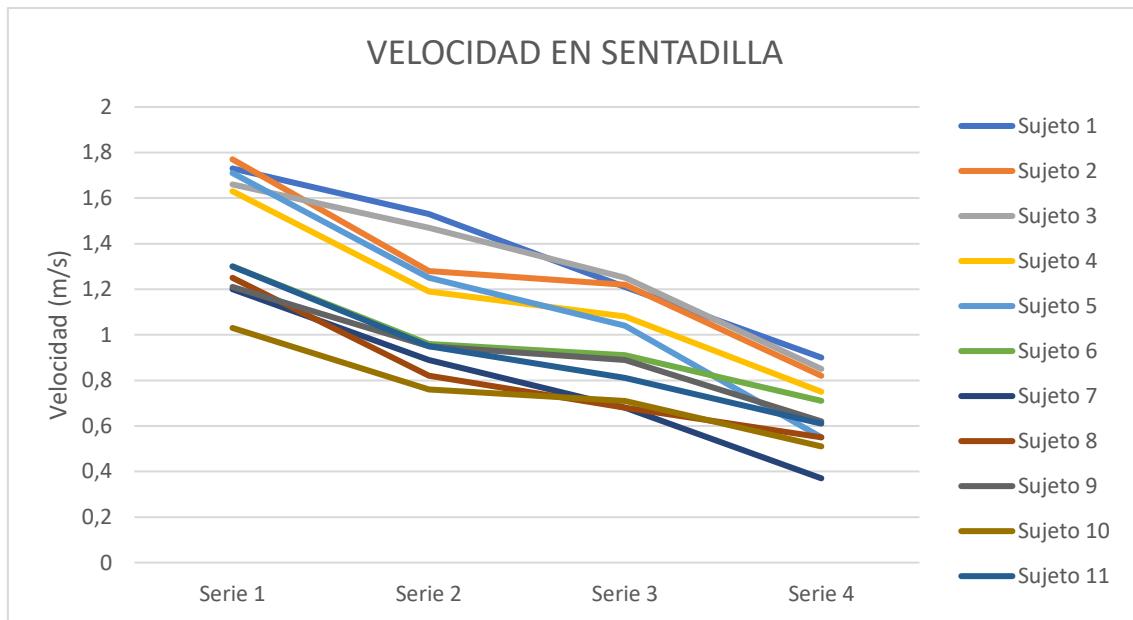
A continuación, se muestran las curvas de potencia, que son la relación entre la fuerza ejercida por el sujeto y la velocidad de ejecución del movimiento.

Como se puede ver las curvas tienen forma de campana, ya que la fuerza explosiva se da en niveles más elevados con cargas medias, según Häkkinen (2017), en un estudio realizado, la fuerza explosiva tenía un considerable aumento entre el 30 y 60% de 1RM, por lo que como en las series se aumenta progresivamente la carga, los valores más altos de la fuerza explosiva se dan en las series se suelen dar en la serie número 3.



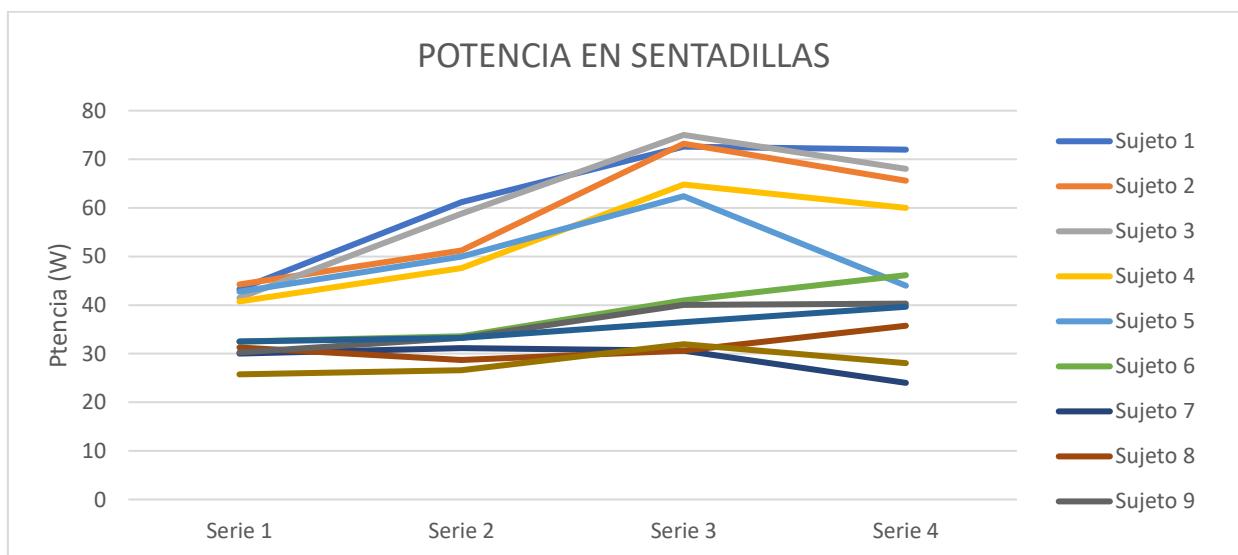
Sentadilla

Para esta prueba se llevó a cabo el mismo procedimiento que con la prueba de press de banca. Primero se evaluaron los resultados únicamente de la velocidad de ejecución.



Se ve como la velocidad de ejecución disminuye a medida que van aumentando las cargas, al igual que ocurría en el ejercicio de press de banca.

Por otro lado, en cuanto a la fuerza explosiva, también se pueden apreciar esas curvas con forma de campana, donde en la mayoría de los sujetos sale esta curva a la perfección, mientras que otros salen una línea ascendente, lo cual nos indica que se tendrían que haber realizado series con una carga mayor para así ver cuando descienden los niveles de fuerza explosiva.



6. DISCUSION

En el apartado de la discusión se va a realizar un análisis de los resultados, relacionándolos con los datos de cada sujeto para intentar establecer una argumentación lógica de porque se han obtenido estos resultados.

En la primera prueba de salto vertical podemos ver como los que más altura consiguen en los tres saltos son los judokas de categoría masculina, de más edad y de categorías de peso más altas.

Por otro lado, en la prueba de press banca las velocidades más altas también las obtienen los judokas de más edad y más categoría de peso, aunque también consiguen velocidades altas alguna judoka de categoría femenina y de menor edad.

Por último, en las sentadillas, se diferencian dos grupos, al igual que en la primera prueba, pero al final, cuando se aumenta la carga, la velocidad de todos los sujetos se iguala.

Salto vertical

En cuanto a los resultados del salto vertical, se ordenan a los sujetos por orden de realización de los saltos, anotando la altura de salto obtenida en los tres saltos realizados por los sujetos.

En cuanto a los saltos más bajos, podemos ver que son los realizados por el sujeto 6, sujeto 7 y sujeto 11. Con unas alturas medias de 22 cm; 22,3 cm; y 22cm, respectivamente. Estos sujetos son de edades variadas, entre 18 y 14 años, y de categorías de peso variadas, pero todos estos sujetos eran de género femenino.

Por otro lado, los saltos más altos obtenidos en la prueba corresponden al sujeto 2 (50,9 cm), al sujeto 3 (44,5cm) y al sujeto 1 (44,3 cm). Estos sujetos son todos de género masculino, y de edades superiores o iguales a los demás participantes de la prueba, al igual que las categorías de peso, ya que son de los más pesados del estudio.

Con estos resultados podemos deducir que los atletas de género masculino, a pesar de tener un peso corporal mayor, disponen de una fuerza explosiva en el salto vertical superior al resto de participantes, principalmente por dos factores, el peso y la edad.

El peso ya que al ser mayor categoría de peso disponen de una mayor masa muscular en relación con el resto de los participantes, y la edad influye el desarrollo corporal de los sujetos, porque los sujetos más mayores están más desarrollados corporalmente que los demás.

Press de banca

En la prueba de press de banca ya nos aparecen dos graficas de datos, la primera refleja la velocidad obtenida por los sujetos en cada serie realizada. Y la otra nos indica la potencia obtenida en estas series, que como se ha explicado anteriormente, esta es la relación entre la fuerza y la velocidad de cada serie realizada por los sujetos.

En la primera gráfica, donde se habla de la velocidad de ejecución, se puede apreciar como la velocidad de todos los sujetos disminuye a medida que se hacen las series, esto es totalmente lógico ya que a medida que se van realizando las series, la carga que mueve el sujeto va en aumento. Por lo que es normal que esta velocidad disminuya.

Se diferencian dos tipos de curvas de velocidad, la primera en la que pierden la velocidad en la serie número 2, como los sujetos 7 y 8. Y los que mantienen más la

velocidad de ejecución, y retrasan esta caída hasta la tercera serie, como el sujeto número 6.

Los sujetos que realizaron las repeticiones más lentas con cargas bajas fue el sujeto número 4, que, a pesar de su categoría de peso, relativamente alta (-66 kg) y su edad (16 años), fue el sujeto que más lento realizó esta serie. Mientras que, con cargas altas, los sujetos más lentos fueron los sujetos 7 y 10, con las edades (14 años) y pesos (-57 y -50 kg) más bajos del estudio.

Por otro lado, las repeticiones más rápidas fueron logradas por el sujeto 2 (18 años, -66 kg), con cargas bajas. Y el sujeto 3 (20 años, -81 kg) con cargas más altas. Lo cual se puede deber porque estos eran los sujetos con más edad y mayores categorías de peso del estudio.

Un aspecto que destacar es la curva de velocidad del sujeto 4, la cual no desciende a medida que pasan las series, sino que entre la serie 2 y 3 la velocidad de ejecución se aumenta en vez de disminuir como ocurre en el resto de los sujetos. Esto se puede deber a que la serie número 2 no la realizó a máxima velocidad.

Con relación a la potencia, la segunda grafica del apartado de press de banca. Se diferencian diferentes tipos de curvas de fuerza explosiva. En primer lugar, hay que destacar al sujeto 2, ya que es el que tiene el nivel de fuerza explosiva máxima, ya que su pico en la serie numero 3 es el mayor de todos los sujetos. Esto se puede deber a que es el sujeto con mas edad de todo el estudio y también de la categoría de peso mas grande de todos los participantes.

En la grafica del sujeto numero 2, se puede ver como es el que mas potencia con cargas bajas tiene, pero a medida que se van aumentando las cargas, el sujeto 1 le supera.

La potencia del sujeto 4 se puede ver que no es muy elevada con cargas bajas, ya que es la mas inferior de todas. Solo cuando se aumentan las cargas va superando al resto de los participantes. Lo cual es un indicador de que necesita realizar trabajo de fuerza explosiva con cargas bajas.

Los resultados del sujeto 3 están incompletos, ya que no hay un pico de fuerza explosiva máxima, por lo que deberíamos aumentar la carga en las pruebas para obtener una curva completa.

Los sujetos 7, 8, 9, 10 y 11 tienen una curva de fuerza explosiva casi inexistente, es decir, no hacen la campana característica como podemos apreciar en otros sujetos. Por lo que deben trabajar la fuerza con cargas medias, para así aumentar su fuerza explosiva. Además, los datos de la grafica nos indican que su fuerza explosiva es muy poca con relación al resto de los participantes, debido a que todos estos sujetos son los que tienen las edades y categorías de peso mas inferiores, tanto masculinos como femeninos.

Sentadillas

En la prueba de sentadillas ocurre lo mismo que en la prueba de press de banca, que a medida que se va aumentando la carga en las diferentes series, la velocidad de ejecución del movimiento de los sujetos es menor.

En la primera gráfica, donde se refleja la velocidad de ejecución de las diferentes series, se puede ver que el sujeto más rápido con cargas bajas es el sujeto 2, y con cargas altas el sujeto, ambos de edades y pesos altos, con respecto al resto de sujetos. Los sujetos que realizaron las series con una velocidad mas baja fueron, con cargas bajas el sujeto 10, de género masculino, edad más baja (14 años) y categoría de peso más baja del estudio (-50 kg). Mientras que, con cargas altas, el sujeto que logró una menor

velocidad fue el sujeto 11, de edad alta con respecto al resto de participantes (18 años) y categoría de peso también alta (-57), en la categoría femenina.

En las series realizadas con cargas bajas, se pueden apreciar claramente dos grupos diferenciados en cuanto a la velocidad de ejecución, un grupo que realiza las repeticiones a una velocidad mayor, y otro que las hace mas lentas. El grupo más veloz, este compuesto por los sujetos más mayores y de más categoría de peso del estudio.

Mientras que a medida que se van aumentando las cargas, aunque estas no sean iguales para todos los sujetos, las velocidades de ejecución se igualan y se agrupan todas juntas en la gráfica, en la serie numero 4. Lo cual nos indica que, con cargas altas, relativas al peso de los sujetos, no hay tanta diferencia entre la velocidad de ejecución de las series.

En la curva de velocidad del sujeto número 2, se puede apreciar que tiene un descenso de velocidad muy brusco en la segunda serie, y que en la tercera recupera esta velocidad, haciendo prácticamente el mismo tiempo, pero con una carga superior. Esto nos indica que la serie numero 2 no la ha hecho a la máxima velocidad posible.

Pasamos a la otra gráfica, la cual refleja la curva de fuerza explosiva a lo largo de todas las series realizadas por los sujetos. Esta curva tiene las mismas características que la curva de fuerza explosiva del ejercicio de press de banca, la mayor fuerza explosiva se obtiene con cargas medias, por lo que la curva tendrá una forma de campana.

La potencia máxima es obtenida por el sujeto numero 3 en la tercera serie, uno de los participantes de la categoría de peso más alta (-81 kg), pero no de los de mayor edad (16 años).

En aspectos generales, se pueden apreciar dos grupos diferenciados, unos con la fuerza explosiva muy elevada, donde se encuentran los sujetos de mayor edad y categoría de

peso, todos de genero masculino. Y otro grupo donde se agrupan los sujetos de géneros masculino y femenino, pero de menor edad y categoría de peso.

En las curvas de los sujetos 2, 4 y 5, se puede apreciar que tienen poco aumento en la serie numero 2, lo cual nos indica que tienen que trabajar mas la fuerza explosiva con cargas bajas-medias, para aumentar estos valores.

Por otro lado, el sujeto número 5, desciende muy bruscamente su nivel de fuerza explosiva en la serie numero 4, lo cual nos indica que tiene un déficit muy alto de fuerza explosiva con cargas altas, por lo que debe trabajar este aspecto.

En la curva de potencia de los sujetos 6, 7 y 8, no se observa un pico de potencia máximo, por lo que se deben realizar mas pruebas con cargas más altas para así obtener un pico de fuerza explosiva máxima.

Los resultados del sujeto 9 reflejan que en las series 3 y 4 mantiene la potencia ejercida, esto nos indica que la potencia va en decadencia, ya que en un caso hipotético donde se realizara una serie mas aumentando la carga, la fuerza explosiva se volvería a mantener o a disminuir, ya que, si en la serie anterior no ha aumentado, con más carga, tampoco lo hará, ya que la fuerza explosiva máxima se da con cargas medias.

Por último, los sujetos 8, 10 y 11 tienen una curva de potencia casi inexistente, ya que no se puede diferenciar casi donde esta el pico de potencia, y la gráfica describe una curva muy sutil. Para mejorar estos valores, a demás de aumentar el trabajo con sobrecargas, se debe incentivar el trabajo con cargas medias para lograr un aumento de la fuerza explosiva.

Como resumen de la discusión de los resultados, podemos decir que se aprecian dos grupos bastante diferenciados según los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas. Un grupo con una mayor fuerza explosiva en las pruebas, donde se agrupan los sujetos con una edad mayor, entre 16 y 20 años, y categorías de peso más altas, -66 kg, -73 kg y -81 kg. Por otro lado, se encuentra un grupo con unos niveles de fuerza explosiva menores, debido a su menor edad, entre 14 y 18 años, y sus menores categorías de peso, -48 kg, -50 kg, -57 kg, -60 kg y -63 kg. Estas diferencias se vienen dadas por la diferencia de edad, que producen una diferencia de desarrollo corporal entre los sujetos que participaron en el estudio, y la diferencia de peso, que en la mayoría de los casos supone una diferencia de masa muscular, lo cual se traduce en una diferencia de fuerza.

Con respecto a los resultados obtenidos, hay estudios anteriores en los que se determina que un mayor peso corporal está correlacionado con la fuerza explosiva, ya que los sujetos más pesados poseen generalmente una mayor fuerza explosiva (Chiu, 2005). Al igual que ocurre en nuestro estudio, donde los sujetos más pesados obtienen los valores más elevados de fuerza explosiva.

7. PROPUESTAS DE MEJORA

En este apartado, vamos a indicar los trabajos que deber realizar los sujetos para intentar mejorar los aspectos que generan deficiencia en los valores de fuerza explosiva, a través de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas.

Se le da mayor importancia a las pruebas de sentadilla y press de banca, ya que son las que tienen el mayor número de variables sobre la cantidad de carga. Ya que las

propuestas de trabajo para mejorar el salto vertical, fuerza explosiva con autocargas, son para todos iguales, como por ejemplo trabajo pliométrico.

Por lo que a continuación se va a indicar el tipo de trabajo mas adecuado para cada sujeto, en función de los resultados.

	Press banca	Sentadillas
Sujeto 1	cargas bajas	cargas bajas-medias
Sujeto 2	cargas bajas	cargas bajas-medias
Sujeto 3	cargas altas	cargas bajas-medias
Sujeto 4	cargas medias-altas	cargas bajas-medias
Sujeto 5	cargas medias-altas	cargas altas
Sujeto 6	cargas medias	cargas medias-altas
Sujeto 7	cargas medias	cargas medias-altas
Sujeto 8	cargas medias	cargas medias
Sujeto 9	cargas medias	cargas medias
Sujeto 10	cargas medias	cargas medias
Sujeto 11	cargas medias	cargas medias

Siguiendo estos tipos de entrenamiento de fuerza explosiva con las cargas indicadas en la tabla, se intentará aumentar los niveles de potencia evaluados en todos los sujetos que han participado en las pruebas.

8. LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO

En este apartado se van a tratar las limitaciones y fortalezas del estudio, donde se hablarán de aspectos positivos y negativos de la investigación, además de los problemas que han ido surgiendo a medida que esta se llevaba a cabo.

Para comenzar vamos a abarcar las limitaciones que se han encontrado en este estudio.

En primer lugar, el tamaño de la muestra, ya que este es muy reducido, solamente 11 participantes, lo cual genera que los resultados no puedan ser generalizables a la población hacia la que va dirigida el estudio, es decir, los judokas. Además, tener tan poca muestra genera que haya muchos casos concretos y no se pueda generalizar de una forma correcta. Otro aspecto que se puede incluir en la limitación del estudio es la aparición de variables que no se han contemplado durante el estudio, como la experiencia previa en el trabajo con sobrecargas o el estado de forma física, ya que muchos de los sujetos no tenían mucha experiencia trabajando con sobrecargas debido a su corto periodo en el ámbito del alto rendimiento. Por último, un factor limitante que apareció en el estudio fue un mal diseño de estudio para algunos de los participantes, ya que no se llegaron a lograr los picos de potencia máximos en algunos sujetos, por no elevar la carga de las series lo suficiente, por que los propios sujetos decían que no eran capaces de hacerlo. También hay que destacar la falta de motivación de algunos participantes, ya que se especificó que era necesario hacer las pruebas a máxima velocidad, pero algunos de ellos no lo hicieron así.

Por el lado contrario, hablando de las fortalezas del estudio, el diseño del estudio ha estado bien planteado, salvo algunas excepciones, se han logrado los objetivos de analizar la fuerza explosiva de los sujetos y determinar los trabajos necesarios para incrementar esta capacidad física. La selección de participantes también ha sido una fortaleza, ya que se han realizado las pruebas con sujetos que representan a diferentes partes de la población objetivo, aunque no a todos. El uso de medidas objetivas como la fuerza, velocidad o potencia mejora la precisión y fiabilidad de los resultados. Y por último también un correcto análisis estadístico de los resultados, donde se analizan rigurosamente los datos.

9. CONCLUSIONES

Gracias a este estudio se han podido obtener los resultados de las tres pruebas de todos los sujetos evaluados, a partir de los cuales se ha deducido que la fuerza explosiva era mayor en los sujetos más desarrollados, en términos de edad, más mayores, y en los sujetos más pesados, ya que estos tienen mayor porcentaje de masa muscular y pueden ejercer más fuerza. También a partir de los resultados se han establecido los tipos de entrenamientos necesarios para cada sujeto, con el fin de aumentar los niveles de fuerza explosiva.

Los objetivos plateados al inicio del estudio han sido completados en su totalidad, ya que esta investigación se centraba en elaborar una correcta metodología de análisis de la fuerza explosiva, obtener los datos de una forma correcta y analizar y comparar los resultados obtenidos de todos los sujetos. Esta investigación concuerda con otra ya realizadas sobre el mismo tema, en las que se dice que los sujetos con mayor peso suelen tener unos niveles de potencia mayores que el resto.

Las aplicaciones prácticas de esta investigación pueden ser muy útiles para la entidad colaboradora, el Club de Judo Binefar, ya que pueden usar los resultados para la reorientación del entrenamiento de todos los sujetos evaluados. Además de ser una investigación relevante en la carrera profesional del investigador principal, Manuel Alonso, ya que marca un inicio en su carrera de investigación deportiva.

Durante la investigación han surgido algunas problemáticas, a partir de las cuales se pueden establecer algunas recomendaciones para siguientes estudios, como el aumento de cargas en función de los resultados, no de las palabras de los examinados, y si es necesario, realizar más series de las establecidas en el protocolo inicial para obtener los

datos necesarios. Además de contar con otras variables, como la experiencia en el trabajo con sobrecargas.

Como conclusión este estudio ha servido de inicio a una nueva etapa en la carrera profesional del investigador principal, y ha sido una experiencia muy satisfactoria y llena de aprendizaje y ganas de seguir adquiriendo conocimientos. Además de cumplir con los objetivos establecidos al inicio del estudio, donde se decía que el fin de investigación era la correcta realización de una metodología de análisis, y un correcto análisis de los datos.

10. ANEXOS

- **Tabla con los resultados de las encuestas realizadas**

	Edad	Categoría	Genero	Categoría de peso
Sujeto 1	20	Junior	MASCULINO	-81
Sujeto 2	18	junior	MASCULINO	-66
Sujeto 3	17	cadete	MASCULINO	-81
Sujeto 4	16	cadete	MASCULINO	-66
Sujeto 5	16	cadete	MASCULINO	-73
Sujeto 6	17	junior	FEMENINO	-63
Sujeto 7	14	infantil	FEMENINO	-57
Sujeto 8	14	infantil	FEMENINO	-48
Sujeto 9	14	infantil	MASCULINO	-60
Sujeto 10	14	infantil	MASCULINO	-50
Sujeto 11	18	junior	FEMENINO	-57

- **Resultados de la prueba de salto vertical**

	Salto Vertical: Squat Jump (cm)			Media
	Salto 1	Salto 2	Salto 3	
Sujeto 1	43,47	44,7	44,7	44,3
Sujeto 2	48,48	50,42	53,75	50,9
Sujeto 3	41,07	47,2	45,32	44,5
Sujeto 4	38,17	38,74	35,92	37,6
Sujeto 5	41,67	39,26	39,9	40,3
Sujeto 6	23,9	20,86	21,34	22,0
Sujeto 7	21,25	23,43	22,11	22,3
Sujeto 8	22,88	24,33	24,5	23,9
Sujeto 9	31,12	30,61	33,74	31,8
Sujeto 10	26,18	28,6	33,7	29,5
Sujeto 11	23,88	20,76	21,25	22,0

- Resultados prueba press banca

	Serie 1			Serie 2			Serie 3			Serie 4		
	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)
Sujeto 1	20	1,18	23,6	40	1,08	43,2	60	0,95	57	80	0,56	44,8
Sujeto 2	20	1,29	25,8	35	1,19	41,65	55	0,95	52,25	75	0,61	45,75
Sujeto 3	15	1,18	17,7	30	1,11	33,3	40	0,9	36	60	0,62	37,2
Sujeto 4	15	0,89	13,35	30	0,79	23,7	45	0,8	36	60	0,48	28,8
Sujeto 5	15	1,03	15,45	25	0,93	23,25	40	0,78	31,2	55	0,47	25,85
Sujeto 6	15	1,23	18,45	25	1,17	29,25	30	1,06	31,8	45	0,6	27
Sujeto 7	15	1,16	17,4	25	0,69	17,25	30	0,63	18,9	45	0,28	12,6
Sujeto 8	15	1,2	18	25	0,72	18	30	0,61	18,3	45	0,37	16,65
Sujeto 9	15	1,02	15,3	25	0,81	20,25	30	0,73	21,9	45	0,36	16,2
Sujeto 10	15	0,99	14,85	25	0,7	17,5	30	0,61	18,3	45	0,29	13,05
Sujeto 11	15	0,99	14,85	25	0,83	20,75	30	0,75	22,5	45	0,42	18,9

- Resultados prueba sentadillas

	Serie 1			Serie 2			Serie 3			Serie 4		
	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Fuerza (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)
Sujeto 1	25	1,73	43,25	40	1,53	61,2	60	1,21	72,6	80	0,9	72
Sujeto 2	25	1,77	44,25	40	1,28	51,2	60	1,22	73,2	80	0,82	65,6
Sujeto 3	25	1,66	41,5	40	1,47	58,8	60	1,25	75	80	0,85	68
Sujeto 4	25	1,63	40,75	40	1,19	47,6	60	1,08	64,8	80	0,75	60
Sujeto 5	25	1,71	42,75	40	1,25	50	60	1,04	62,4	80	0,55	44
Sujeto 6	25	1,3	32,5	35	0,96	33,6	45	0,91	40,95	65	0,71	46,15
Sujeto 7	25	1,2	30	35	0,89	31,15	45	0,68	30,6	65	0,37	24
Sujeto 8	25	1,25	31,25	35	0,82	28,7	45	0,68	30,6	65	0,55	35,75
Sujeto 9	25	1,21	30,25	35	0,95	33,25	45	0,89	40,05	65	0,62	40,3
Sujeto 10	25	1,03	25,75	35	0,76	26,6	45	0,71	31,95	55	0,51	28,05
Sujeto 11	25	1,3	32,5	35	0,95	33,25	45	0,81	36,45	65	0,61	39,65

11. BIBLIOGRAFIA

- Carratalá, V., Pablos, C., & Carqués, L. (2003). *Valoración de la fuerza explosiva, elástico-explosiva de los judokas infantiles y cadetes del equipo nacional español*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Chiu, L. Z. F., & Schilling, B. K. (2005). *A primer on weightlifting: From sport to sports training*. Strength & Conditioning Journal, 27(1), 42-49.
- Chiu, L. Z. F., & Schilling, B. K. (2005). A primer on weightlifting: From sport to sports training. Strength & Conditioning Journal, 27(1), 42-49.
- Fernandes Monteiro, L. (2016). *Ánalisis de las diferencias de los indicadores de fuerza explosiva, potencia y resistencia a la fuerza explosiva en judokas de élite y sub-élite*. Tesis doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, España.
- Franchini, E., Artioli, G. G., & Brito, C. J. (2013). Judo combat: time-motion analysis and physiology. *International journal of Performance Analysis in sport*, 13(3), 624-641.
- González-Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. M. (2010). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: aplicación al alto rendimiento deportivo*. Inde.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibáñez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2016). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male judo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 1057-1068.
- Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U., Volek, J. S., McCormick, M., & Häkkinen, A. H. (2017). Los Métodos Combinados de Entrenamiento con Sobrecarga incrementan la Fuerza y la Potencia de Hombres Jóvenes y Ancianos: Mixed-Methods Resistance Training Increases Power and Strength of

Young and Older Men. *Revista de educación física: Renovar*

la teoría y práctica, (148), 27-41.

- Kawamori, N., Newton, R. U., & Nosaka, K. (2014). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics and power production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3518-3525.
- López-Naval, I. (2022). *Uso del encoder para el control de entrenamiento FE, Entrenamiento en diferentes etapas evolutivas*. Universidad de Zaragoza.
- Mesa Peñalver, J., & Becali Garrido, A. (2017). *Programa Integral de Preparación del Deportista. Ciclo Olímpico 2017 2020*. La Habana: Comisión Nacional de Judo.
- Pereira, L. A., Kobal, R., & Kitamura, K. (2016). Effect of squat depth and barbell load on relative muscular effort in squatting by female athletes. *Journal of sports science & medicine*, 15(3), 476.
- Piovesana, L. F., Júnior, R. A. C., Lima, F. V., Figueiredo, T. A., Rabelo, F. N., Carneiro Júnior, M. A., & de Araújo, R. C. (2019). Pliometric training associated with traditional judo training improves the explosive strength in judokas. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(1), 19-31.
- Sánchez-Moreno, M., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., González-Badillo, J. J., & García-López, D. (2019). Influence of different bench press techniques on the muscle activity and performance of the upper body. *European journal of sport science*, 19(3), 349-356.
- Sterkowicz, S., Jaworski, J., Lech, G., Pałka, T., Sterkowicz-Przybycień, K., Bujas, P., ... & Mościński, Z. (2016). *Effect of acute effort on isometric strength and body balance: trained vs. untrained paradigm*. *PloS one*, 11(5), e0155985.

- Stone, M. H., Stone, M., Sands, W. A., & Sands, W. A. (2005). Principles and practice of resistance training. Human Kinetics.
- Tsiokanos, A., Hatzikotoulas, K., Paradisis, G., Pappas, P., Argeitaki, P., & Smirniotou, A. (2018). The effects of strength training on explosive strength and