

2016-2017

# ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN JUDO

Trabajo Fin de Grado  
Opción: Revisión Bibliográfica

UNIVERSITAS



*Miguel Hernández*

Alumno: Pablo Mira Antón  
Tutor académico: Carlos Montero Carretero  
Grado en Ciencias de la Actividad Física y el deporte



## 1. INDICE:

<b>1.Índice.....</b>	<b>1</b>
<b>2.Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>3.Método.....</b>	<b>4</b>
3.1. Revisión bibliográfica.....	4
3.2. Resultados.....	5
3.3. Discusión.....	8
3.4. Conclusiones.....	13
<b>4. Aplicación práctica.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Bibliografía.....</b>	<b>18</b>
<b>6. Anexos.....</b>	<b>29</b>
Anexo 1.....	29



## 2. INTRODUCCIÓN:

El judo de competición se puede definir como un deporte de lucha de alta intensidad en el que el judoca tiene como objetivo proyectar la espalda de su oponente sobre el suelo. Cuando los judocas caen sobre el tatami y nadie consigue marcar una puntuación definitiva, el combate continúa en el suelo, donde adquieren protagonismo las técnicas de inmovilización, estrangulación y luxación. Las diferentes formas de puntuación dependen de la técnica específica, la habilidad táctica así como de una buena condición física (Franchini, Takito, Kiss y Sterkowicz, 2005a; Thomas, Cox, Le Gal, Verde, y Smith, 1989).

Un combate de judo es muy exigente a nivel físico ya que los judocas han de realizar un gran número de acciones. Aquellos que consiguen una medalla en las competiciones internacionales tienen que disputar entre 5-7 combates, con una duración límite de 5 minutos en categoría masculina y 4 minutos en categoría femenina. Si un judoca obtiene un ippon el combate finaliza. Por otro lado, cuando el tiempo reglamentario concluye y las puntuaciones/penalizaciones están igualadas para ambos judocas, el resultado se decide por "Técnica de Oro". En esta fase se alza con la victoria aquel judoca que logra antes una ventaja, sin existir límite de tiempo (International Judo Federation, 2014). De este modo, un combate de judo puede durar unos pocos segundos o alargarse hasta más de 8 minutos, dependiendo de las puntuaciones obtenidas por los judocas (Franchini, Artioli y Brito, 2013; Franchini, Matsushigue, Del Vecchio y Artioli, 2011a). Su estructura temporal alterna periodos de 15-30 segundos de actividad y 5-15 segundos de interrupción que se traduce en un ratio de esfuerzo-recuperación de 2:1 o 3:1 (Van Malderen, Jacobs, Ramon, Evert, Deriemaeker y Clarys, 2006; García y Luque, 2006; Marcon, Franchini, Jardim y Barros, 2010; Miarka et al. 2012; Franchini et al., 2013; Miarka, Del Vecchio, Fukuda, Franchini, 2016). Ésta es independiente del género edad o categoría de peso (Franchini et al., 2013).

Desde el punto de vista condicional, el judo es a menudo considerado un deporte explosivo que demanda elevada fuerza y capacidad anaeróbica, así como un sistema aeróbico desarrollado (Radovanovic et al, 2009). Las cualidades físicas más importantes para alcanzar el éxito en judo de competición son la fuerza de miembros superiores e inferiores, la resistencia, velocidad, potencia anaeróbica y control de tronco (Iwai et al., 2008; Franchini et al., 2011a).

La fuerza es una cualidad física esencial en judo (Takahashi, 1992). Tener más o menos desarrollada esta cualidad parece relacionarse con el nivel competitivo de los judocas (Franchini, Nunes, Moraes y Del Vecchio, 2007). Dentro de la fuerza, existen diferentes manifestaciones como la fuerza máxima, la potencia o resistencia muscular que juegan un papel capital en las fases decisivas del combate (Franchini et al., 2011a).

La fuerza máxima puede definirse como la máxima fuerza que un músculo o un grupo muscular puede generar a una determinada velocidad (Komi, 2002). Ésta suele aparecer en algunos momentos del combate cuando se pretende inmovilizar al oponente y para ello es preciso la utilización global del cuerpo (Franchini et al., 2011a; Franchini et al., 2013). En un estudio realizado con chicos jóvenes se pudo comprobar que los judocas presentaban mayores niveles de fuerza máxima en flexores y extensores de codo y hombro, así como extensores de rodilla que los no entrenados en judo (Sterkowicz et al., 2011). Además, en un estudio antiguo realizado con mujeres, se mostró que las judocas de mejor ranking poseían mayores niveles de fuerza isocinética que los de menor ranking también en flexo-extensores de codo (Callister et al., 1991). Esto indica la importancia de las acciones de tracción, empuje y levantamiento en este deporte (Sterkowicz et al., 2011). Otros autores mostraron en un estudio que la fuerza absoluta y relativa desarrollada en un squat jump en los judocas de mayor ranking era superior que en los de menor nivel (Fagerlund y Hakkinen, 1991), evidencia de la importancia que posee la musculatura anti gravitatoria a la hora de realizar las técnicas de proyección en judo (Sterkowicz et al., 2011).

Por otro lado, la potencia puede definirse como la habilidad para realizar movimientos rápidos, fuertes y propulsivos como esprines, saltos y lanzamientos (Considine y Sullivan, 1973; Gettman y Pollock, 1977; Hutto, 1938; McCloy, 1932).

En judo, la potencia muscular adquiere una gran importancia, pues el éxito de las acciones depende de la velocidad a la que se realicen las fases de la técnica de proyección. Además, los judocas deben

movilizar una carga que incluye el peso del propio judoca y el de su oponente (Iglesias, Fernández del Olmo, Dopico, Carratalá y Pablos, 2000). En este deporte, la potencia muscular tiene su máxima expresión en las acciones técnicas de alta intensidad que se utilizan para proyectar al oponente al suelo por medio del tren inferior (Blais, Trilles y Lacouture, 2007; Franchini, Miarka, Matheus y Del Vecchio, 2011b), aunque, en el tren superior también es necesaria esta cualidad para poder conseguir rápidamente un fuerte agarre y empujar o tirar del oponente (Franchini et al., 2011b). En un estudio, pudo mostrarse como los judocas de mayor nivel competitivo tenían mayores niveles en la curva de fuerza velocidad del squat jump. Sin embargo, cuando se utilizó el press banca para determinarla no se encontraron diferencias entre los niveles amateur, internacional y nacional (Fagerlund y Hakkinen, 1991). La potencia es un gran predictor del éxito (Ratamess, 2011). Investigaciones han mostrado que la potencia de los miembros inferiores es un determinante del número de proyecciones realizadas en judo (Detanico, Dal Pulpo, Franchini y Dos Santos, 2012). Además, mayores niveles de potencia, expresada en forma de salto vertical, se correlacionaron con un mayor porcentaje de combates ganados durante un campeonato del mundo masculino (Franchini, Del Vecchio y Romano, 2005b).

Por último, la fuerza resistencia es considerada como la capacidad de un músculo o grupo muscular de contraerse venciendo una resistencia durante un periodo largo de tiempo (Komi, 2003).

Esta cualidad cobra importancia sobre todo en la lucha por el agarre (Franchini et al., 2011a; Franchini et al., 2013; Margnes y Paillard, 2011). Esto se refiere a la fuerza que es generada por las manos en acciones que implican la flexión de las articulaciones de los dedos, pulgares y muñecas (Shyamal y Yadav, 2009). El agarre del uniforme del oponente proporciona la base para poder ejecutar las técnicas de proyección (Alvim, 1975). También es el primer contacto entre los dos judocas y puede determinar el resultado del combate (Famosi, 1980; Franchini et al., 1999; Little, 1991).

Algunos autores destacan que la fuerza máxima también es necesaria durante el kumi-kata para controlar la distancia entre el judoca y su oponente (Almansba, Franchini y Sterkowicz, 2007; Franchini et al., 2011b; Sterkowicz, 2011). Sin embargo, hay otros que aseguran que la fuerza máxima isométrica que se alcanza durante un combate es menos importante que la resistencia en la disputa por el agarre, pues la fuerza máxima se puede mantener durante un breve espacio temporal mientras que la lucha por el agarre es continua durante todo el combate (Bonitch et al., 2007; Franchini et al., 2011a). Otros autores no observaron diferencias entre judocas de élite y de menor nivel en la fuerza isométrica máxima de agarre (Franchini, Takito, Kiss y Sterkowicz, 2005a).

Además de la aplicación para el agarre, la fuerza resistencia también cobra importancia en las acciones de tracción y empuje, que aparecen constantemente en este deporte (Sterkowicz et al., 2011). Un dato para resaltar la importancia de esta cualidad en este tipo de acciones lo encontramos en las tablas clasificatorias de los test de flexiones y dominadas. Los judocas están, en general, sobre el percentil 90 en el test de flexiones y entre 80 y 90 en el test de dominadas. En ambas pruebas, el objetivo era realizar el mayor número de repeticiones posibles hasta la fatiga. Además, la ejecución debía cumplir unas condiciones fijadas en el protocolo específico (Heyward y Gibson, 2014).

Tradicionalmente los métodos de entrenamiento de la fuerza han sido incorporados en los programas de los judocas de máximo nivel (Takahashi, 1992). Además, el 70% de los judocas de alto nivel realiza sesiones de fuerza más de 3 días por semana (Franchini y Takito, 2013).

En definitiva, la literatura evidencia que la fuerza es una cualidad física muy importante en judo, por lo que los judocas necesitan desarrollar un rango amplio de manifestaciones de la misma para poder realizar acciones técnicas que le permitan puntuar durante el combate (Franchini et al., 2013).

Con esta revisión nos planteamos los siguientes objetivos:

- 1) Comparar los resultados obtenidos por distintos modelos de periodización utilizados para mejorar la fuerza en judo.
- 2) Conocer los métodos más eficaces para incrementar la fuerza en sus diferentes manifestaciones.

3) Obtener evidencias que permitan establecer premisas para el entrenamiento de la fuerza en judocas.

### 3. MÉTODO.

#### 3.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Para el desarrollo de la revisión sistemática de la literatura que presentamos se ha seguido el protocolo que propone PRISMA (Urrutia y Bonfill, 2010). Los artículos en los que se basa esta revisión han sido extraídos de la base de datos Scopus utilizando la combinación de palabras clave que aparece a continuación: “strength training” (OR) “Resistance training” (OR) “Plyometric training” (OR) “Isometric training” (OR) “Power training” (OR) “Force training” (AND) “Judo”.

Los criterios de inclusión para escoger los artículos fueron: 1) Realizados con judocas. 2) Fueran estudios experimentales. 3) Se hiciera una medición de la fuerza en alguna de sus manifestaciones. 4) Estuvieran escritos en inglés o castellano.

En cuanto a los criterios de exclusión se establecieron los siguientes: 1) La muestra no estuviera dentro de un rango entre los 18 y los 35 años de edad. 2) No presentar un periodo de entrenamiento de la fuerza previo de al menos 2 semanas. 3) No presentar el protocolo de entrenamiento en el artículo 3) La muestra estuviera compuesta por mujeres exclusivamente.

Al introducir la combinación de palabras clave mencionada, la base de datos Scopus mostraba 1411 artículos disponibles. De estos 1411 artículos se revisaron los títulos y resúmenes de todos ellos para escoger aquellos que se ajustaran a los criterios de inclusión presentados anteriormente. Tras esta primera criba se descartaron 1380, quedándonos con 31 artículos. A continuación, se aplicaron los criterios de exclusión anteriormente mencionados leyendo los artículos a texto completo. De estos 31 artículos se descartaron 24 artículos, quedándonos finalmente con 7.

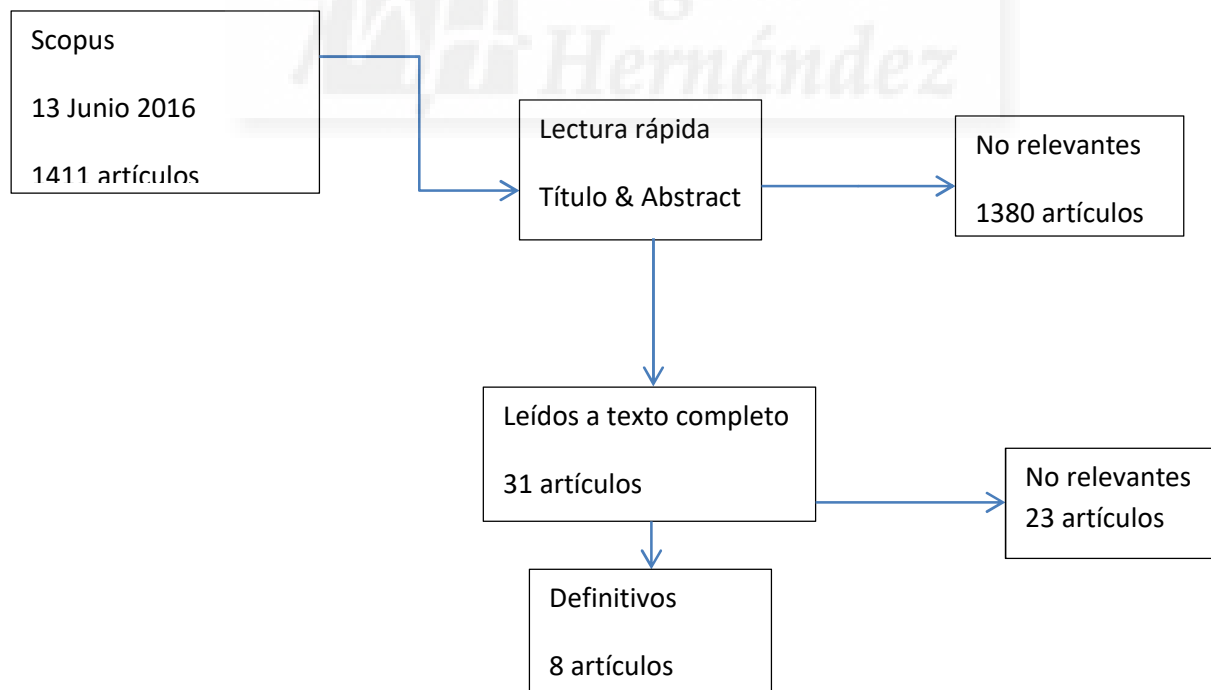


Figura 1: Proceso de selección de artículos.

### 3.2. RESULTADOS.

Estudio	Muestra	Duración	Metodología		Resultados
Saraiva et al. (2014)	39 judocas profesionales (v) 20.69±2.45	12 sem 3 ses/sem	Entrenamiento sobrecargas UG, LG, CG 3x 10 RM Rest: 2 min	Tren superior: BP,SP,LA,AC Tren inferior: SQ,LP;LE;LC	UG, LG: 10RM ALL* (28-56%) LG>CG: 10RM <sup>&amp;</sup> => SP,SQ,LP y LE UG>CG: 10RM <sup>&amp;</sup> => SP y AC ES(LG)>ES(UG)
Franchini et al. (2015a)	13 judocas (v) nivel regional 18≤x≤35	8 sem 3 ses/sem F1: 2 sem F2: 3 sem F3: 3 sem	Sobrecargas GLP, GUP GLP: F1: 4 x 3-5 RM F2: 4 x 8 RM F3: 4 x 15-20RM Fallo muscular WL GLP= WL GUP	8 ejercicios x sesión Tren superior: BP, BLR, DFR,DLR, AC,LTE, BLR,RWC Tren inferior: SQ, LC,GM, SLCR	GLP ~GUP: IHSR*, IHSL* (4,6%, 6,1%) SIHS* (18,9%) 1RM (R, BP, SQ)* (11,5%, 11,6%, 7,1%) TWL 70% RM (BP, SQ)* (15,1%, 9,6%) CFA*, CAF* (2%, 1,8%) Skin Thick <sup>-</sup> (6,5%) TWL70%RM(R), R70%RM(BP,R,SQ), SDHS, SLI: ns
Franchini et al. (2015b)	10 judocas (v) nivel nacional 23±2	18 sem GS:7 sem SSS: 8 sem SSC:3 sem 3 ses/ sem	Sobrecargas,Complejo GS: 4x 8-12RM SSS: 4x 4RM Vmax SSC: 4x[4RM-(3-5)SJA] Vmax Rest: 1/ 3/ 3-5 min Fallo muscular	T. Sup./ T.Inf./ Global GS=> 8-12 MMGEx SSS=> WRF, TPMex, BPex, R/ SQ/ OWL SSC=> BP/ SQ/ OWL, SJA	SIHS* (39%) SDHS* (57%) 1RM R*(8%) Masa corporal*(2,66%) Grasa corporal (%): ns IHS, 1RM BP, R70%RM(BP,R), CMJ: ns
Blais et al. (2006)	20 judocas (v) 2º Dan 22±3,6	10 sem 2 ses/sem	Sobrecargas, complejo EG, CG EG: [10 SJM- 10 NK]x 5	Globales: JSM(MO,OG)/MO, OG	EG: Carga (MO, OG)*(24,4%, 112,21%) Técnica (OG, MO)* (46,2 %, 17,1%) CG: TQSOG, TQSMO: ns
Morales et al. (2014)	14 judocas nivel nacional (v) 22,85[19-25]	4 sem 2 ses/sem	Sobrecargas HTL, MTL~CG 3 x 20 reps Rest: 3-4 min	Tren superior: BP, SP, TE, Tren inferior: SQ, DL, LP Globales: HP	HTL: 1RM BP <sup>-</sup> (5,26%) Potencia BP <sup>-</sup> (9,5%) IHSR, IHSL: ns MTL: 1RMB, Potencia BP,IHSR,IHSL: ns

Callister et al. (1990)	15 judocas (8 v y 7 m) nivel nacional e internacional 24,9±1,2	10 sem F1: 4 sem F2: 4 sem F3: 2 sem 3 ses/sem	Sobrecargas F1,F3=>4-5 x 5RM/ 3 x 10RM F2=>7 x 5RM/ 5 x 10RM Fallo muscular F1:(sem 1-4) 9010 kg F2:(sem 4-8) 13,400 kg F3:(sem 8-10) 9175 kg	T.sup: PU, BP, SP, UR,AC,TE T.inf: SQ, DL,LP,LE,LC Tronco: ISU, HEX Global: PC	F1: CIS (60, 90, 120,240,300 °/s) (EE, LE, EF, LC)* (3 -13%) F3: ICS (EE, LE, EF,LC) (6-12%) F2: CIS (EE, LE, EF,LC): ns [F1;F2;F3]: VJ: ns
Taifour et al. (2013)	4 judocas (v) nivel internacional 20±1	28 días 20 ses	Electro Estimulación 70Hz < 4s	Co-contracción flexo-extensión rodilla (110º)	PTR, PTL (LE,LC) (60, 90, 120, 0 °/s)* (8-27%) Excepción: PTR LC (60º) ns Hipertrofia: ns

Muestra:

**V:** varón; **m:** mujer.

Duración:

**Sem:** semanas; **Ses:** sesiones.

Metodología:

**BP:** Press banca; **LA:** Jalón al pecho; **SP:** Press de hombros; **AC:** Curl de bíceps; **SQ:** Sentadilla; **LP:** Prensa; **LE:** Extensión de rodillas; **LC:** Flexión rodillas; **UG:** Grupo 1º tren superior; **LG:** Grupo 1º tren inferior; **CG:** Grupo control; **RM:** Repetición máxima; **Rest:** descanso entre series.

**BLR:** Remo tumbado con barra; **LTE:** Extensiones de tríceps tumbado; **BWC:** Flexión muñeca con barra; **DFR:** Elevaciones frontales; **DLR:** Elevaciones laterales; **GM:** Buenos días; **RWC:** Extensión muñeca; **SLCR:** Extensiones de tobillo de pie; **GLP:** Grupo periodización lineal; **F1:** Fase 1; **F2:** Fase 2; **F3:** Fase 3; **GUP:** Grupo de periodización oscilaciones; **WL:** Carga.

**GS:** Fuerza general; **MMGEx:** Ejercicios para los principales grupos musculares; **SSS:** Especial fuerza específica; **Vmax:** A máxima velocidad; **WRFex:** Ejercicios flexión muñeca; **TPEX:** Ejercicios tríceps en polea; **BPEX:** Ejercicios espalda en polea; **R:** Remo; **OWL:** Movimientos olímpicos; **SSC:** Especial fuerza compleja; **SJA:** Acciones específicas judo.

**EG:** Grupo experimental; **JSM:** Máquina específica judo; **MO:** Morote seoï nage; **OG:** O soto gari; **NK:** Nage komi.

**HBSQ:** media sentadilla con barra por detrás; **TE:** Extensión tríceps; **DL:** Peso muerto; **HP:** High pull; **HTL:** grupo de carga elevada; **MTL:** Grupo de carga media; **Reps:** Repeticiones.

**WF:** Peso libre; **PC:** Cargada; **MP:** Press militar; **UR:** Remo al cuello; **PU:** Dominadas; **TD:** Triceps dips; **HEX:** Hiperextensiones tronco; **ISU:** flexiones tronco; **EG:** Grupo experimental .

**HZ:** Herzios; **IS110º:** Contracción isométrica 110º;

Resultados:

**ALL:** Todos los ejercicios

**IHSR:** Fuerza isométrica agarre derecha; **IHSL:** Fuerza isométrica agarre izquierda; **SIHS:** Fuerza resistencia isométrica del agarre de un judogi en posición de chin ups; **TWL70%RM:** kilos totales levantados al 70% del RM; **SLJ:** Salto horizontal; **CAF:** Circunferencia brazo en flexión; **CFA:** Circunferencia antebrazo; **Skin Thick:** pliegues cutáneos.

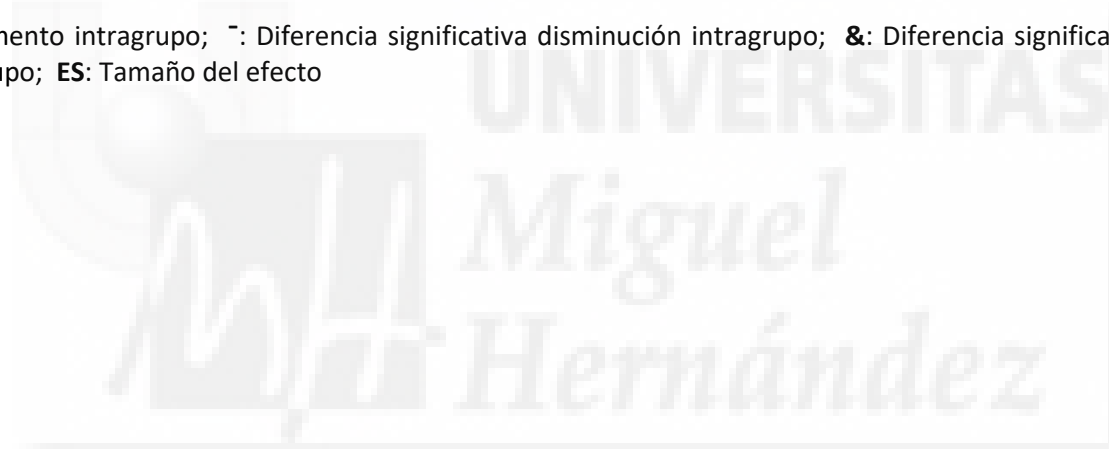
**SDHS:** Fuerza resistencia dinámica haciendo chin ups agarrando un judogui; **R70%RMR:** Repeticiones al 70% del RM; **CMJ:** Salto con contra movimiento;

**CIS:** Fuerza isocinética concéntrica; **EE:** Extensión codo; **EF:** Flexión codo; **LF:** Leg flexion; **VJ:** Salto vertical;

**PTR:** Pico de fuerza derecha; **PTL:** Pico de fuerza izquierda; **°/s:** Grados/ segundo

Variables estadísticas:

\*: Diferencia significativa aumento intragrupo; -: Diferencia significativa disminución intragrupo; &: Diferencia significativa aumento intergrupo; ns: No cambios significativos intragrupo; ES: Tamaño del efecto





### 3.3. DISCUSIÓN.

#### ENTRENAMIENTO CON SOBRECARGAS.

Atendiendo a los resultados de la presente revisión, a la hora de diseñar un programa de entrenamiento con sobrecargas para el desarrollo de la fuerza en judocas, parece recomendable seguir ciertos criterios de manipulación de las variables de la carga.

##### Duración:

La bibliografía parece indicar que un programa de fuerza que utiliza el entrenamiento con sobrecargas en judocas requiere una duración de entre 4 a 18 semanas para obtener mejoras en la fuerza dinámica máxima. Este hallazgo se distancia de O'Hagan, MacDougall y Garner (1995), Ahtiainen, Pakarinen, Kraemer y Häkkinen (2003), Tarpinning, Wiswell, Hawkins y Marcell (2001), Campos et al. (2002), Carroll, Abernethy, Logan, Barber y McEniery (1998) y Abe, De Hoyos, Pollock y Garzarella, (2000), quienes concluyeron que 6-21 semanas de entrenamiento con sobrecargas produce incrementos significativos en la fuerza dinámica. Por otra parte, Badillo y Rivas (2002) consideran que un ciclo de entrenamiento de la fuerza nunca debería superar las 16 semanas. Los ciclos más reducidos con los que se podrían obtener mejoras serían de 6 semanas. Ciclos más cortos servirían para mantener o para recuperar los niveles de fuerza conseguidos en fechas recientes.

Respecto a la fuerza isométrica máxima de agarre, existe un estudio (Franchini, Del Vecchio, Julio, Matheus y Candau, 2015a) que evidencia mejoras tras un periodo de 8 semanas de entrenamiento con sobrecargas. Sin embargo, en otro de mayor duración (Franchini, Branco, Agostinho, Calmet y Candau, 2015b), 18 semanas, no se observaron diferencias significativas.

Si atendemos a la fuerza resistencia específica, evaluada mediante test de dominadas sujetando un judogi, se pueden apreciar mejoras en la fuerza isométrica tras un periodo de 8-18 semanas (Franchini et al., 2015a; Franchini et al., 2015b). En cambio, en la fuerza dinámica los resultados no son tan concluyentes, pues en Franchini et al. (2015b) se produce un incremento, mientras que en Franchini et al. (2015a) no existen variaciones significativas.

Existen dos estudios en los que se puede evidenciar un aumento de la masa muscular localizada (Franchini et al., 2015a) o general (Franchini et al., 2015b). En estos estudios la duración del programa es como mínimo de 8 semanas. Este hallazgo no es muy acorde con la conclusión a la que llegan Carroll et al. (1998), Frontera, Meredith, O'Reilly, Knuttgen y Evans (1988) Häkkinen y Häkkinen, (1995) y Staron et al. (1994) que establecen que las ganancias de fuerza producidas por la hipertrofia se aprecian entre las 12 y las 26 semanas.

##### Frecuencia semanal:

En la literatura seleccionada en esta revisión se utilizan 3 sesiones semanales (Saraiva, Monteiro, Costa y Novaes, 2014; Franchini et al., 2015a; Franchini et al., 2015b; Callister, Callister, Fleck y Dudley, 1990). Esto es una cifra inferior a la que indica Franchini y Takito (2013), en cuyo estudio muestran que el 70% de los judocas de alto nivel realiza sesiones de fuerza más de 3 días por semana. Según Rhea, Alvar, Burkett y Ball (2003) los sujetos entrenados deberían trabajar 2 días a la semana por grupo muscular para obtener mejoras en la fuerza. Por otro lado, Badillo y Rivas (2002) amplían el espectro a 1-4 sesiones semanales de entrenamiento con sobrecarga dependiendo de la fase del ciclo de la periodización.

##### Número ejercicios por sesión:

Cuando analizamos el número de ejercicios que se deben realizar por sesión, debemos tener en cuenta que en los estudios con judocas, el número de ejercicios se encuentra entre los 6 y 12 (Saraiva et al., 2014; Franchini et al., 2015 a; Franchini et al., 2015 b; Callister et al., 1990; Morales et al., 2014). Esto va en contra de lo indicado por Badillo y Rivas (2002) que establece que el número de ejercicios por sesión para deportes como el judo debería estar entre 3-6.

##### Tipo de ejercicios:

El tipo de ejercicios que se utilizan más frecuentemente en judo son de peso libre. Esto va en línea con Stone, Plisk y Collins (2002) quienes recomiendan que el entrenamiento con sobrecargas se realice con ejercicios de peso libre porque por sus características siguen el principio de especificidad del entrenamiento y las ganancias obtenidas en fuerza pueden transferirse mejor al deporte en concreto. De hecho, en dos estudios de esta revisión donde se utilizaron principalmente ejercicios de peso libre, se obtuvieron ganancias en la fuerza específica evaluada mediante un test isométrico de agarre de un judogi en posición de dominadas (Franchini et al., 2015a; Franchini et al., 2015b) y la misma prueba ejecutada de forma dinámica (Franchini et al., 2015b).

Por su parte, Carpinelli, Otto y Winett (2004) no encontraron evidencias para afirmar que la utilización de máquinas o peso libre permita adquirir mayores niveles de fuerza que el otro tipo de ejercicios, en cualquiera de sus manifestaciones. Por lo tanto, parece que la idoneidad de la utilización de los ejercicios de peso libre debe fundamentarse exclusivamente por su especificidad.

Para el tren superior se realizan tanto ejercicios de tracción como de empuje. Entra dentro de lo que cabría esperar para un deporte donde la lucha por el agarre y el equilibrio requiere de este tipo de acciones. Aparecen ejercicios globales como el press banca, press militar y variantes de remo. Se ha de destacar el press banca como ejercicio más utilizado para desarrollar la fuerza del tren superior. Si bien resulta curioso ver en las tablas clasificatorias de la población estadounidense que los judocas ocupan el percentil 60-80 en valores de RM en este ejercicio (Heyward y Gibson, 2014). También aparecen ejercicios más localizados, de flexo-extensión de muñeca y codo. Esta última articulación adquiere un gran protagonismo en la bibliografía pues aparecen en la mayoría de programas de entrenamiento con sobrecargas ejercicios como el curl de bíceps, tríceps en polea o tríceps con barra estilo francés. Aunque en menor grado, también son frecuentes los ejercicios de flexo-extensión de muñeca con barra. Observando el tipo de ejercicios que se utilizaron en la bibliografía, dinámicos en su totalidad, puede sorprender el hecho de que se obtuvieran mejoras en la fuerza máxima isométrica de agarre (Franchini et al., 2015a) o en la fuerza resistencia isométrica al agarrar un judogi (Franchini et al., 2015a; Franchini et al., 2015b). Pero no se puede obviar que los ejercicios que implicaban al tren superior, en su mayoría de peso libre, requieren el uso de implementos con alto grado de libertad, por lo que se hace necesario que la musculatura de la muñeca y de la mano se active en régimen isométrico para estabilizar el agarre y permitir que se desarrolle la acción.

Respecto al tren inferior podemos distinguir ejercicios globales, como son la prensa y principalmente la sentadilla. Es preciso recordar que en Fagerlund y Hakkinen, (1991) se comprobó que los judocas de mayor ranking generaban mayor fuerza que los de menor ranking, tanto de forma absoluta como relativa, en el squat jump. Por lo tanto, parece razonable que se utilicen ejercicios que desarrollen la musculatura extensora del tren inferior para mejorar la fuerza explosiva. Bien es cierto que ni en Franchini et al. (2015a), Franchini et al. (2015b) ni en la primera fase de Callister et al. (1990) se consiguieron mejoras en el salto horizontal (SLJ), con contramovimiento (CMJ) ni en el salto vertical (VJ). Además, no por menos frecuente, se podría dejar de mencionar otros ejercicios más localizados que ayudan a trabajar la flexo-extensión de la rodilla como el leg extensión o leg curl y que aparecen en varios artículos de la revisión. Para el desarrollo de la fuerza máxima y potencia también parecen ser muy comunes los movimientos olímpicos. Existen autores como Bruce-Low y Smith (2007) que concluyeron en su revisión crítica que los movimientos olímpicos no son transferibles al deporte, excepto aquellos que mantienen relación con este tipo de ejercicios, como la halterofilia o el powerlifting. Según Hackett, Davies, Soomro y Halaki (2015), los movimientos olímpicos es un método efectivo para mejorar el VJ. Sin embargo, en Franchini et al. (2015b) y en Callister et al. (1990) tras realizar un entrenamiento con este tipo de ejercicios no se consiguió mejorar el rendimiento en los test CMJ y VJ en judocas. Esto podría poner en duda la utilidad del entrenamiento con sobrecargas para mejorar el VJ o bien la especificidad del programa de fuerza utilizado que viene definida por la similitud de los ejercicios con las acciones propias de judo. Es importante recordar que en Franchini et al. (2005b) se encontró una correlación positiva entre distancia alcanzada en el VJ y el porcentaje de combates ganados durante las competiciones europeas puntuables para la copa del mundo.

Volumen e intensidad:

En cuanto a los parámetros de la intensidad de la carga, en esta revisión se utiliza como máximo 3RM mientras que la resistencia mínima está en torno a 15-20 RM. Según Badillo y Rivas (2002), el judo es considerado un deporte con requerimientos de fuerza dinámica máxima medio-altos, fuerza explosiva de carga media altos y resistencia a la fuerza explosiva también altos. Los mismos autores, identifican a este deporte como de fuerza-velocidad alta y establecen un rango de intensidades para un programa de fuerza con sobrecargas que va desde el 70 hasta el 95% del RM. En cambio, Kraemer y Fleck (1988) proponen diferentes rangos de intensidad para trabajar las diferentes manifestaciones de la fuerza. Dependiendo del objetivo se debería trabajar en uno u otro rango. Para trabajar la fuerza máxima (1-3RM), la potencia (3-8RM), para conseguir hipertrofiar se aconseja (8-15 RM) mientras que si el objetivo es la resistencia muscular se debería trabajar por encima de 20 RM. Rhea et al. (2003) en su metaanálisis llegan a la conclusión de que para mejorar la fuerza máxima lo ideal sería entrenar en porcentajes de 8RM en sujetos entrenados. Por otro lado, autores como Ostrowski, Wilson, Weatherby, Murphy y Lyttle (1997) y Paulsen, Myklestad, Raadtad (2003) afirman que cuando el objetivo es tanto ganar fuerza máxima como hipertrofia el rango óptimo de intensidades estaría entre las 6 y 15RM. Según Carpinelli et al. (2004) en su análisis crítico de la posición de la American College of Sports Medicine, no existe evidencia para sugerir un rango específico de repeticiones para mejorar la fuerza máxima, hipertrofia, potencia o fuerza resistencia. La elección debe hacerse en el rango que va de las 3 a las 15 repeticiones.

En relación al volumen, la bibliografía muestra que el número de series por ejercicio que evidencia mejoras, varía entre las 3 y las 5 series. Según Rhea et al. (2003) tanto en sujetos entrenados como no entrenados, las mayores ganancias de fuerza se producen cuando se realizan 4 series por grupo muscular. Ostrowski et al., (1997) y Paulsen et al., (2003) consideran como volumen óptimo realizar 3-4 series por ejercicio. Por su parte, Badillo y Rivas, (2002) establecen un rango de 2 a 5 series dependiendo de la fase del ciclo de la periodización. Contrario a la posición de realizar múltiples series por ejercicio o grupo muscular se encuentra Carpinelli et al. (2004) que no encuentra evidencias que inviten a pensar que la realización de múltiples series genera mejoras superiores en la fuerza que la realización de una única serie. Krieger (2010) sin embargo, en su revisión llega a la conclusión de que realizar múltiples series está asociado con una mayor hipertrofia, hasta un 40 % más que si se utiliza una serie única.

Además, existe otro aspecto llamativo en la revisión, cuando se utiliza entrenamiento con sobrecargas en judo, las series en la mayoría de estudios se realizan al fallo muscular (Saraiva et al. 2014, Franchini et al., 2015a, Franchini et al., 2015b, Callister et al. 1990). Izquierdo et al (2006) concluyeron en su estudio que la metodología al fallo genera mayores beneficios en fuerza resistencia que cuando se utiliza un carácter del esfuerzo menos elevado, mientras que esta última se muestra más efectiva para mejorar los niveles de fuerza y potencia.

#### Tiempo recuperación entre series:

El tiempo de recuperación tan sólo se muestra en tres estudios Saraiva et al. (2014), Franchini et al. (2015 b) y Morales et al. (2014). Si bien, únicamente en los dos primeros se obtienen mejoras en la fuerza. De estos, se desprende que los tiempos de recuperación cuando los objetivos están más vinculados a la fuerza resistencia son reducidos, 1 minuto en la primera fase de la periodización de Franchini et al. (2015b). En cambio, cuando el objetivo tiene mayor relación con los aspectos neurales de la fuerza, los tiempos de recuperación se incrementan. Para la fuerza máxima se utilizan descansos de 2-5 minutos entre series (Saraiva et al., 2014, Franchini et al. 2015b). Esto va en contra de Bird, Kyle, Tarpennig y Marino (2005) en cuya revisión, establecen tiempos de recuperación inferiores al minuto para trabajar la fuerza resistencia, entre 1 y 2 minutos para objetivo hipertrofia y 3-5 minutos para el desarrollo de la fuerza máxima.

#### Orden ejercicios:

A la hora de planificar el entrenamiento con sobrecargas en un judoca hemos de pensar también en el orden en que vamos a realizar los diferentes ejercicios que nos planteamos, en esta revisión hemos observado como en Saraiva et al. (2014) se obtiene evidencia de que en judocas, aquellos ejercicios que se realizan en la primera parte de la sesión son aquellos en los que se obtienen las mayores mejoras en fuerza dinámica máxima. El tamaño del efecto se muestra superior para los ejercicios realizados inicialmente. Otro

aspecto destacable es que el grupo que ejecutó los ejercicios del tren inferior en primer lugar, obtuvo ganancias superiores en fuerza que el que comenzó con ejercicios de tren superior. Este trabajo, comparte con Simao et al. (2010) la primera afirmación. En este estudio se comparó a dos grupos de personas no entrenadas que llevaron a cabo una periodización lineal variando el orden de realización de dos tipos de ejercicios, grupos musculares grandes o pequeños. Las mejoras fueron superiores en aquellos ejercicios que se realizaron en primer lugar, independientemente del tipo de ejercicio realizado, no existiendo mejoras significativas en los ejercicios realizados en último lugar. También Spinetti et al. (2010) compararon las mejoras obtenidas en fuerza e hipertrofia para dos tipos de rutina opuesta, en un grupo se llevaron a cabo los ejercicios de grandes grupos musculares en primer lugar y en otro al contrario. El tamaño del efecto demostró que las mayores mejoras se producen en los ejercicios realizados en la primera parte de la sesión, independientemente del tipo de ejercicios realizados. En cambio, en el estudio de Dias et al., (2010) con sujetos no entrenados, se evidenciaron mayores ganancias de fuerza cuando se realizaban los ejercicios de pequeños grupos musculares en la primera parte de la sesión. Por último, en la revisión de Simao, de Salles, Figuereido, Dias y Willardson (2012) se llega a la conclusión de que los ejercicios que se realizan en la primera parte de la sesión son los que mayores beneficios se obtienen en la fuerza. Se ha de tener en cuenta que las muestras de esos estudios se realizaron con sujetos no entrenados, de modo que para nuestro campo profesional debemos prestar atención a los resultados que se desprenden del estudio analizado en esta revisión bibliográfica, pues utiliza una población de judocas.

#### Tipo de periodización:

En esta revisión, podemos encontrar estudios con diferentes tipos de periodización que consiguen importantes mejoras en la fuerza dinámica máxima, pero no existe evidencia de la superioridad de un tipo de programación u otro. Sin embargo, en el estudio de Rhea, Ball, Phillips y Burket (2002) se obtuvieron mayores mejoras en los niveles de fuerza cuando se utilizó una periodización de oscilaciones diarias. En línea con el estudio de la revisión Franchini et al. (2015a), aparecen cinco trabajos, Lima et al. (2012), Mcnamara y Stearne. (2010), Miranda et al. (2011), Monteiro et al. (2009), Simao et al. (2012) en los que no hubo diferencias significativas entre los dos tipos de periodización, lineal y oscilante. Pero estos estudios no se hicieron con atletas, como es el caso de Hoffman et al. (2009) y Painter et al. (2012) en los que se aplicó la periodización de fuerza oscilante en este tipo de sujetos. En el primer caso, no se obtienen diferencias significativas entre una periodización de oscilaciones diarias y una periodización por bloques, sin embargo, hay que tener en cuenta que en este estudio no se igualan los volúmenes de trabajo. En el segundo, tampoco se demuestra una superioridad de un programa lineal sobre otro no lineal pese a que ambos presentan mejoras. Por último, en un estudio de Bartolomei, Hoffman, Merni y Stout (2014) se comparó un programa lineal con uno por bloques. El programa por bloques consiguió mejoras más importantes en el tren superior, en cambio no se encontraron diferencias para el tren inferior entre ambos tipos de periodización. En este estudio sí que se igualaron los volúmenes de trabajo.

Además, existen tres estudios dentro de la revisión, Saraiva et al. (2014); Morales et al. (2013); Callister et al. (1990) que siguen modelos de periodización de intensidad estable, obteniéndose beneficios en la fuerza dinámica máxima (Saraiva et al., 2014) e isocinética (Callister et al., 1990). Aunque en Callister et al. (1990) los beneficios se obtienen cuando el volumen global de entrenamiento se mantiene en un nivel similar al del periodo regular. En Morales et al. (2013) los resultados son negativos durante todo el periodo del programa, la causa la encontramos en que estos judocas soportan volúmenes de carga global muy por encima de la que suelen estar acostumbrados, generando un estado de sobreentrenamiento.

Por otro lado, en el estudio de Franchini et al. (2015a) podemos observar que se utiliza una periodización lineal inversa. Esta consta de 3 fases y la particularidad de este modelo es que la intensidad medida en porcentajes del RM va disminuyendo a lo largo de la periodización. Si en la fase 1 se trabaja entre el 3-5RM cuyo objetivo principal es la mejora de la fuerza máxima, en la fase 2 el rango de trabajo se sitúa en torno a las 8RM, zona que se utiliza para la maximización de la potencia. Por último, en la fase 3 la intensidad baja hasta las 15-20RM con lo que el objetivo es más bien de fuerza resistencia. Este planteamiento va en contra de Badillo y Rivas, (2002) quien establece que, en el deporte, el entrenamiento de fuerza con sobrecargas debe comenzar con objetivos más próximos a la fuerza resistencia para más tarde pasar a

objetivos más vinculados con la fuerza máxima y potencia. Además, para mantener los niveles de fuerza máxima la tendencia debe ser a reducir el volumen y aumentar la intensidad de los ejercicios, expresada como % del RM. Lo cierto es que utilizando ese tipo de periodización se obtienen importantes mejoras tanto en fuerza dinámica máxima como en isométrica máxima, así como en fuerza resistencia isométrica específica y dinámica general. En el estudio de Franchini et al. (2015b) sí que se utiliza una periodización lineal más próxima a la evolución que nos marca Badillo y Rivas (2002) obteniéndose mejoras en manifestaciones de la fuerza específicas del deporte, como el número de dominadas realizadas con sujeción de un judogi o el tiempo que puede mantener la sujeción del traje de judo en posición de pull ups. En cuanto a la fuerza general, utilizando este tipo de periodización no se obtuvieron mejoras significativas, hecho que puede estar influenciado por el sistema utilizado para su evaluación, el número de repeticiones realizadas al 70% del RM estimado (Franchini et al., 2015b).

El principal problema que encontramos en esta revisión es que los resultados obtenidos en los diferentes estudios, no pueden atribuirse exclusivamente a la programación de fuerza. Tanto en Franchini et al. (2015a) Franchini et al. (2015b), como en Callister et al. (1990) además del trabajo de fuerza existe simultáneamente trabajo regular de judo. Adicionalmente, en Callister et al. (1990) existe interval training o entrenamiento de resistencia. Por lo que no sabemos que parte de los beneficios se debe a cada uno de los tipos de entrenamiento que se aplican. Por tanto, no son comparables los beneficios obtenidos en los diferentes estudios que aparecen en la revisión. Además, la manifestación de la fuerza a evaluar, así como la forma de evaluarse difiere de unos estudios a otros. Si bien en Callister et al. (1990) se utiliza un dinamómetro isocinético para medir la fuerza isocinética, existen otros donde, además de la isocinética, se mide la isométrica máxima (Franchini et al., 2015a; Franchini et al., 2015b). En otros estudios se utilizan test de fuerza dinámica máxima, 1RM (Franchini et al., 2015a, Franchini et al., 2015b) y 10RM (Saraiva et al., 2014). La fuerza resistencia general tan solo se mide en dos estudios pero si bien en Franchini et al. (2015a) se mide utilizando el número de repeticiones al 70% del RM estimado como con el peso total levantado al 70% del RM estimado. En Franchini et al. (2015b) tan solo se aplica el primer test. También existen trabajos donde se mide la fuerza resistencia de forma específica para judo utilizando un test de dominadas con agarre sobre un judogi cuando se pretende evaluar la dinámica y el mismo test sin desplazamiento de las articulaciones para la isométrica (Franchini et al., 2015a; Franchini et al., 2015b).

#### Sobreentrenamiento:

Tanto en Callister et al. (1990) como en Morales et al. (2013) se analiza los efectos del sobreentrenamiento en diferentes manifestaciones de la fuerza, dinámica máxima, isométrica máxima y potencia del tren superior (Morales et al., 2013), dinámica isocinética y fuerza explosiva en el tren inferior (Callister et al., 1990). En Callister et al. (1990), la caída en los niveles de fuerza dinámica se produce en la última fase, la de mayor volumen de entrenamiento. Sin embargo, en esta fase, el volumen de entrenamiento de fuerza se sitúa en niveles similares a los del entrenamiento regular. Por otro lado, en Morales et al. (2013) la caída en los niveles de fuerza y potencia se producen en el grupo que aumenta el volumen de entrenamiento respecto a su entrenamiento regular. Paradójicamente, este grupo es el único de los dos que realiza entrenamiento de fuerza con sobrecargas. Sin embargo, el grupo que mantiene su volumen de entrenamiento regular no presenta una disminución en los niveles de fuerza dinámica y potencia. Esto podría indicar que las causas del sobreentrenamiento tengan más que ver con el volumen global de entrenamiento y con la duración del periodo de sobrecarga que con el tipo de entrenamiento. Otro aspecto llamativo, es que en Morales et al. (2013) la disminución en los niveles de fuerza y potencia se producen tras 4 semanas del periodo de sobrecarga, mientras que en Callister et al. (1990) fue necesario esperar hasta las 6 semanas de periodo de sobrecarga para experimentar disminuciones en la fuerza, quizás esto pueda deberse a la diferencia de categoría de los judocas pues en Callister et al. (1990) estamos hablando de judocas de nivel internacional que posiblemente estén acostumbrados a convivir con volúmenes de entrenamiento más elevados. En Morales et al. (2013) la muestra está compuesta por judocas de menor nivel que compiten en ámbito nacional.

#### ENTRENAMIENTO COMPLEJO.

También podemos observar como en judo se utiliza el entrenamiento complejo que consiste en alternar ejercicios de entrenamiento de la fuerza general con secuencias de técnica (Bouchet y Cometti, 1996). En Blais y Trilles (2006), además, se utiliza una máquina específica para judo validada en Blais, Trilles y Lacouture (2007) que permite trabajar algunas técnicas de proyección de judo con sobrecargas. Un entrenamiento combinado, alternando series de trabajo con la máquina específica de judo y Nage Komi de las mismas técnicas durante 10 semanas tiene como resultado un aumento del peso absoluto movilizado así como una mejora de la calidad técnica de la proyección. Esto va en línea con Leplankvais, Cotinaud y Lacouture (1994) que ya obtuvieron evidencias a favor del aumento de peso absoluto movilizado mediante un programa de 8 semanas utilizando uno de esos aparatos. Este hallazgo apoya la idea de que la técnica en judo en muchas ocasiones va ligada a los niveles de fuerza del sujeto y que esta fuerza ha de conseguirse utilizando medios específicos de entrenamiento.

#### ENTRENAMIENTO CON ELECTROESTIMULACIÓN.

Por último, en la literatura encontramos el entrenamiento con electro estimulación aplicado a judocas. En Taifour, Nawaiseh y Khasawneh (2013) se concluyó que un entrenamiento de este tipo permite obtener ganancias en el nivel de fuerza isocinética máxima e isométrica de miembros inferiores en judocas fuertemente entrenados. Este trabajo no comparte con Zhan, Mantilla y Sieck (2003) las ganancias de fuerza isocinética cuando aumenta la velocidad angular. Los resultados de este estudio van en contra de Eriksson y Haggmark (1979) que no consiguieron obtener mejoras con sujetos muy entrenados. Sin embargo, sí que comparten con Kotz y Chullon (1975) y Pandyan, Granat y Stott (1997) los resultados en una muestra de atletas de élite. Para ello se requiere un programa de al menos 4 semanas con una frecuencia de 5 sesiones semanales. Por lo que respecta al régimen de contracción, debe estimularse simultáneamente agonista y antagonista generándose una co-contracción en una angulación predefinida. El tiempo de estimulación debe ser inferior a 5 segundos. En este estudio, se empleó un tiempo de 4 segundos porque uno de los objetivos era evitar la hipertrofia. En estudios como Zhan et al. (2003) y Cabric y Appell (1987), tiempos de estimulación iguales o inferiores a 5 segundos no generaron hipertrofia en la muestra. Esto puede tener una buena aplicación en el judo pues pertenecer a una u otra categoría depende del peso del judoca, por lo que el mantenimiento de la masa corporal debe ser uno de los aspectos a tener en cuenta cuando realizamos entrenamiento de fuerza.

Los resultados conseguidos en este estudio respecto a la fuerza isocinética son superiores en velocidades de 60, 90 y 120°/s a los conseguidos en Cabric y Appelle (1987), Kotz y Chullon (1975), Adrianova, Koz, Martjanova y Chwilon (1974), Gabriel, Kamen y Frost (2006) y Paillard (2008) mientras que las mejoras en fuerza isométrica máxima fueron inferiores comparadas con las alcanzadas en estos estudios. Las diferencias pueden deberse al régimen de contracción (co-contracción vs contracción) o a la cantidad (72 contracciones titánicas y 720 tónicas vs 10-25 contracciones) y duración de las contracciones titánicas (4 segundos vs 5-10 segundos).

Otro aspecto llamativo del estudio son las ganancias que se producen tanto en fuerza dinámica como en isométrica cuando las co-contracciones inducidas por electro estimulación se hacen en condiciones de isometría. Esto va en línea con Martin, Cometti, Pousson y Morlon (1993); Pichon, Chatard, Martin y Cometti (1995); Colson, Martin y Hoeck (2000). La explicación se encuentra en el reclutamiento no selectivo de las unidades motoras cuando la contracción está inducida artificialmente en lugar de producirse de forma voluntaria (Solomonow, 1984; Knaflitz, Merletti y De Luca, 1990; Feiereisen, Duchateau y Hainaut, 1997; Gregory y Bickel, 2005)

#### 3.4. CONCLUSIONES.

A continuación se presentan las conclusiones más importantes extraídas de esta revisión bibliográfica sobre el entrenamiento de fuerza en judo.

##### *Sobre el entrenamiento con sobrecargas:*

1) Puede ser necesario combinar el entrenamiento con sobrecargas con el propio de judo para obtener mejoras en la fuerza.

2) Parece ser necesaria una frecuencia de 3 sesiones semanales y al menos una duración de 4 semanas para obtener mejoras en la fuerza dinámica máxima. Cuando la duración es superior a las 8 semanas se pueden apreciar mejoras en hipertrofia y masa muscular.

3) Un entrenamiento de fuerza general, durante un periodo de 8-18 semanas puede generar mejoras en la fuerza resistencia general y específica de este deporte.

4) El entrenamiento con sobrecargas parece no ser efectivo para mejorar la capacidad de salto, tanto horizontal como vertical.

5) El número de ejercicios aconsejable realizar por sesión se encuentra entre 6 y 12 ejercicios.

6) A su vez, parece aconsejable que contenga ejercicios globales de tracción y empuje para el tren superior. El press banca se erige como el ejercicio más extendido en la literatura pero también son importantes el remo y press militar. Los ejercicios localizados deberían ser de flexo-extensión de muñeca y flexo-extensión de codo.

7) Para el tren inferior, parece razonable realizar ejercicios para los extensores de cadera y rodilla. Dentro de los globales, el ejercicio por excelencia es la sentadilla, aunque la prensa y el peso muerto también podrían jugar un papel importante. Entre los localizados, el leg curl y leg extensión parece que pueden ser útiles en judo.

8) Los movimientos olímpicos, que trabajan la globalidad del cuerpo también son muy solicitados.

9) En cuanto a los parámetros de la intensidad de la carga, en la literatura encontramos que en judo se alcanza el máximo de un 3 RM mientras que la resistencia mínima utilizada está en torno a los 15-20 RM.

10) Parece habitual trabajar al fallo muscular con judocas.

11) Respecto al volumen, el número de series para cada ejercicio que encontramos en los estudios donde se evidencian mejoras varía entre las 3 y las 5 series por ejercicio.

12) El tiempo de recuperación entre series parece ser menor cuando los objetivos van más vinculados a la fuerza resistencia (1 min) y mayor cuando nos centramos más en los aspectos neurales de la fuerza como la fuerza máxima (2-5 min)

13) Cuando el objetivo es maximizar los niveles de fuerza tanto en tren superior como inferior, planificar una sesión en la que los ejercicios destinados a tren inferior se realicen en primer lugar es donde la literatura ha evidenciado que se obtendrían los mejores resultados.

14) En cuanto al tipo de periodización para el entrenamiento de fuerza con sobrecargas, la literatura no nos ofrece evidencias de que exista una más adecuada que otra, de modo que tanto haciendo uso de las programaciones lineales (intensidad estable (PIE), intensidad progresiva (PIP), Periodización inversa de la fuerza) o no lineales (la programación de acentuadas oscilaciones (PAO)) pueden obtenerse mejoras similares.

15) Si nos centramos en el sobreentrenamiento, parece ser que lo que realmente lo genera es el incremento del volumen por encima de los valores habituales de entrenamiento, así como el tiempo que se mantiene a niveles extraordinariamente elevados, sin importar el tipo de entrenamiento que se esté realizando. Cuando estamos inmersos en este proceso los niveles de fuerza máxima, isocinética, potencia se ven afectados. En cambio la capacidad de salto que refleja la fuerza explosiva del sujeto puede permanecer intacta.

#### *Respecto al entrenamiento complejo:*

16) Atendiendo a las evidencias que nos ofrece la literatura científica, la utilización de la metodología de entrenamiento complejo de la fuerza, durante un periodo de al menos 10 semanas, puede aportarnos beneficios en la fuerza más vinculada a la técnica específica, además de ayudarnos a mejorar nuestra técnica en las acciones propias de judo.

17) Si queremos utilizar el entrenamiento complejo como medio de desarrollo de la fuerza podemos utilizar máquinas específicas (Blais, Trilles y Lacouture, 2007) que permiten realizar de forma integrada entrenamiento con sobrecarga y técnica de proyección.

#### *En relación al entrenamiento de electro estimulación:*

18) Este tipo de entrenamiento aplicado a judocas puede ser una buena alternativa cuando se pretende conseguir aumentar la fuerza isométrica y dinámica sin generar aumentos en la masa muscular. El programa requiere al menos de 4 semanas con una frecuencia de 5 sesiones semanales. El total de descargas tónicas ha de ser en torno a 72. Debe tener un régimen de co-contracción donde las activaciones sean inferiores a 4 segundos. Por último, la intensidad de electro estimulación tiene que ser 70 Hz.

#### 4. APLICACIÓN PRÁCTICA.

Nos encontramos ante un Judoca de 20 años que compite a nivel internacional. Entre sus logros está el campeonato de España junior en 2012 y sub-23 este mismo curso. Tiene un peso de unos 85 kg que le permite participar en la categoría de -90kg. Su estatura es de 1,80 metros. Este sujeto todavía está en fase de desarrollo aunque posee experiencia en el entrenamiento de fuerza.

Esta temporada quiere que de un salto en el ranking y se ha propuesto mejorar la fuerza máxima en tren superior e inferior. La fuerza máxima ayudará a paliar su déficit de habilidad técnica en judo pie. Otro aspecto que consideran necesario es el aumento de la masa muscular. Además, ha decidido poner énfasis en dos de las técnicas de proyección que mejor domina para intentar mejorar su hándicap en judo pie, estas son el Morote Seoï Nage y Osoto Gari.

Siguiendo una perspectiva multidisciplinar, su maestro, ha contactado con un preparador físico con experiencia en judo para que le ayude a diseñar la fase de preparación introduciendo un programa de mejora de la fuerza que permita conseguir los objetivos que se han ido planteando anteriormente.

Hasta el primer torneo importante de la temporada, puntuable para el ránking mundial, dispone de un periodo de 12 semanas y quiere llegar en unas condiciones óptimas a la competición.

El programa de fuerza va a utilizar dos modelos de periodización diferentes:

1. Un programa de intensidad progresiva mixta (PIPM) (Badillo y Rivas, 2002) dónde se produce un aumento progresivo de la intensidad al tiempo que se reduce de forma progresiva las repeticiones por serie. Además, en algunos momentos se produce una alternancia entre intensidad y volumen con el fin de evitar la fatiga neural que genera las intensidades elevadas. Este modelo lo utilizaremos para los ejercicios de fuerza general elegidos como medio de entrenamiento durante las 12 semanas previas a la cita competitiva.

2. Un programa de intensidad estable (PIE) (Badillo y Rivas, 2002) para aumentar la fuerza absoluta o potencia que es capaz de aplicar a la hora de realizar las técnicas de proyección que se ha propuesto mejorar. Para ello se fijará una intensidad relativa que se mantendrá fija a lo largo del programa.

El programa sigue la estructura que marca el modelo PIPM. Está dividido en cuatro fases de tres semanas de duración. Cada fase tiene unos objetivos determinados:

F1= Desarrollar fuerza resistencia general y específica, hipertrofia, fuerza máxima y fuerza absoluta en máquina de judo.

F2=Desarrollar hipertrofia, fuerza máxima y fuerza absoluta en máquina de judo.

F3=Desarrollar fuerza máxima, fuerza útil y fuerza absoluta en máquina de judo.

F4=Optimizar fuerza útil, mantener fuerza máxima y fuerza absoluta en máquina de judo.

La fuerza general hace referencia a la fuerza resistencia que se intenta adquirir mediante los ejercicios de musculación menos específicos que aparecen en el programa.

En cambio la fuerza resistencia específica se refiere a la fuerza isométrica de agarre que ha dado muestra de mejora en la revisión cuando se aplicaba un entrenamiento de fuerza general.

A través del entrenamiento con la máquina específica de judo se pretende conseguir la fuerza absoluta suficiente, sin alejarse demasiado de la técnica en sí, para poder realizar una proyección de calidad con individuos de mayor masa corporal.

Cuando nos referimos a la fuerza útil, estamos hablando de la fuerza que el judoca es capaz de desarrollar a través de la técnica de judo correspondiente. Este término adquiere sentido cuando añadimos al entrenamiento específico de la máquina de judo una alternancia con la metodología de



entrenamiento Nage Komi. Al hacer un contraste entre la técnica objeto con sobrecarga adicional y la situación con un oponente real se permite desarrollar la fuerza que el individuo va a ser capaz de aplicar en un combate.

La tendencia que se puede observar a lo largo de las fases del programa es una aproximación a las manifestaciones de la fuerza más específicas del judo, partiendo de aquellas más generalistas que sirven de base para desarrollar con garantías estas últimas.

En cuanto a la frecuencia de entrenamiento, durante todo el programa a excepción de la fase 3, se mantiene constante. Los ejercicios de fuerza general se llevan a cabo durante tres sesiones semanales, mientras que el entrenamiento con la máquina de judo se utiliza dos veces por semana.

En la fase 4, se reduce de tres a una sesión semanal para el caso de la fuerza general y de dos a una para la fuerza más específica, con la intención de llegar en condiciones óptimas a la primera cita competitiva importante.

El orden a la hora de realizar los ejercicios, ha seguido criterios de mayor a menor globalidad, así como una priorización de los ejercicios que implican a tren inferior en relación a los de tren inferior.

Los ejercicios corresponden a los más extendidos en la bibliografía para judo representando las principales acciones que se llevan a cabo en un combate (Agarre, tracción, empuje, levantamiento, extensión tren inferior). Los ejercicios más localizados dejan de entrenarse a partir de la fase 3, las flexiones y extensiones de muñeca a partir de la semana 7, mientras que el curl de bíceps y la extensión de tríceps a partir de la semana 10. Estas últimas, son acciones que se trabajan en los ejercicios más globales así como en el entrenamiento propio de judo por lo que el nivel de fuerza alcanzado se va a mantener. Además, para que el volumen de entrenamiento no se dispare al introducir los Nage komi, es necesario reducir la carga que representa este tipo de ejercicios.

El número de series para los ejercicios específicos varía desde las 3 a las 5, aumentando inicialmente en la primera fase para después mantenerse hasta la última en la que de nuevo desciende a 3.

Los ejercicios generales, siguen el mismo proceso, pasan de las 3 a las 4 en la primera fase manteniéndose invariables hasta la última fase donde también se reduce a 3.

Si se analiza la intensidad, para los ejercicios de fuerza general se comienza por cargas vinculadas a objetivos de fuerza resistencia 16 RM, primera semana, e hipertrofia 12RM, tercera semana. Durante la primera fase, el aumento de la intensidad se produce a ritmo de 2RM semanales. En la segunda, se alcanzan valores tradicionalmente vinculados a la fuerza hipertrofia, 10-8 RM aumentando en 1RM la intensidad semanalmente. Es en la fase 3, a partir de la semana 8 cuando comienza a apreciarse una alternancia entre intensidad y repeticiones por serie durante las siguientes 2 semanas. Es decir, disminuye la intensidad para aumentar el volumen y viceversa. Este proceso tiene lugar cuando se alcanzan las 6RM, umbral donde es posible que pueda desarrollarse síntomas de fatiga neural importantes. Finalmente, en la tercera fase a raíz de un incremento semanal de la carga de 1RM se llegan a alcanzar las 3RM, límite que se había establecido para trabajar la fuerza con judocas. Cabe destacar que al tratarse de un deportista de élite con experiencia en el entrenamiento de fuerza, no existe problema al aumentar semanalmente la intensidad de la carga. En el caso de los ejercicios con la máquina específica de judo, durante todo el programa se utiliza una intensidad de 10RM.

Otra variable importante, es el tiempo de recuperación entre series. Para el PIE, como los objetivos vinculados a este programa tienen que ver con la fuerza absoluta capaz de movilizar con la máquina de judo y fuerza útil, son necesarios tiempos de descanso elevados, de modo que la recuperación va a ser de 3 minutos entre serie.

En el caso del PIPM, dependiendo de los objetivos de cada fase, se aplicará un tiempo de recuperación u otro. En la primera fase, donde premia la fuerza resistencia e hipertrofia, los descansos son inicialmente de 1 min y terminan por situarse en 1,5 min. En la segunda fase, la hipertrofia primero y más tarde la fuerza máxima adquieren especial importancia por lo que el

tiempo de recuperación se mantiene en los 1,5 min de la fase previa alcanzando los 2 minutos en la sexta semana.

A partir de la tercera fase, el objetivo prioritario es mejorar o mantener la fuerza máxima por lo que los descansos serán de 3 minutos entre series.

En anexos se puede ver la evolución semanal de cada una de las variables mencionadas.



Objetivos	Periodización	Fase	Duración	Metodología	Frecuencia (ses/sem)	Ejercicios	Series	Descanso entre series (min)	Intensidad
Desarrollar fuerza absoluta en máquina de judo	PIE	F1	3 sem	RT	2	1.SJM (MO) 2.SJM (OG)	3-5	3	10 RM
Desarrollar fuerza resistencia, hipertrofia y fuerza máxima.	PIPM				3	3.SQ 4.DL 5.BP 6.R 7.AC 8.TE 9.WC 10.RWC	3-4	1,5-2	16-12 RM
Desarrollar fuerza absoluta en máquina de judo	PIE	F2	3 sem	RT	2	Ídem F1	5	3	10 RM
Desarrollar hipertrofia, fuerza máxima.	PIPM				3	Ídem F1	4	1,5-3	10-8 RM
Desarrollar potencia, fuerza útil.	PIE	F3	3 sem	RT y CXT	2	1.SJ (MO) 2.NK (MO) 3.SJM (MO) 4.NK (MO)	5/5	3 / 3	10 RM/ 10 NK
Desarrollar fuerza máxima.	PIPM				3	5.SQ 6.DL 7. BP 8.R	4	3	7-6 RM
	PIPM					9.AC 10.TE	3	3	7-6 RM
Mantener fuerza absoluta en máquina de judo y optimizar fuerza útil	PIE	F4	3 sem	RT y CXT	2-1	1.SJM (OG) 2.NK (OG) 3.SJM (MO) 4.NK (MO)	3-4/3-4	3/ 3	10 RM/ 10 NK
Mantener fuerza máxima	PIPM				2-1	5.SQ 6.DL 7.BP 8.R	3-4	3	5-3 RM

**LEYENDA:**

Ses/sem = sesiones por semana

PIP= Programa intensidad progresiva; PIPM= Programa intensidad progresiva mixta; PIE= Programa intensidad estable

F1,F2,F3,F4= Fases 1,2,3,4

Sem= semanas

RT= Entrenamiento con sobrecargas; CXT= Entrenamiento complejo.

SJM= Máquina específica judo; MO= Morote seoi nage; OG= O soto gari; SQ= sentadilla; DL= peso muerto; BP= press banca; R= Remo; AC= Arm curl; TE= Extensiones tríceps; WC= flexión muñeca; RWC= Extensión muñeca; Alter= Alternativamente;

RM= Repeticiones máximas.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abe, T., De Hoyos, D. V., Pollock, M. L., & Garzarella, L. (2000). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European journal of applied physiology*, 81(3), 174-180.
- Adrianova, G., Koz, M., Martjanova, W., & Chwilon, A. (1974). : Die Anwendung der Elektrostimulation for das Training der Muskelkraft, *Leistungssport*: 4 (2): 138-142
- Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2003). Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs. maximum repetitions multiple resistance exercises. *International journal of sports medicine*, 24(06), 410-418.
- Almansba, R., Franchini, E., & Sterkowicz, S. (2007). An uchi-komi with load, a physiological approach of a new special judo test proposal. *Sci Sports*, 22(5), 216-223.
- Alvim, J. (1975). *Judô Nague-Waza*. São Paulo.
- Anzano, A. P., & Llorens, J. L. C. (1997). Estudio de la estructura temporal del combate de judo. *Apunts: educación física y deportes*, (47), 32-39.
- Bartolomei, S., Hoffman, J. R., Merni, F., & Stout, J. R. (2014). A comparison of traditional and block periodized strength training programs in trained athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 990-997.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports medicine*, 35(10), 841-851.
- Blais, L., & Trilles, F. (2006). The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5 (CSSI), 132-135.
- Blais, L., Trilles, F., & Lacouture, P. (2007). Validation of a specific machine to the strength training of judokas. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 409-412.

- Blais, L., Trilles, F., & Lacouture, P. (2007). Three-dimensional joint dynamics and energy expenditure during the execution of a judo throwing technique (Morote Seoi Nage). *Journal of sports sciences*, 25(11), 1211-1220.
- Bonitch-Góngora, J., Bonitch-Domínguez, J., Feriche, B., Chiroso, I., Sánchez, C., Granados, M. A. & Padial, P. (2007). Análisis del comportamiento de la resistencia a la fuerza isométrica máxima de la musculatura prensora del antebrazo en judokas. *Archivos de Medicina*, 24(121), 358.
- Bouchet F., Cometti G. (1996) Les cahiers de l'INSEP. Arts martiaux. Sports de combat. In. Paris. 12. *INSEP Publications*.
- Bruce-Low, S., & Smith, D. (2007). Explosive exercise in sports training: a critical review. *J Exerc Physiol*, 10(1), 21-33.
- Cabric. M., & Appell, H. (1987). Effect of electrical stimulation of high and low frequency on maximum isometric force and some morphological characteristics in men. *International Journal of Sports Med*:(8) 4): 256-260.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F. & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European journal of applied physiology*, 88(1-2), 50-60.
- Callister, R. O. B. I. N., Callister, R. J., Fleck, S. J., & Dudley, G. A. (1990). Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 22(6), 816-824.
- Callister, R., Callister, R. J., Staron, R. S., Fleck, S. J., Tesch, P., & Dudley, G. A. (1991). Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 12(02), 196-203.
- Carpinelli, R. N., Otto, R. M., & Winett, R. A. (2004). A critical analysis of the ACSM position stand on resistance training: insufficient evidence to support recommended training protocols. *Journal of Exercise Physiology Online*, 7(3), 1-60.

- Carroll, T. J., Abernethy, P. J., Logan, P. A., Barber, M., & McEniery, M. T. (1998). Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 78(3), 270-275.
- Considine, W. J., & Sullivan, W. J. (1973). Relationship of selected tests of leg strength and leg power on college men. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 44(4), 404-416.
- Colson, S., Martin, A & Van, Hoecke. (2000). Re-examination of training effects by electrostimulation in human elbow musculoskeletal system. *International Journal Sports Med*: 21(4):281–8.
- De Lima, C., Boullosa, D. A., Frollini, A. B., Donatto, F. F., Leite, R. D., Gonelli, P. R. G., Montebello, MI, Prestes, J, & Cesar, M. C. (2012). Linear and daily undulating resistance training periodizations have differential beneficial effects in young sedentary women. *International journal of sports medicine*, 33(09), 723-727.
- Detanico, D., Dal Pupo, J., Franchini, E., & dos Santos, S. G. (2012). Relationship of aerobic and neuromuscular indexes with specific actions in judo. *Science & Sports*, 27(1), 16-22.
- Dias, I., de Salles, B. F., Novaes, J., Costa, P. B., & Simão, R. (2010). Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 65-69.
- Eriksson, E & Haggmark, T. (1979). Comparison of isometric muscle training and electrical stimulation supplementing isometric muscle training in the recovery after major knee ligament surgery. *The American journal of sport medicine*: 7:169-171.
- Fagerlund, R., & Häkkinen, H. (1991). Strength profile of Finnish judoists-measurement and evaluation. *Biol Sport*, 8(3), 143-149.
- Farmosi, I. (1980). Body-composition, somatotype and some motor performance of judoists. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 20(4), 431.

- Feiereisen, P., Duchateau, J & Hainaut, K. (1997). Motor unit recruitment order during voluntary and electrically induced contractions in the tibialis anterior. *Exp Brain Res*; 114(1):114–23.
- 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.
- Franchini, E., & Takito, M. Y. (2014). Olympic preparation in Brazilian judo athletes: description and perceived relevance of training practices. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1606-1612.
- Franchini, E., Takito, M. Y., Nakamura, F. Y., Regazzini, M., Matsushigue, K. A., & Kiss, M. A. P. D. (1999). Influência da ptidão aeróbia sobre o desempenho em uma tarefa anaeróbia láctica intermitente. *Motriz*, 5(1), 58-66.
- Franchini, E., Takito, M. Y., Nakamura, F. Y., Matsushigue, K. A., & Kiss, M. P. D. M. (2003). Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 43(4), 424.
- Franchini, E., Takito, M. Y., Kiss, M. A. P. D. M., & Strerkowicz, S. (2005a). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of Sport*, 22(4), 315.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., & Romano, R. (2005b). Performance responses to a periodized judo program. In *Annals of the 4th World Judo Research Symposium. Cairo: International Judo Federation* (pp. 24-5).
- Franchini, E., Nunes, A. V., Moraes, J. M., & Del Vecchio, F. B. (2007). Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *Journal of physiological anthropology*, 26(2), 59-67.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011a). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medicine*, 41(2), 147-166.
- Franchini, E., Miarka, B., Matheus, L., & Vecchio, F. B. D. (2011b). Endurance in judogi grip strength tests: comparison between elite and non-elite judo players. *Archives of Budo*, 7(1), 1-4.

- 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.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Julio, U. F., Matheus, L., & Candau, R. (2015a). Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 67-72.
- Franchini, E., Branco, B. M., Agostinho, M. F., Calmet, M., & Candau, R. (2015b). Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological, and performance responses to simulated judo matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 358-367.
- Frontera, W. R., Meredith, C. N., O'Reilly, K. P., Knuttgen, H. G., & Evans, W. J. (1988). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of applied physiology*, 64(3), 1038-1044.
- Gabriel, DA., Kamen, G & Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*; 36:133–149.
- García, R. H., & Luque, G. T. (2007). Análisis temporal del combate de judo en competición. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, (25), 6.
- Gettman, L. R., & Pollock, M. L. (1977). What makes a superstar? A physiological profile. *The Physician and Sportsmedicine*, 5(5), 64-68.
- González, J. J., & Ribas, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. *Barcelona: Inde*.
- Gregory, CM & Bickel, CS. (2005). Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical Therapy Journal*: 85(4):358–64.
- Hackett, D., Davies, T., Soomro, N., & Halaki, M. (2015). Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, bjsports-2015.



- Heyward, V. H., & Gibson, A. (2014). *Advanced fitness assessment and exercise prescription 7th edition*. Human kinetics.
- Heitkamp, H. C., Mayer, F., Fleck, M., & Horstmann, T. (2002). Gain in thigh muscle strength after balance training in male and female judokas. *Isokinetics and exercise science*, 10(4), 199-202. *Sportsmed*, 5(5), 64-68.
- Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Klatt, M., Faigenbaum, A. D., Ross, R. E., Tranchina, N. M. & Kraemer, W. J. (2009). Comparison between different off-season resistance training programs in Division III American college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 11-19
- Häkkinen, K., & Häkkinen, A. (1994). Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 35(3), 137-147.
- Hutto, L. E. (1938). *Measurement of the velocity factor and of athletic power in high school boys*. Ann Arbor Press.
- Iglesias, E., Fernández del Olmo, M., Dopico, J., Carratalá, V., & Pablos, C. (2000). Propuesta de organización y control del entrenamiento de fuerza del judoca. In *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (Vol. 1, pp. 227-236).
- Izquierdo, M., Ibanez, J., González-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J. & Gorostiaga, E. M. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1647-1656.
- Iwai, K., Okada, T., Nakazato, K., Fujimoto, H., Yamamoto, Y., & Nakajima, H. (2008). Sport-specific characteristics of trunk muscles in collegiate wrestlers and judokas. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 350-358.
- Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (1988). Resistance training: Basic principles. *The Physician and Sportsmedicine*, 16(3), 160-171.

- Knaflitz, M., Merletti, R & De Luca, C. (1990). Inference of motor unit recruitment order in voluntary and electrically elicited contractions. *Journal of Applied Physiology*; 68:1657–67.
- Komi, P. V. (Ed.). (1992). *Strength and power in sport* (pp. 169-179). Oxford: Blackwell scientific publications.
- Kotz, YM & Chullon, VA. (1975). *The Training of Muscular Power by Method of Electrical Stimulation*. Moscow, Russia: State Central Institute of Physical Culture.
- Krieger, J. W. (2010). Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 1150-1159.
- Leplanquais, F., Cotinaud, M., Lacouture, P., Trilles, F., & Mayeur, H. (1994). Propositions pour une musculation spécifique: Exemple du JUDO. *Cinésiologie*, 160, 80-86.
- Little, N. G. (1991). Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior, and senior men judokas. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 31(4), 510-520.
- Marcon, G., Franchini, E., Jardim, J. R., & Barros Neto, T. L. (2010). Structural analysis of action and time in sports: Judo. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6(4), 1226.
- Margnes, E., & Paillard, T. (2011). Teaching balance for judo practitioners. *Ido Mov Culture. J Martial Arts Anthropol*, 11, 42-46.
- Martin, L., Cometti, G., Pousson, M & Morlon B. (1993). Effect of electrical stimulation training on the contractile characteristics of the triceps surae muscle. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 67(5):457–61.
- McCloy, C. H. (1932). Recent studies in the Sargent jump. *Research Quarterly. American Physical Education Association*, 3(2), 235-242.
- McNamara, J. M., & Stearne, D. J. (2010). Flexible nonlinear periodization in a beginner college weight training class. *The Journal of strength & conditioning research*, 24(8), 2012-2017.

- Miarka, B., Fukuda, D. H., Del Vecchio, F. B., & Franchini, E. (2016). Discriminant analysis of technical-tactical actions in high-level judo athletes. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(1), 30-39.
- Miarka, B., Panissa, V. L. G., Julio, U. F., Del Vecchio, F. B., Calmet, M., & Franchini, E. (2012). A comparison of time-motion performance between age groups in judo matches. *Journal of sports sciences*, 30(9), 899-905.
- Miranda, F., Simão, R., Rhea, M., Bunker, D., Prestes, J., Leite, R. D., & Novaes, J. (2011). Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *The Journal of strength & conditioning research*, 25(7), 1824-1830.
- Monteiro, A. G., Aoki, M. S., Evangelista, A. L., Alveno, D. A., Monteiro, G. A., da Cruz Piçarro, I., & Ugrinowitsch, C. (2009). Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1321-1326.
- Morales, J., Álamo, J. M., García-Massó, X., López, J. L., Serra-Añó, P., & González, L. M. (2014). Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1896-1905.
- Muramatsu, S., Horiyasu, T., Sato, S. I., Hattori, Y., Yanagisawa, H., Onozawa, K., & Tezuka, M. (1994). The relationship between aerobic capacity and peak power during intermittent anaerobic exercise of judo athletes. *Bulletin of the Association for the Scientific Study on Judo Kodokan*, 8, 151-160.
- O'Hagan, F. T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Garner, S. H. (1995). Comparative effectiveness of accommodating and weight resistance training modes. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(8), 1210-1219.
- Ostrowski, K. J., Wilson, G. J., Weatherby, R., Murphy, P. W., & Lyttle, A. D. (1997). The Effect of Weight Training Volume on Hormonal Output and Muscular Size and Function. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(3), 148-154.

- Paillard T. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports Med*; 38(2):161-71.
- Painter, K., Haff, G., Ramsey, M., McBride, J., Triplett, T., Sands, W. & Stone, M. (2012). Strength gains: block vs dayley undulating periodization weight-training among track and field athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 7: 161-169.
- Pandyan, AD., Granat, MH & Stott, DJ. (1997). Effects of electrical stimulation on flexion contractures in the hemiplegic wrist. *Clinical Rehabilitation*; 11(2):123-130.
- Paulsen, G. O. S. R. A. N., Myklestad, D., & Raastad, T. (2003). The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 115-120.
- Pichon, F., Chatard, J. C., Martin, A., & Cometti, G. (1995). Electrical stimulation and swimming performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(12), 1671-1676.
- Radovanovic, D., Bratic, M., Nurkic, M., Cvetkovic, T., Ignjatovic, A., & Aleksandrovic, M. (2009). Oxidative stress biomarker response to concurrent strength and endurance training. *Gen Physiol Biophys*, 28(Special Issue), 205-211.
- Ratamess, N. A. (2011). Strength and conditioning for grappling sports. *Strength & Conditioning Journal*, 33(6), 18-24.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(3), 456-464.
- Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T., & Burkett, L. N. (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *The Journal of strength & conditioning research*, 16(2), 250-255.
- Saraiva, A., Monteiro, G.S., Costa, G., Novaes, J. (2014). Influence of exercise order on strength in judo athletes. *Gazzeta Medica Italiana*, 173(5), 251-257.

- Shyamal, K., & Yadav, K. M. (2009). An association of hand grip strength with some anthropometric variables in Indian cricket players. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 7(2), 113-123.
- Simao, R., de Salles, B. F., Figueiredo, T., Dias, I., & Willardson, J. M. (2012). Exercise order in resistance training. *Sports medicine*, 42(3), 251-265.
- Simão, R., Spinetti, J., de Salles, B. F., Matta, T., Fernandes, L., Fleck, S. J. & Strom-Olsen, H. E. (2012). Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: hypertrophic and strength effects. *The Journal of strength & conditioning research*, 26(5), 1389-1395.
- Simão, R., Spinetti, J., de Salles, B. F., Oliveira, L. F., Matta, T., Miranda, F. & Costa, P. B. (2010). Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med*, 9(1), 1-7.
- Solomonow, M. (1984). External control of the neuromuscular system. *IEEE Trans Biomed Eng*; 31:752–63.
- Spinetti, J., de Salles, B. F., Rhea, M. R., Lavigne, D., Matta, T., Miranda, F. & Simão, R. (2010). Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 2962-2969.
- Staron, R. S., Karapondo, D. L., Kraemer, W. J., Fry, A. C., Gordon, S. E., Falkel, J. E. & Hikida, R. S. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *Journal of applied physiology*, 76(3), 1247-1255.
- Sterkowicz, S., Lech, G., Chwala, W., Ambrozy, T., Jaworski, J., & Klys, A. (2011). Muscle strength in young judo contestants vs. untrained subjects. *Archives of Budo*, 7(3), 179-184.
- Stone, M., Plisk, S., & Collins, D. (2002). Training principles: evaluation of modes and methods of resistance training--a coaching perspective. *Sports biomechanics/International Society of Biomechanics in Sports*, 1(1), 79-103.
- Taifour, A. M., Al Nawaiseh, A., & Khasawneh, A. S. (2013). Isokinetic and isometric strength after electrical stimulation on Judo players. *Journal of Physical Education and Sport*, 13(3), 400.

Takahashi, R. (1992). PLYOMETRICS: Power training for judo: Plyometric training with medicine balls. *Strength & Conditioning Journal*, 14(2), 66-71.

Tarpenning, K. M., Wiswell, R. A., Hawkins, S. A., & Marcell, T. J. (2001). Influence of weight training exercise and modification of hormonal response on skeletal muscle growth. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(4), 431-446.

Thomas, S. G., Cox, M. H., LeGal, Y. M., Verde, T. J., & Smith, H. K. (1989). Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 14(3), 142-147.

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.

Van Malderen, K., Jacobs, C., Ramon, K., Evert, Z., Deriemaeker, P., & Clarys, P. (2006, July). Time and technique analysis of a judo fight: a comparison between males and females. In *Annals of the 11th Annual Congress of the European College of Sport Science*.

Zhan, WZ., Mantilla, CB & Sieck, GC. (2003). Regulation of neuromuscular transmission by neurotrophins. *Sheng Li Xue Bao*; 55(6):617-624.

[http://www.rfejudo.com/documentos/arbitraje/PDF-Reglamento-arbitraje-IJF-2014-2016-\(ESP\).pdf](http://www.rfejudo.com/documentos/arbitraje/PDF-Reglamento-arbitraje-IJF-2014-2016-(ESP).pdf)

## 6. ANEXOS.

### Anexo 1: tablas periodización propuesta práctica.

	Entrenamiento con máquina específica de judo.
	Entrenamiento complejo: máquina específica de judo alternando con entrenamiento Nage komi.
	Reducción y elevación alternativa de volumen e intensidad en determinados momentos del ciclo
	Entrenamiento general con sobrecargas

	Duración Fase (sem)	Frecuencia	Ejercicio		Series	Recuperación entre series (min)	Intensidad
F1	SEM 1	2	1.MO en SJM	2.OS en SJM	3	3	10 RM
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	3	1	16 RM
			5.Press Banca	6.Remo	3	1	16 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	3	1	16 RM
			9.Flexión muñeca	10.Extensión muñeca	3	1	16 RM
	SEM 2		1.MO en SJM	2.OS en SJM	4	3	10 RM
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	1	14 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	1	14 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	1	14 RM
			9.Flexión muñeca	10.Extensión muñeca	4	1	14 RM
	SEM 3		1.MO en SJM	2.OS en SJM	4	3	10 RM
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	1	14 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	1	14 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	1	14 RM
			9.Flexión muñeca	10.Extensión muñeca	4	1	14 RM

F2	Duración Fase (sem)	Frecuencia	Ejercicio		Series	Recuperación entre series (min)	Intensidad
	SEM 1	2	1.MO en SJM	2.OS en SJM	5	3	10 RM
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	1,5	10 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	1,5	10 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	1,5	10 RM
			9.Flexión muñeca	10.Extensión muñeca	4	1,5	10 RM
	SEM 2	2	1.MO en SJM	2.OS en SJM	5	3	10 RM
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	1,5	9 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	1,5	9 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	1,5	9 RM
9.Flexión muñeca			10.Extensión muñeca	4	1,5	9 RM	
SEM 3	2	1.MO en SJM	2.OS en SJM	5	3	10 RM	
	3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	2	8RM	
		5.Press Banca	6.Remo	4	2	8RM	
		7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	2	8RM	
		9.Flexión muñeca	10.Extensión muñeca	4	2	8RM	



	Duración Fase (sem)	Frecuencia	Ejercicio		Series	Recuperación entre series (min)	Intensidad
F3	SEM 1	2	1.MO en SJM/NK MO	2.OS en SJM/ NK OS	5	3/3	10 RM/ 10 NK
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	3	7 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	3	7 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	3	7 RM
	SEM 2	2	1.MO en SJM/NK MO	2.OS en SJM/ NK OS	5	3/3	10 RM/ 10 NK
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	3	6 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	3	6 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	3	6 RM
	SEM 3	2	1.MO en SJM/NK MO	2.OS en SJM/ NK OS	5	3/3	10 RM/ 10 NK
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	3	7 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	3	7 RM
			7.Arm curl	8.Extensión tríceps	4	3	7 RM

	Duración Fase (sem)	Frecuencia	Ejercicio		Series	Recuperación entre series (min)	Intensidad
F4	SEM 1	2	1.MO en SJM/NK MO	2.OS en SJM/ NK OS	4	3/3	10 RM/ 10 NK
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	4	3	5 RM
			5.Press Banca	6.Remo	4	3	5 RM
	SEM 2	2	1.MO en SJM/NK MO	2.OS en SJM/ NK OS	3	3	10 RM/ 10 NK
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	3	3	4 RM
			5.Press Banca	6.Remo	3	3	4 RM
	SEM 3	2	1.MO en SJM/NK MO	2.OS en SJM/ NK OS	3	3	10 RM/ 10 NK
		3	3.Sentadilla	4.Peso muerto	3	3	3 RM
			5.Press Banca	6.Remo	3	3	3 RM

Miguel Hernández