



Centres universitaris adscrits a la



ESCUELA UNIVERSITARIA TECNOCAMPUS

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

TRABAJO DE FIN DE GRADO

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PARA LA MEJORA DEL EMPUJE DEL ARO EN BALONCESTO EN SILLA DE RUEDAS

Alumno: Gabriel Ramírez Salvany

Director académico: Dr. Adrián García Fresneda

Curso académico: 5to curso del Doble Grado en Fisioterapia y CAFD

Barcelona, a 21 de Febrero de 2022

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	Error! No s'ha definit el marcador.
GLOSARIO Y ABREVIATURAS	3
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	4
INTRODUCCIÓN	6
JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	7
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	8
HIPÓTESIS	8
OBJETIVO PRINCIPAL	8
OBJETIVOS SECUNDARIOS	8
METODOLOGÍA	8
POBLACIÓN Y MUESTRA	8
ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO	9
VARIABLES DEL ESTUDIO	10
PROCEDIMIENTO	11
Test 12-m Wheeling Sprint	11
Test de cargas progresivas	12
DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	14
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
CONSIDERACIONES ÉTICAS	16
CRONOGRAMA	18
PRESUPUESTO	19
LIMITACIONES Y PROSPECTIVA	20
BIBLIOGRAFÍA	21
ANEXOS	24
ANEXO I - Curva de potencia-carga del software Chronojump-Boscosystem	24
ANEXO II - Técnica del press de banca	25
ANEXO III - Documento de consentimiento informado	25
ANEXO IV - Documento de renuncia voluntaria	27

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 - Criterios de inclusión	9
Tabla 2 - Cronograma	18
Tabla 3 - Presupuesto	19

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

Glosario:

- **Empuje del aro:** Elemento técnico de deportes en silla de ruedas que permite el desplazamiento con esta
- **Fuerza explosiva:** Capacidad de generar la mayor cantidad de fuerza en el menor tiempo posible
- **Potencia:** Energía producida durante la aplicación de fuerza durante un tiempo determinado
- **Sprint:** Carrera, generalmente de corta distancia, donde se pretende conseguir la velocidad máxima en ese recorrido

Abreviaturas:

- **WB:** *Wheelchair Basketball* / Baloncesto en silla de ruedas
- **BP:** *Bench Press* / Press de Banca
- **IWBF:** *International Wheelchair Basketball Federation* / Federación Internacional de Baloncesto en Silla de Ruedas
- **FCEDF:** Federación Catalana de Deporte Adaptado en Cataluña
- **P_{MAX}:** Potencia Máxima
- **M_P:** Potencia media
- **M/S:** Metros partido de segundos
- **RM:** Repetición Máxima
- **KG:** Kilogramos

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción: La fuerza explosiva de los brazos es una de las cualidades físicas primordiales en el WB. Es sabido que el correcto desarrollo de los componentes físicos como técnicos de un deporte son indispensables para el éxito del rendimiento. Siendo la fuerza explosiva de las extremidades superiores un elemento indispensable para la mejora de la velocidad del desplazamiento en muchos de los deportes en silla de ruedas, se ha diseñado un programa de entrenamiento de *press de banca* (BP) con el objetivo de mejorar los resultados de este elemento técnico y lograr un mayor éxito competitivo.

Metodología: Se trata de una propuesta de ensayo clínico aleatorizado de una duración de 11 semanas y conformado por 2 grupos de jugadores de WB de la FCEDF; el grupo experimental (n=8) y el grupo control (n=8). El grupo experimental se someterá a un plan de entrenamiento de fuerza explosiva de 3 días a la semana durante 8 semanas con un único ejercicio, el BP. Se realizará una medición del test de sprint de 12 metros a ambos grupos, pre y post intervención. El test de cargas progresivas únicamente se realizará al grupo experimental para la determinación del peso durante las series del ejercicio. Realizada la intervención, se recolectarán los datos pertinentes y se comparará la efectividad del plan de tratamiento para la mejora del empuje del aro en silla de ruedas.

Resultado esperado: Siguiendo la hipótesis propuesta, el grupo experimental que realizará el programa de entrenamiento de fuerza explosiva en BP conseguirá una disminución de los tiempos en el test de sprint de 12 metros, y por tanto, conseguirá un incremento de la velocidad y aceleración en distancias cortas. Por otro lado, el grupo control no notará diferencias significativas en su aceleración y velocidad pre y post intervención.

Conclusiones: Si el resultado del proyecto de investigación es exitoso, un programa de BP enfocado en la mayor producción de potencia será un complemento útil al entrenamiento específico de baloncesto en silla de ruedas, y muy probablemente a deportes con características y demandas físicas similares.

Palabras clave: Baloncesto en silla de ruedas, entrenamiento del empuje, programa de fuerza

explosiva

Introduction: Explosive arm strength is one of the most important physical qualities in WB. It is well known that the correct development of the physical and technical components of a sport are essential for successful performance. Being the explosive strength of the upper extremities an indispensable element for the improvement of the speed of displacement in many wheelchair sports, a bench press (BP) training program has been designed with the aim of improving the results of this technical element and achieving greater competitive success.

Methodology: This is a proposed 11-week randomized clinical trial consisting of 2 groups of FCEDF WB players; the experimental group (n=8) and the control group (n=8). The experimental group will undergo an explosive strength training plan 3 days a week for 8 weeks with a single exercise, the BP. A measurement of the 12-meter sprint test will be performed to both groups, pre- and post-intervention. The progressive load test will only be performed to the experimental group to determine the weight during the exercise series. After the intervention, the pertinent data will be collected and the effectiveness of the treatment plan for the improvement of the wheelchair hoop push will be compared.

Expected result: Following the proposed hypothesis, the experimental group that will perform the explosive strength training program in BP will achieve a decrease in times in the 12-meter sprint test, and therefore, will achieve an increase in speed and acceleration over short distances. On the other hand, the control group will not notice significant differences in their acceleration and speed pre and post intervention.

Conclusions: If the outcome of the research project is successful, a BP program focused on increased power output will be a useful complement to wheelchair basketball specific training, and most likely to sports with similar characteristics and physical demands.

Key words: Wheelchair basketball, push-off training, explosive strength program

INTRODUCCIÓN

El deporte rey en el ámbito del deporte adaptado es el baloncesto sobre ruedas (WB), el cual es practicado en más de 80 países alrededor del mundo (CPE, 2020). Se trata de un deporte colectivo jugado por 2 equipos de 5 jugadores cada uno, donde el objetivo principal es anotar más canastas, y por tanto, más puntos que el rival. El juego está compuesto de 4 partes de 10 minutos cada una, donde se pueden añadir prórrogas de hasta 5 minutos extra cada una si el partido estuviera empatado. Por supuesto, la propia federación deportiva explica detenidamente tanto las demás normas del deporte como de las clasificaciones funcionales de cada jugador, dependiendo de su discapacidad (IWBF, 2021).

La creación de un organismo internacional y la aparición de competiciones oficiales a mediados del siglo XX (CPE, 2020), conlleva a la investigación de nuevos métodos y planteamiento de entrenamientos específicos para el éxito de estas modalidades, y en especial, de las cualidades físicas tanto de fuerza explosiva (Ozmen, Tarik, et al., 2014) como de la capacidad aeróbica y anaeróbica (Gossey-Tolfrey, Victoria L., 2005).

El WB es un deporte de carácter predominantemente aeróbico con acciones intermitentes de metabolismo anaeróbico, donde se han ido perfeccionando diferentes fórmulas para lograr un mayor rendimiento en el ámbito competitivo (Gossey-Tolfrey, Victoria L., 2005). La cualidad física de la fuerza, y más en concreto la fuerza explosiva, es uno de los componentes más importantes (Ozmen, Tarik, et al., 2014), sino el que más, en el rendimiento y éxito de esta disciplina deportiva. Además, se incluyen cualidades como la flexibilidad, coordinación, resistencia y velocidad (DePauw, et al., 1995).

Los componentes técnicos principales en el WB son el manejo de la silla de ruedas; cambios de dirección, aceleración y sprint de distancias cortas (Ferro et al., 2016), además del manejo del balón; pases, tiros, rebotes y regates (Ozmen, Tarik et al., 2014). Todos son llevados a cabo por las articulaciones que componen las extremidades superiores, priorizando el hombro como el engranaje principal de este motor, y utilizado durante la propulsión de la silla de ruedas y los elementos técnico-tácticos del deporte (Gorgatti, M., & Bohme, M., 2002). Demostrando así, que la pauta de un programa de ejercicios de fuerza explosiva, da como resultado un incremento sustancial de la velocidad y agilidad, así como el rendimiento deportivo en general de estos atletas (Ozmen, Tarik et al., 2014).

Si bien es cierto que se han realizado estudios que relacionan el rendimiento del sprint de corta distancia dependiendo de la clasificación funcional de la IWBF (García-Fresneda, et al. 2019), y demostrado que programas de entrenamiento de la fuerza explosiva del empuje mejoran esta

habilidad (Ozmen, Tarik et al., 2014), no existe un programa de entrenamiento claro y específico de este.

Tal y como afirman Cardoso, et al. (2011), sabemos que para conseguir el éxito deportivo es fundamental incluir una correcta preparación física a nivel de fuerza y potencia de extremidades superiores (Green, S., 1999). El *press* de banca (BP) es una de las pruebas no específicas usadas en multitud de estudios que logra medir la eficacia del empuje y fuerza de extremidades superiores (Romarate A, et al. 2021), y probablemente siendo el ejercicio más extendido y usado para la mejora de la fuerza de las extremidades superiores, especialmente el pecho, siendo esencial para el desarrollo de estos músculos (Barnett, C. et al, 1995). Barnett, C. et al. (1995) nos dice que en el empuje o *press* envuelve variedad de movimientos en el plano sagital, frontal y transversal de la articulación glenohumeral. También comenta que la activación muscular llevada a cabo en este ejercicio recae principalmente en el músculo pectoral mayor y tríceps braquial.

Por ello, el objetivo de esta propuesta de intervención es la de lograr una mejora de la fuerza explosiva del empuje y de la capacidad de aceleración a través de un programa de entrenamiento orientado a las extremidades superiores y basado en el BP, para la consecución de la mejora del empuje en WB.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Existen programas y pautas de entrenamiento en atletas en sillas de ruedas acerca de la mejora de la fuerza de los distintos grupos musculares de la cintura escapular y extremidades superiores (Romarate A et al., 2021).

Aunque, según nos muestran Paulson, Thomas et al. (2016) y Lee, J et al. (2020), existe una escasa evidencia en cuanto al rendimiento para el deporte adaptado y donde es necesaria una profundización mayor de lo que envuelve la preparación competitiva y sobre todo, a lo que envuelve esta búsqueda; de información precisa acerca de programas de entrenamiento para el empuje en silla de ruedas.

Habiendo realizado una revisión exhaustiva de la literatura actualmente disponible, proponemos un programa de fuerza explosiva del empuje para estos deportistas, ya que será una pieza clave de las habilidades motrices necesarias para el elemento técnico del empuje en el baloncesto en silla de ruedas.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

- La realización de un programa de entrenamiento de fuerza para la mejora del empuje en BP mejora considerablemente la fuerza explosiva, y por tanto, la aceleración y velocidad del empuje en silla de ruedas.
- Un programa de entrenamiento de la fuerza explosiva da mejores resultados que otro tipo de entrenamiento para la mejora de la aceleración y velocidad en carrera.

OBJETIVO PRINCIPAL

- Realizar un programa de entrenamiento para el incremento de la fuerza explosiva del empuje en jugadores de baloncesto en silla de ruedas.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Comprobar si la realización de un plan de entrenamiento enfocado en el empuje favorece la capacidad de aceleración y sprints de cortas distancias en el WB.
- Determinar las equivalencias entre la potencia máxima de empuje en BP y la capacidad de aceleración.

METODOLOGÍA

POBLACIÓN Y MUESTRA

Los participantes que llevarán a cabo este protocolo de entrenamiento serán jugadores catalanes de la primera liga de la FCEDF. La muestra la conformarán un total de 16 jugadores de los 4 equipos diferentes de Cataluña, de los cuales únicamente 8 realizarán la intervención. Estos actualmente se encuentran en activo en su carrera deportiva.

Este proyecto de investigación se llevará a cabo en un espacio similar o igual a los terrenos de competición/entreno donde regularmente se realice esta actividad.

Para la elección de los participantes requerimos de un filtro con unos requisitos inclusivos y exclusivos. A continuación observamos más detalles donde se muestran más detalles:

Tabla 1 - Criterios de inclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN
Jugadores catalanes de la liga FCEDF
Edades entre 18 y 35 años
Sujetos varones
Jugadores de cualquier clasificación funcional según la federación internacional de baloncesto en silla de ruedas (IWBF)

ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO

Se tratará de un ensayo clínico aleatorizado y en paralelo. La asignación de los participantes a los diferentes grupos deberá hacerse de forma imprevisible y de forma que se oculta la secuencia de aleatorización. Por ello, utilizaremos el sistema OxMAR, un sistema software de código abierto y online que permite la asignación de los sujetos de la forma expuesta anteriormente (O'Callaghan, 2014).

Habrán 2 grupos, el grupo control y el grupo experimental. Se realizará un seguimiento de ambos grupos, y al final del ensayo se compararán los resultados obtenidos. Dada la variabilidad antropométrica de los sujetos, la aleatorización se realizará en bloques permutados, para garantizar que ambos grupos poseen una cantidad similar con características similares como la edad, peso y altura.

Después de haber obtenido el consentimiento informado de los participantes, un individuo ajeno a la investigación se encargará de mandar un correo electrónico con la asignación de cada participante en el grupo de entrenamiento que le corresponda.

Los entrenadores no podrán estar cegados, por lo que para reducir el riesgo de sesgo, el equipo encargado de la toma de datos y análisis no conocerá la asignación de grupos entre los sujetos.

Los participantes no mencionarán a qué grupo de intervención pertenecen para no alterar la obtención de los resultados.

VARIABLES DEL ESTUDIO

Test de cargas progresivas

Este test únicamente se realizará al grupo experimental para la estructuración del plan de entrenamiento. La principal variable que nos interesa conocer es la carga con la que se realiza la serie y se obtiene la mayor potencia dependiendo de la fuerza aplicada y su velocidad (Mean Power o MP), generada durante las series del empuje del BP, ya que será la variable que determinará el número de repeticiones a realizar en el ejercicio del plan de entrenamiento según el perfil fuerza-velocidad obtenido. Se compararán los resultados obtenidos previos y posteriores al programa de entrenamiento, determinando así que la disminución de los tiempos en el test de sprint en silla de ruedas está estrechamente relacionado con la mejora de la potencia del BP, y por tanto, la fuerza explosiva de extremidades superiores (Ozmen, Tarik et al., 2014).

Para la medición de esta variable, realizaremos el test de cargas progresivas para conocer la potencia máxima del ejercicio, siendo los Watts la unidad de la potencia ($W=f*v$). Para ello, se utilizará un encoder lineal de la marca Chronojump, con el software del mismo nombre. Nos proporcionará información directa del espacio recorrido y del tiempo a la que la carga externa es movida, por tanto, nos informará de la velocidad, y donde podremos obtener los diferentes perfiles de fuerza-velocidad de cada participante (Buscà B, Font A., 2011).

Test de 12-m Wheeling Sprint (Sprint de 12 metros sobre ruedas)

García-Fresneda, et al. (2019) demostraron la fiabilidad del test *12-m Wheeling Sprint* para obtener las capacidades de empuje y los rendimientos del sprint en jugadores de rugby en silla de ruedas y por tanto, válido para WB debido a que la distancia del campo, la superficie

es idéntica en ambos deportes. Usaremos este test para medir el tiempo transcurrido durante el desplazamiento de los 3, 5 y 12 metros del recorrido, iniciando el movimiento desde parado. Se realizará en el mismo terreno de competición/entrenamiento del deporte.

PROCEDIMIENTO

Los jugadores de WB serán informados por el coordinador de la FCDEF de la existencia de este estudio. Los participantes con mayor predisposición a formar parte de este estudio, se les facilitará un dossier con toda la documentación requerida y si se logran cumplir con los criterios de inclusión, se entregarán los documentos acerca del consentimiento informado que requiere un estudio de estas características. Posteriormente, se organizará una reunión informativa con todos los participantes para establecer las normas y requisitos para la entrada a esta investigación y establecer el cronograma del procedimiento.

El periodo de entrenamiento estará compuesto por 8 semanas de 3 entrenamientos en cada una de ellas, incluyendo 1 semana al inicio para el aprendizaje de la técnica del BP, y una segunda semana para la medición de las variables a investigar. La semana posterior a finalizar el programa, se realizará de nuevo un análisis de las variables con los mismos tests y pruebas realizadas al principio. En total, la intervención tendrá una duración de 11 semanas.

Una vez conocidos el número de participantes se organizará al azar el grupo en el cual participará cada uno de ellos. El primer grupo estará formado por los sujetos en los que se llevará a cabo dicho procedimiento, el otro será el grupo control.

Test 12-m Wheeling Sprint

En primer lugar, se realizará el muestreo del test *12-m Wheeling Sprint*, a cada uno de los participantes, tanto al grupo control como al experimental. Los participantes acudirán el primer día de muestreo con un descanso de 48 horas de realización de cualquier tipo de ejercicio extenuante.

Siguiendo con el procedimiento llevado a cabo en el estudio de García-Fresneda, et al. (2019), previo a la prueba se realizará un calentamiento estandarizado de rodaje, movilidad articular y estiramientos dinámicos, y 3 aceleraciones submáximas progresivas de 20 metros. También llevarán a cabo un calentamiento específico de dicha prueba durante 10 minutos.

Para iniciar la prueba, los sujetos deberán colocar las ruedas delanteras encima de la línea de salida, pero el tronco situado detrás de esta. El juez de línea avisará dará la señal diciendo “cuando quieras”. El atleta tratará de realizar la carrera con la máxima velocidad posible. El equipo de medición del tiempo y velocidad será Kit Race Analyzer de la marca Chronojump con un tiempo de precisión de toma de datos de 4 microsegundos (Race Analyzer-Chronojump., s. f.). Se tomarán muestras del tiempo durante los metros 3, 5 y 12 del recorrido utilizando el software del propio kit y obtendremos la velocidad con la variable m/s. Siguiendo con su metodología, cada participante realizará 2 series de sprints de 12 metros con descansos de 5 minutos interserie (1 minuto de descanso activo y los otros 4 pasivamente).

Test de cargas progresivas

El test de cargas progresivas servirá para conocer el perfil potencia-carga y determinar el peso que más potencia genere durante las repeticiones del ejercicio.

Siguiendo con la metodología explicada por la compañía Chronojump sobre la correcta utilización del uso del encoder lineal para la medición de la potencia-carga (Chronojump-Boscosystem 2021), y usando su kit de encoder lineal (Kit encoder lineal - Chronojump s.f) realizaremos el test en el ejercicio de BP.

Se procederá a evaluar diferentes franjas del RM del BP, comenzando simplemente con la barra olímpica (20 kg), y añadiendo un disco de 5 kg por lado en cada serie, lo que supone un incremento de 10 kg por cada ronda. Se realizará la prueba con 20, 30, 40, 50 y 60 kg. Estos 5 resultados nos proporcionarán la información suficiente para establecer la curva fuerza-velocidad.

El encoder lineal se dispondrá en el suelo atado a la barra. Los participantes deberán ejecutar el BP con la mejor técnica posible y realizando las repeticiones a la máxima velocidad posible. Para la medición de la curva potencia-carga solo será necesario realizar un máximo de 6 repeticiones.

Con la utilización del software que nos proporciona el kit de Chronojump, podremos recabar los datos y proyectar la curva potencia-carga. Las variables que obtenidas serán la potencia en watts ($W=f*v$), extrayendo la potencia media ejercida de la serie, Mean Power (MP) y la potencia máxima ejercida en la repetición (Pmax). El peso con el que mayor potencia media ejercida se realice, será el indicado para llevar a cabo el plan de entrenamiento.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Este programa de entrenamiento se llevará a cabo durante la temporada competitiva de los equipos. El grupo control serán jugadores que entrenarán con normalidad con sus respectivos equipos. El grupo experimental, además del entrenamiento rutinario, llevará a cabo este procedimiento en los días de descanso o menor carga de trabajo.

El plan de entrenamiento estará compuesto por 8 semanas. El grupo experimental realizará los 3 entrenos de cada una de ellas durante los días de descanso o menor carga de entrenamiento. El protocolo estará conformado por una rutina orientada al entrenamiento para la generación de la potencia máxima del empuje de las extremidades superiores. El eje vertebral de este programa será el BP, ejercicio principal del empuje horizontal del tronco superior.

A continuación se describe la técnica del ejercicio.

PRESS BANCA:

- El sujeto se dispondrá en decúbito supino encima del banco, con las piernas a cada lado y fuera de este.
- La posición del cuerpo con respecto al banco debe de tener 3 puntos de contacto principales; parte posterior de la cabeza, parte superior de la espalda (lográndose con la retracción escapular) y glúteos. Los pies deben colocarse en el suelo para completar los puntos de apoyo, y con una pequeña abducción y rotación de cadera.
- La barra, sostenida en el rack, se situará a la altura de los ojos.
- El ancho del agarre será aproximadamente entre 1.5 y 2 veces el ancho de los hombros.
- Se trata de un ejercicio que combina 3 movimientos distintos; flexo-extensión horizontal y vertical de hombro y flexo-extensión de codo.
- El recorrido no es completamente recto, sino curvo en diagonal, consiguiendo que el antebrazo esté completamente perpendicular a la barra durante todo el recorrido y haya una abducción de unos 45º del hombro en el plano frontal.
- Durante la fase excéntrica, la barra debe dirigirse en dirección a la 6ª-7ª costilla (justo por debajo de los pezones).
- En la fase concéntrica se centrará en el empuje vertical de la carga y en volver a la posición original.

En el caso que sea necesario, se sujetará a los participantes con una cincha acolchada por el trono, para lograr una mayor sujeción a la banca y mejor realización de la técnica del ejercicio.

Cada entrenamiento estará compuesto por un calentamiento, una parte principal, y una vuelta a la calma. Siguiendo algunas de las indicaciones del libro de Boyle, M. (2016), se realizarán 5 minutos de estiramientos pasivos, activos y movilidad, 5 minutos de liberación miofascial con una pelota de tenis en los músculos pectoral mayor, tríceps, bíceps y deltoides, y 5 minutos de series de aproximación del ejercicio BP.

Cada sujeto dispondrá de un peso único dependiendo del resultado extraído en el test de cargas progresivas. Ese peso se mantendrá constante durante todas las series y sesiones del plan de entrenamiento. Se usará el encoder lineal como en el test para medir las diferentes variables de MP y Pmax.

El software del encoder de Chronojump nos ayudará a detectar que la producción de potencia no cae del 90% de la Pmax ejercida. Se situarán 2 franjas del resultado de la potencia. Por encima del 90% de la Pmax es lo correcto, entre el 90 y el 80% será zona de aviso donde el participante dispondrá de una advertencia antes de parar la serie, notificándole que debe incrementar la velocidad. La tercera franja estará situada por debajo del 80%, y donde el sujeto finalizará la serie sin previo aviso.

El programa constará de 4 series de BP en cada entrenamiento. Los participantes deberán realizar tantas repeticiones como sea posible, a la velocidad máxima que sean capaces, tratando de no descender del 90% de la generación de Pmax.

Una vez finalizadas las series, se realizarán 10 minutos de masaje miofascial con la pelota de tenis y estiramientos pasivos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de los participantes serán anotados en una base de datos colectiva. Las variables cuantitativas se expresarán con las medidas unitarias de la media y desviación típica, y buscando intervalos de confianza de más del 95%.

Se realiza la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras menores de 30 sujetos. Para la comparación entre grupos se realizará la prueba T-Student para muestras independientes (grupo control-experimental), y en el caso que la muestra no cumpla la normalidad se usará la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U. Para la comparación de la pre y post intervención se realizará la prueba T-Student para muestras dependientes. En el caso que la muestra no cumpla la normalidad se usará la prueba no paramétrica de Wilcoxon Rank.

Además, se utilizará un software estadístico para que los análisis tengan un nivel de significación $p < 0,05$, demostrando que las diferencias no son debidas al azar.

Todos los participantes tendrán un código que los identifique, por lo que no se recogerán ni expondrán datos personales que puedan tener algún tipo de sesgo. También se tendrá en cuenta cualquier tipo de abandono durante el estudio.

El tratamiento de estos datos los realizará un equipo de analistas ajenos a la intervención y proyecto.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Comité de ética

Este estudio estará supervisado, y aprobado por el Comité de Ética de la Escuela Superior de Ciencias de la Salud del TecnoCampus, para respaldar que se cumplan todos los principios establecidos de esta institución.

Consentimiento informado

La hoja de consentimiento deberá ser firmada por todos los participantes de este estudio, con nombre, apellidos, DNI y firma. Este documento deberá ser entregado de forma física o electrónica previamente al comienzo del proyecto.

Principios éticos y código deontológico

Se respetarán todos los principios éticos de la declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013). Se respetará al completo el código deontológico del colegio de licenciados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Protección de datos

Los datos de los participantes serán tratados de manera confidencial de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

CRONOGRAMA

Tabla 2 - Cronograma

		CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN																							
		2022																							
		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
ETAPAS DEL PROYECTO DE ESTUDIO		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
FASE CONTEXTUAL																									
Análisis del proyecto																									
Instauración el tema de estudio																									
Formalización la pregunta de estudio																									
FASE METODOLÓGICA																									
Introducción, justificación y objetivos																									
Revisión bibliográfica																									
Selección de estudios																									
Descripción de las variables del estudio																									
Descripción de las pruebas de estudio																									
Extracción de los datos																									
Redacción de los contenidos																									
Revisión del trabajo escrito																									
ENTREGA INICIAL/ FINAL DEL PROYECTO																									
DEFENSA ORAL DEL TRABAJO																									

PRESUPUESTO

Tabla 3 - Presupuesto

MATERIAL	CANTIDAD	EUROS / UNIDAD u HORA	FUENTE	IMPORTE TOTAL
Kit encoder lineal Chronojump	1	496,90	https://chronojump.org/es/product/kit-encoder-lineal/	496,90
Kit race analyzer Chronojump	1	916	https://chronojump.org/product/race-analyzer/	916
Alquiler de sala de peso libre del INEFC de Barcelona	29*	49 (sin IVA)	https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/6485/1321543.pdf	1274
Alquiler de 3 partes del pabellón del INEFC de Barcelona	2	122,53 (sin IVA)	https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/6485/1321543.pdf	245,06
Recursos humanos	33**	20	(inexistente)	3300***
TOTAL EN EUROS				6231,96

*3 días durante la semana de aprendizaje de la técnica, 2 días para la toma de datos pre y post intervención y 3 días por semana durante 8 semanas de entrenamiento.

** 1 hora por día de entrenamiento y aprendizaje de la técnica y 3 horas por día de toma de datos.

*** Añadiendo a 5 investigadores a cargo del ensayo.

LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

El protocolo de investigación propuesto puede presentar ciertas limitaciones a la hora de la correcta obtención de los resultados esperados, y que, principalmente, tienen que ver con circunstancias y situaciones principalmente personales de los participantes.

En primer lugar, los sujetos a estudio son atletas de alto rendimiento, pero muchos de ellos probablemente inexpertos en el ámbito del levantamiento de peso libre. Es por ello, que es necesario analizar si la fase adaptativa y aprendizaje de la técnica durante una semana, es demasiado breve suponiendo de una gran importancia a la hora del muestreo y el análisis de datos.

Por último, cabe destacar que la intervención se realiza como un complemento del entrenamiento específico que tienen estos deportistas, y que por tanto, padecer algún tipo de lesión debido a su actividad habitual puede comportar el abandono de dichos sujetos de la prueba, afectando al muestreo y el total de datos obtenidos.

La prospectiva de este estudio es claramente un avance de la investigación y desarrollo de técnicas más específicas para la mejora del rendimiento del deporte sobre ruedas, y más en concreto en el WB. Puede significar un paso hacia delante para la aparición de nuevas líneas de investigación y suponer una base científica para la búsqueda y obtención de información que mejore las cualidades técnicas en el ámbito competitivo.

También, cabría la posibilidad de orientar las investigaciones en un ámbito más readaptativo, de salud y/o prevención, demostrándose anteriormente que los participantes de estos deportes adquieren todos los aspectos beneficiosos saludables que otorga la práctica de cualquier modalidad deportiva, tanto a nivel físico como psicológico, logrando disminuir considerablemente la prevalencia de obesidad en este sector de la población y por tanto, una mejora de la calidad de vida general (Hutzler, Y. et al., 2016). También ha demostrado lograr la reducción de dolor muscular y nervioso a personas con diversos tipos de afectación medular (Mulroy et al., 2015).

BIBLIOGRAFÍA

1. Mulroy SJ, Hatchett P, Eberly VJ, Haubert LL, Conners S, Requejo PS. Shoulder strength and physical activity predictors of shoulder pain in people with paraplegia from spinal cord injury: Prospective cohort study. *Phys Ther* 2015;95(7), 1027-1038
2. Comité Paralímpico Español. (2020). Baloncesto en silla de ruedas | Paralímpicos. Página Oficial del Comité Paralímpico Español. <https://www.paralimpicos.es/deportes-paralimpicos/baloncesto-en-silla-de-ruedas>
3. IWBF. (2021). Official Wheelchair Basketball Rules. International Wheelchair Basketball Federation. https://iwbf.org/wp-content/uploads/2021/03/2021_IWBF_rules-Ver2_compressed.pdf
4. Ozmen, Tarik; Yuktasir, Bekir; Yildirim, Necmiye Un; Yalcin, Birol; Willems, Mark ET (2014). Explosive strength training improves speed and agility in wheelchair basketball athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 20(2), 97–100. doi:10.1590/1517-86922014200201568
5. Ferro, A., Villaciers, J., & Pérez-Tejero, J. (2016). Sprint Performance of Elite Wheelchair Basketball Players: Applicability of a Laser System for Describing the Velocity Curve. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 33(4), 358–373. doi.org/10.1123/APAQ.2015-0067
6. Goosey-Tolfrey, Victoria L. (2005). Physiological Profiles of Elite Wheelchair Basketball Players in Preparation for the 2000 Paralympic Games. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 22(1), 57–66. doi:10.1123/apaq.22.1.57
7. DePauw, K. P. & S. Gavron. (1995). *Disability and sport*. Champaign, IL: Human Kinetics
8. Gorgatti, M., & Bohme, M. (2002). Upper body power and agility in wheelchair basketball players. *Journal of Brazilian Adapted Motor Activity Association*, 7(1), 9-14
9. García-Fresneda, Adrián & Carmona Dalmases, Gerard & Padullés, Xavier & Turon, Sergi & Padullés, Josep & Cadeau, Joan & Iturricastillo Urteaga, Aitor. (2019). Initial Maximum Push-Rim Propulsion and Sprint Performance in Elite Wheelchair Rugby Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 33. 1. 10.1519/JSC.0000000000003015.
10. Bezerra Brasil Pinheiro, J. A., Moura da Silva, S. M., Lopes da Silva, R., de Carvalho, L., Coppi Navarro, A., & Navarro, F. (2021). Effects of muscle strength training on agility and speed in

- wheelchair basketball players. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia Do Exercício*, 15(95), 8–21.
11. Cardoso, V. D. (2011). Rehabilitation of people with disabilities through adapted sport. *Brazilian Journal of Sport Sciences*, 2, 529-539.
 12. Green, S., 1999. Specific Exercise Programs In D.A. Apple (ed.), *Physical Fitness: A Guide for Individuals with Spinal Cord Injury*. (pp 45-96). Department of Veterans Affairs/Veteran Health Administration.
 13. Romarate A, Iturricastillo A, Nakamura FY, Loturco I, Rodriguez-Negro J, Granados C, Yanci J. Relación carga-velocidad en press de banca y efectos de un programa de entrenamiento de fuerza en jugadores de baloncesto en silla de ruedas: un estudio en equipo. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública* . 2021; 18(21):11161. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111161>
 14. Barnett, C., Kippers, V., & Turner, P. (1995). Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(4), 222-227.
 15. Romarate A, Iturricastillo A, Nakamura FY, Loturco I, Rodriguez-Negro J, Granados C, Yanci J. Load-Velocity Relationship in Bench Press and Effects of a Strength-Training Program in Wheelchair Basketball Players: A Team Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(21):11161. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111161>
 16. Paulson, Thomas; Goosey-Tolfrey, Victoria (2016). Current Perspectives on Profiling and Enhancing Wheelchair Court-Sport Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (), 1–32. doi:10.1123/ijsp.2016-0231
 17. Lee, J., Gutierrez, N. L., & McKay, C. (2020). A Shoulder Strength Program for Wheelchair Basketball Players. *Palaestra*, 34(3), 53–57
 18. O'Callaghan CA. OxMaR: open source free software for online minimization and randomization for clinical trials. *PLoS One*. 2014
 19. Buscà B, Font A. A low-cost contact system to assess load displacement velocity in a resistance training machine. *J Sports Sci Med*. 2011 Sep 1;10(3):472-7. PMID: 24150620; PMCID: PMC3737812.
 20. Race Analyzer - Chronojump. (s. f.). Chronojump - Boscosystem. <https://chronojump.org/product/race-analyzer/>

21. Kit encoder lineal - Chronojump (s.f). Chronojump - Boscosystem
<https://chronojump.org/es/product/kit-encoder-lineal/>
22. Chronojump-Boscosystem (2021). Encoder lineal [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=3Pdm-CIZUXQ>
23. Boyle, M. (2016). New functional training for sports. Human Kinetics.

ANEXOS

ANEXO I - Curva de potencia-carga del software Chronojump-Boscosystem

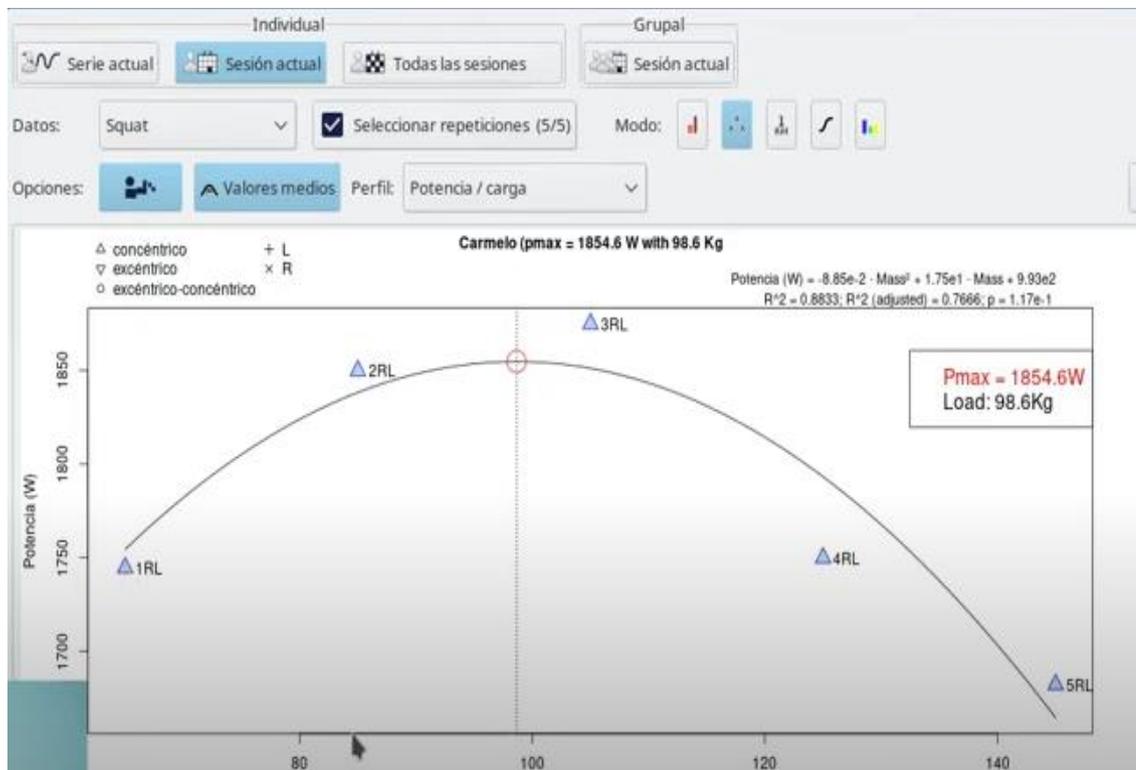
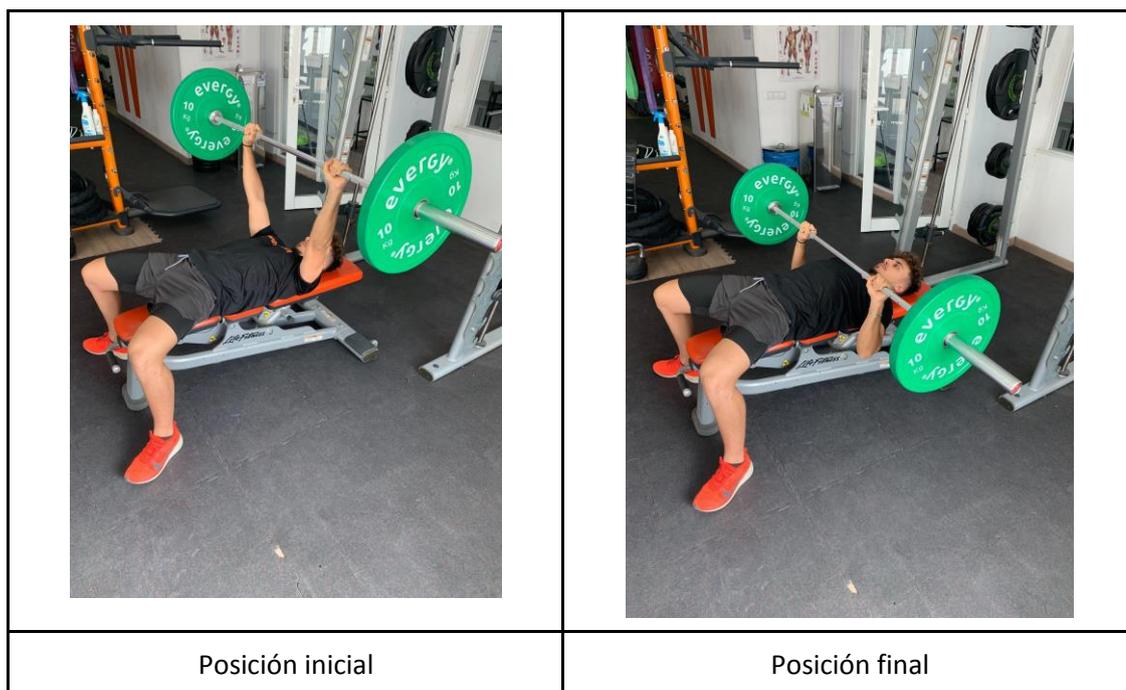


Imagen extraída del vídeo de Chronojump-Boscosystem (2021).

ANEXO II - Técnica del press de banca



ANEXO III - Documento de consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, [NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE], con DNI [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN],

Declaro;

He recibido información sobre el *Programa de entrenamiento para la mejora del empuje del aro en baloncesto en silla de ruedas* con la hoja informativa anexa al consentimiento y para el que se me solicita la participación.

Acepto las condiciones expuestas en el presente estudio, entendiéndolo mi papel en su participación, y comprendiendo los diferentes aspectos de ello.

Se me ha informado de los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos, atendiendo a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Mi colaboración en el proyecto es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme del mismo en cualquier momento, revocando el presente consentimiento sin ningún tipo de consecuencia. En caso de retirada, dispongo del derecho de eliminar los datos personales registrados en las bases de datos pertinentes.

Por otra parte, renuncio expresamente a cualquier compensación económica, legal, material o de cualquier naturaleza que pueda derivarse del proyecto o de sus resultados.

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el *Programa de entrenamiento para la mejora del empuje del aro en baloncesto en silla de ruedas*.
2. Que Gabriel Ramírez Salvany y su director Adrián García Fresneda puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere, garantizando la discreción de mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).
3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir con las funciones del proyecto.

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

[FIRMA DEL DIRECTOR/A DE INVESTIGACIÓN]

ANEXO IV - Documento de renuncia voluntaria

DOCUMENTO DE RENUNCIA VOLUNTARIA

Yo, [NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE], con DNI [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN],

Declaro;

Mi renuncia voluntaria en la participación del ensayo clínico *Programa de entrenamiento para la mejora del empuje del aro en baloncesto en silla de ruedas*.

Pese a ello, y tal y como se indica en la hoja de consentimiento informado entregada al inicio del programa, declaro mi consentimiento a los investigadores del proyecto a conservar los datos obtenidos hasta la fecha y poder realizar los análisis estadísticos necesarios para la consecución de los resultados propuestos inicialmente.

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

[FIRMA DEL DIRECTOR/A DE INVESTIGACIÓN]