

EFFECTIVIDAD DEL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO DE
EXTREMIDADES SUPERIORES COMPARADO CON EL
TRATAMIENTO CLÁSICO, EN USUARIOS DE SILLA DE RUEDAS
AUTOPROPULSABLE CON DOLOR DE HOMBRO

Trabajo de Fin de Grado

Jailys CHAVE

jailys.chave@uvic.cat

4º curso de fisioterapia (Grupo 16)
Facultat de Ciències de la Salut i el Benestar
Tutor: Arnau Gustems Morral
Universitat de Vic-UCC
Vic, 20 de mayo de 2022

Índice

1. RESUMEN	4
2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA.....	6
3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	10
4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	11
5. METODOLOGÍA.....	12
5.1. Ámbito del estudio	12
5.2. Diseño.....	12
5.3. Población i muestra	12
5.4. Criterios de inclusión i exclusión.....	13
5.5. Intervención realizada	13
5.6. Variables y métodos de medida	18
5.7. Análisis del registro	20
5.8. Limitaciones del estudio	21
5.9. Aspectos éticos.....	23
6. UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS	24
7. BIBLIOGRAFÍA.....	25
8. Anexos	29
8.1. Anexo 1: Wheelchair Users Shoulder Pain Index.....	29
8.2. Anexo 2: DASH versión Española	30
8.3. Anexo 3: Rango articular (goniometría)	34
8.4. Anexo 4: SF-36 calidad de vida relacionada a la salud.....	37
8.5. Anexo 5: Cronograma del estudio	42
9. AGRADECIMIENTO	43
10. NOTA FINAL DEL AUTOR	43

Acrónimos

WUSPI: Wheelchair Users Shoulder Pain Index

DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

ECAC: Ensayo Clínico Aleatorizado y Controlado

EVA: Escala Visual Analógica

PP: Posición del paciente

AA: Amplitud articular

DS: Decúbito supino

1. RESUMEN

Objetivo: el objetivo principal es de evaluar la efectividad del entrenamiento pliométrico en comparación al tratamiento clásico para el dolor de hombros en los usuarios de silla de ruedas autopropulsable.

Metodología: La investigación se llevará a cabo mediante un ensayo clínico aleatorizado y controlado (ECAC) con una muestra de 30 personas con lesión medular baja. El grupo control realizará una serie de ejercicios de fuerza convencional y el grupo intervención combinará un trabajo de fuerza más un trabajo pliométrico. La investigación tendrá una duración de 12 semanas con 3 periodos de valoración: pre-investigación, post-investigación y 6 meses después de la investigación. Para evaluar las variables se utilizará escalas y pruebas validadas internacionalmente: el Wheelchair Users Shoulder Pain Index (WUSPI); el Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH); la goniometría del hombro, la dinamometría isocinética y el SF-36 para la calidad de vida.

Limitaciones del estudio: la muestra del estudio es relativamente pequeña y muy específica (solo lesionados medulares bajas) lo que puede afectar a la generalización de los resultados. Además, el protocolo pliométrico implica buena capacidad de coordinación por parte de los pacientes. Otras limitaciones son el riesgo de falta de adherencia y la complejidad organizativa para los participantes, así como la falta de pruebas funcionales para evaluar los beneficios al nivel de la resistencia muscular.

Palabras claves: *usuarios de silla de ruedas, dolor de hombros, tratamiento clásico, entrenamiento pliométrico*

ABSTRACT

Objective: The main objective is to evaluate the effectiveness of plyometric training compared to conventional treatment of shoulder pain in self-propelled wheelchair users.

Methodology: The research will be carried out using a randomised controlled trial (RCT) in a sample of 30 peoples with lower spinal cord injuries. The control group will perform a series of conventional strength training exercises and the intervention group will combine strength training and plyometric work. The research will last 12 weeks with 3 evaluation periods: pre research, post research and 6 months post research. Internationally validated scales and tests will be used to assess the variables: Wheelchair User Shoulder Pain Index (WUSPI); Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH); Shoulder Goniometry, Isokinetic Dynamometry and the SF-36 for quality of life.

Limitation: The study sample is relatively small and very specific (only lower spinal cord injuries), which may affect the generalisation of the results. In addition, the plyometric protocol requires good coordination skills from the patients. Other limitations are the risk of non-adherence and the organisational complexity for the participants, as well as the lack of functional tests to assess the benefits in terms of muscle endurance.

Keys words: *wheelchair users, shoulder pain, conventional treatment, plyometric training*

2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

Diferentes etiologías pueden implicar trastornos motores que impiden el uso de los miembros inferiores para ponerse de pie o desplazarse, entre otras consecuencias. Según la Organización Mundial de la Salud más de 70 millones de personas en el mundo con discapacidad necesitan una silla de ruedas para desplazarse (World Health Organization, 2012). Las secuelas de lesión medular (paraplejia, tetraplejia) son la causa más frecuente de uso de silla de rueda con una incidencia de 23 casos por millón de personas en 2007 (Wellisch et al., 2021). En España, se considera 1000 nuevos casos de lesión medular cada año por causa traumática (accidentes de tráfico, caída, golpes,...). Pero pueden asociarse otras patologías neurológicas como la espina bífida que resulta de una alteración del cierre del tubo neural durante la vida intrauterina, la esclerosis múltiple o los tumores (Finley & Rodgers, 2004). En la mayoría de los casos, son lesiones que se producen relativamente pronto en la vida de las personas, entre 16 y 30 años (Hospital Nacional de Paraplégicos, 2016).

En estas situaciones el uso predominante de las extremidades superiores, en la vida diaria, resulta inevitable. Esto supone una alta carga biomecánica para los brazos. En este contexto, los hombros son las articulaciones más frecuentemente afectadas. Sufren una serie de dolores y trastornos más que otras partes del cuerpo. La prevalencia de dolor de hombro se estima entre 36 y 76% en las personas con lesión medular (Wellisch et al., 2021). Aunque los datos fluctúan un poco entre los autores, se encuentra que 70% de las personas experimentan dolor después de 20 años de lesión medular. La edad media del dolor se estima en unos 41 años (Haubert et al., 2015). En tales circunstancias, las patologías que aparecen son principalmente musculoesqueléticas (Samuelsson et al., 2004). Entre estas podemos encontrar más comúnmente las tendinopatías y roturas del manguito de los rotadores. Se observa también el síndrome de pinzamiento, bursitis, edema articular, inestabilidad glenohumeral y artrosis severas crónicas (Mason et al., 2020). El supraespinoso y el tendón del bíceps son los músculos que más a menudo se ven afectados. En la análisis ecográfica de 49 personas con lesión medular, 100% presentaban signos de tendinopatía del supraespinoso y 80% del bíceps directamente relacionado con la tarea de propulsión de la

silla de ruedas (Bossuyt et al., 2020). Aunque no hay duda de que los hombros experimentan un estrés biomecánico durante las tareas diarias, las causas exactas del dolor y las lesiones en esta población específica no están bien determinadas y son difíciles de estudiar (Walford et al., 2020). Cabe señalar que factores intrínsecos como el sexo femenino, la edad, el nivel y la duración de la lesión medular están directamente relacionados con el aumento de la prevalencia del dolor de hombro (Wellisch et al., 2021). Así pues, las mujeres tienen casi el doble de probabilidades de experimentar dolor de hombro que los hombres (Bossuyt et al., 2020). Pero estas condiciones inherentes a la persona no son modificables. Sin embargo, diferentes tareas indispensables a la autonomía pueden ser directamente relacionadas a la alta prevalencia de dolor de hombro. De ellas, las transferencias y las técnicas de propulsión de la silla de ruedas son las tareas más perjudiciales para los hombros por su carácter altamente repetitivo y costoso. Diferentes factores de predicción pueden ser implicado como la debilidad de los músculos aductores y los componentes cinemáticos y cinéticos de la articulación durante estas tareas (Walford et al., 2020). Resulta que el dolor de hombro representa entre 30 a 60 % de las quejas durante las transferencias (Gagnon et al., 2008). A la diferencia de las personas sin discapacidad, los usuarios de silla de ruedas no pueden descansar completamente las estructuras dañadas lo que constituye un círculo vicioso dañino y un reto en el manejo del dolor (Gutierrez et al., 2007).

En la actualidad, el tratamiento de primera elección de dolor de hombro en usuarios de silla de ruedas se basa en ejercicios terapéuticos activos y en la optimización de los movimientos para reducir el estrés biomecánico a este nivel (Wellisch et al., 2021). Esto toma en consideración la educación basada en la técnica de propulsión y de transferencias. En su estudio, García-Gómez y al (2019) precisan que los programas de rehabilitación deben favorecer la estabilidad y la movilidad del hombro. En este sentido, los ejercicios de fuerza y de flexibilidad tienen un impacto significativo en la reducción de dolor de hombro (Wellisch et al., 2021). Algunos autores establecen que los programas deben incluir una fase de calentamiento, una fase de entrenamiento de resistencia muscular y finalizar con posturas de estiramientos (García et al., 2019). Se reconoce que hay dos grupos

musculares que desempeñan un papel clave en la integridad y función de los hombros: los músculos escapulo torácico que confieren estabilidad al miembro superior durante los movimientos y el manguito de los rotadores que participan en la coaptación de la articulación glenohumeral (Calé-Benzoor y al., 2017). De este modo, los ejercicios de fuerza deben centrarse en movimientos de abducción de hombro, rotación externa, aducción y elevación de la escapula con utilización de bandas elásticas o pesos (Wellisch et al., 2021). En su revista sistemática, Shepet y al. (2021), señalan que los ejercicios de flexión de hombros y rotación externa con bandas elásticas son los ejercicios lo más utilizados en los protocolos de tratamiento actuales para las tendinopatías severas del manguito de los rotadores. La potencia del redondo menor y del deltoides es, también, un componente clave de rehabilitación con un mayor rango de movimiento (Shepet et al., 2021). Además de reducir significativamente el dolor en las actividades diarias, el entrenamiento de fuerza mejora el control motor, así como la función del hombro. Aunque tiene efectos positivos, el tratamiento conservador ha sido poco estudiado en los paraplégicos y la heterogeneidad de las investigaciones no permite destacar un programa terapéutico claro. Por lo tanto, es difícil establecer el tipo, la intensidad, la frecuencia y la duración de los protocolos (Mason et al., 2020). Sólo se tienen en cuenta ciertas pautas de trabajo, como el trabajo muscular posterior del hombro y el estiramiento de la cadena anterior (Cratsenberg et al., 2015). Por ello, algunas investigaciones se basan también en ejercicios como el pilates, el remo, y la ergometría a doble polo (Mason et al., 2020). Hasta la fecha, la prevención y la recurrencia de las lesiones a medio y largo plazo, con esta modalidad de tratamiento también han sido muy poco estudiadas.

Los programas de rehabilitación y prevención han evolucionado considerablemente en los últimos años, sobre todo para permitir una rehabilitación más eficiente, una vuelta a la actividad más segura y evitar las recidivas a largo plazo. En este contexto, el entrenamiento pliométrico ha mostrado muchas ventajas (Davies et al., 2015). Sus beneficios a corto y largo plazos están cada vez más consolidados, lo que lo convierte en una verdadera oportunidad para determinadas pacientes. Se define como *“una categoría de ejercicios explosivos de resistencia con el peso del cuerpo que*

se centra en explotar la salida de fuerza adicional del reflejo de estiramiento de un músculo para aumentar la velocidad y la potencia” (Booth & Orr, 2016). Consiste en estirar el músculo con a una contracción excéntrica, en un tiempo corto y luego acortar inmediatamente con una contracción concéntrica (Habert, 2014). La contracción pliométrica se basa sobre dos conceptos fisiológicos: el reflejo miotático (respuesta muscular refleja al estiramiento) y las características elásticas del músculo. El ciclo de estiramiento-acortamiento (Stretch-shortening cycle) permite almacenar energía en el componente elástico del músculo durante la contracción excéntrica (Swanik et al., 2016). Esta energía se libera al momento de la contracción concéntrica favoreciendo la eficacia de la contracción muscular y por lo tanto de la potencia muscular (Booth & Orr, 2016). Entre las dos contracciones, una fase intermedia de amortiguación juega un papel importante en la eficacia del trabajo (Davies et al., 2015). Debe ser la más corta posible para aprovechar al máximo la energía almacenada durante la fase de estiramiento. Si esta fase es demasiado larga, la energía almacenada se dispersa en forma de calor y el reflejo de estiramiento no se activa. Así, el trabajo positivo resultante de la contracción concéntrica no es tan eficaz (Davies et al., 2015). A través de todo este proceso, la contracción pliométrica produce adaptación neuromuscular y cambios fisiológicos al nivel del complejo musculo-tendinoso que le confiere un potencial reeducativo muy interesante (Booth & Orr, 2016)(Swanik y al., 2016). En efecto, se caracteriza por una actividad muscular mayor comparado a los otros modos de contracción. Permite un gasto energético menor para actividades de mismo nivel de esfuerzo, mejora las capacidades propioceptivas y aumenta el rendimiento. Propuesto a menudo al final de la rehabilitación, se usa mucho en la preparación física de los deportistas, para el reentrenamiento al esfuerzo, las inestabilidades articulares, luxaciones, esquinces o tendinopatias (Habert, 2014). Además, este entrenamiento sería más eficaz en términos de lesiones recurrentes que el entrenamiento de resistencia tradicional (Booth & Orr, 2016). Sin embargo, los beneficios para las extremidades superiores están mucho menos documentados que para las extremidades inferiores. No obstante, parece claro que los beneficios pueden extrapolarse a los hombros (Swanik et al., 2016). Estos ejercicios pueden modificar los factores de riesgo temporales y cinemáticos responsables de dolor y lesiones en un entorno biomecánico

exigente (Swanik et al., 2016). Sin embargo, no existe en la literatura científica ninguna aplicación de esta técnica como herramienta de rehabilitación para los trastornos del hombro en usuarios de sillas de ruedas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Según Finley y Rodgers (2004), *"el miembro superior está estructurado para la movilidad más que para la estabilidad"*, en esta particularidad subyace la problemática de la población de estudio. De hecho, la independencia funcional requiere el uso esencial de los miembros superiores en las actividades de la vida diaria como la propulsión de la silla de ruedas, las transferencias o los cambios de posición entre las más traumáticas (Mason et al., 2020). Por lo tanto, el dolor, o las lesiones de hombro, influyen directamente en la autonomía personal al reducir la independencia funcional. Se considera una segunda pérdida de autonomía tras la fase aguda del accidente inicial en los casos de lesión medular (Gutierrez y al., 2007) y puede experimentarse de forma más negativa que la primera pérdida de movilidad (Samuelsson et al., 2004). Se asocia a la reducción de las actividades de propulsión y por tanto de la movilidad, de las actividades de autocuidado, de deporte y de ocio (Mulroy et al., 2015). En este sentido afecta directamente a la vida laboral, familiar y las actividades deportivas y, por lo tanto, a la calidad de vida (Gutierrez et al., 2007).

En general, el dolor y las lesiones de hombros en los usuarios de silla de ruedas autopropulsadas es un tema escasamente analizado a pesar de la alta prevalencia del problema (Mason y al., 2020). Sin embargo, es un problema cada vez más frecuente en los centros de rehabilitación y los consultorios médicos especialmente como resultado de la mayor supervivencia de los pacientes (Arroyo & González, 2009). El tratamiento conservador ha mostrado, durante mucho tiempo, resultados interesantes sobre el dolor, pero aún faltan datos concretos sobre las modalidades terapéuticas y estudios homogéneos que ofrezcan resultados a largo plazo (Cratsenberg et al., 2015). Las exigencias biomecánicas impuestas a los hombros pueden presuponer que la rehabilitación debe enfocarse de la misma manera que en

el caso de los atletas, es decir, prevenir lesiones, rehabilitar, promover un rápido retorno a la actividad, mejorar la fuerza y el acondicionamiento del individuo y facilitar el rendimiento específico de la actividad (Davies et al., 2015). En este sentido, el entrenamiento pliométrico tiene beneficios adicionales que lo hacen muy interesante e innovador para la rehabilitación (Swanik et al., 2016) del dolor de hombro en los usuarios de sillas de ruedas.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis del estudio

El entrenamiento pliométrico es una técnica más efectiva comparado al tratamiento actual conservador en usuarios de silla de rueda con dolor de hombro.

Objetivos del estudio

- **Objetivo principal**

Investigar si el entrenamiento pliométrico es una técnica más efectiva en comparación al tratamiento clásico para el dolor de hombros de los usuarios de silla de ruedas autopropulsable .

- **Objetivos secundarios**

- Identificar el efecto del trabajo pliométrico en el dolor comparado al tratamiento clásico
- Evaluar los beneficios del entrenamiento pliométrico sobre la amplitud del movimiento en comparación al tratamiento convencional.
- Determinar el impacto del trabajo pliométrico en la fuerza muscular de las extremidades superiores comparado al tratamiento clásico.
- Analizar el efecto del trabajo pliométrico sobre la autonomía funcional en comparación con el tratamiento clásico
- Estudiar los cambios en la percepción de la calidad de vida relacionada con la salud en ambos grupos.

5. METODOLOGÍA

5.1. Ámbito del estudio

El estudio se realizará en el centro de rehabilitación neurológica de Verdaich (Occitania, Francia). La clínica es un centro de referencia para la rehabilitación de los ictus, traumatismos craneoencefálicos y lesiones medulares en la zona de Toulouse. Realizan un seguimiento a largo plazo de las personas con lesiones medulares con estancias organizadas para comprobar periódicamente el estado del paciente o en caso de problemas (trastornos urinarios; trastornos de hombros, ...). Esto proporciona una interesante base de pacientes para el diseño del estudio.

5.2. Diseño

La investigación tendrá las características de un estudio experimental cuantitativo. Se llevará a cabo mediante un ensayo clínico aleatorizado y controlado (ECAC) con un grupo control y un grupo experimental. El grupo control realizará un entrenamiento convencional de fuerza y estiramientos. El grupo intervención realizará un entrenamiento convencional de fuerza más un trabajo pliométrico. Este diseño de estudio pondrá a prueba la hipótesis evaluando los efectos adicionales del entrenamiento pliométrico sobre el dolor de hombro en comparación con la rehabilitación clásica. La asignación de los pacientes a los grupos se hará de forma aleatoria mediante un sorteo simple.

5.3. Población i muestra

La población diana del estudio son los pacientes en silla de ruedas con dolor o patología de hombro. La muestra del estudio está formada de 30 personas con lesión medular completa o incompleta a partir de la vertebra T6, con resultado paraplejia (lesión medular baja).

La muestra se divide en dos grupos iguales de 15 personas: un grupo control que realizará un entrenamiento de fuerza convencional (grupo F) y un grupo de intervención que realizará el mismo entrenamiento de fuerza convencional más un trabajo pliométrico (grupo F+P).

5.4. Criterios de inclusión i exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes entre 30-50 años, lo que corresponde a un rango de la edad media de inicio del dolor de hombro (41 años) • Diagnostico de paraplejia completa o incompleta (T6 o inferior) con función motora y sensorial de los miembros superiores intacta • Usuarios de silla de ruedas autopropulsable superior a 5 años • Dolor o patologías musculoesqueléticas • EVA > 4 • Consentimiento informado firmado 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes con lesión superior a T6 • Patologías del hombro que necesitan una intervención quirúrgica temprana: rotura completa del manguito de los rotadores, artrosis severa > prótesis de hombro • EVA > 8 nivel de dolor demasiado alto para el ejercicio activo • Personas con alteraciones cognitivas, retraso intelectual y/o alteraciones sensoriales (problemas de audición, visión)

5.5. Intervención realizada

El protocolo tendrá una duración total de 12 semanas, con 2 sesiones de 45 minutos por semana en grupo presencial. La sesión se dividirá en 3 fases: el calentamiento, la fase de trabajo específico y la fase de estiramiento. Las fases de calentamiento y de estiramientos serán las mismas para ambos grupos, así como los ejercicios de fuerza. Sin embargo, el entrenamiento pliométrico será específico para el grupo intervención (F+P) pero implicará los mismos grupos musculares.

La primera fase consistirá en un calentamiento aeróbico de 10 minutos en una bicicleta de mano ergonómica por cada grupo.

- **PROTOCOLO GRUPO F (control)**

La parte principal de la sesión consistirá en ejercicios de fuerza específicos y analíticos durante 25 minutos. La elección de los ejercicios se basa en la literatura (cf. estado actual del tema) y, en particular, en las recomendaciones de la Asociación Suiza de Paraplégicos (Marcec, 2014). En este folleto, se recomienda la correcta coaptación y equilibrio muscular para evitar desgaste prematuro de las estructuras del complejo del hombro. El protocolo **FUERZA** se encuentra en la siguiente página 15.

- **PROTOCOLO GRUPO F+P (intervención)**

El grupo de intervención realizará una sesión de entrenamiento de fuerza como el grupo control, pero la segunda sesión consistirá en un entrenamiento pliométrico. Los ejercicios trabajarán los mismos grupos musculares que el grupo control, intentado mantener en lo posible los mismos componentes (posición del paciente, movimiento, amplitudes,...). Los ejercicios de fuerza se modificarán para convertirlos en contracciones pliométricas. Así, se podría observar directamente la influencia del trabajo pliométrico. El protocolo **PLIOMÉTRICO** se encuentra en la página 16

MÚSCULOS	PROTOCOLO FUERZA	IMAGEN
MANGUITO DE LOS ROTADORES	<p>PP: sentado en la silla de ruedas con una banda elástica entre las manos, flexión de codos 90°.</p> <p>Acción: realizar una rotación externa (R1) de los hombros manteniendo los codos al cuerpo. Volver a la posición inicial controlando el movimiento.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
MANGUITO DE LOS ROTADORES	<p>PP: sentado en la silla de ruedas, brazo a 90° de abducción y codo flexionado. Se utiliza un peso entre 2 y 3kg.</p> <p>Acción: realizar una rotación externa (R2).</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
TRÍCEPS / DORSAL ANCHO PUSH UP	<p>PP: sentado en la silla de ruedas. Manos a los reposabrazos.</p> <p>Acción: levantarse del asiento con la fuerza de los brazos y luego bajar controlando el movimiento.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
TRÍCEPS	<p>PP: sentado en la silla de ruedas con un peso (2-3 kg). Brazo extendido por encima de la cabeza.</p> <p>Acción: flexionar el brazo hacia atrás y volver a la posición inicial.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
DELTOIDE ANTERIOR / CORACO BRAQUIAL Y BÍCEPS	<p>PP: sentado en la silla de ruedas, brazos extendidos al frente. Un peso (2-3kg) en cada mano.</p> <p>Acción: levantar el peso hacia el techo y bajarlo de forma controlada manteniendo los codos extendidos.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
SUPRAESPINOSOS	<p>PP: sentado con los brazos en abducción en el plano de la escapula, con un peso en cada mano (2-3 kg).</p> <p>Acción: levantar y bajar los brazos controlando el movimiento.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
SERRATO MAYOR	<p>PP: DS, brazos extendidos a 90° de flexión de hombro, con pesos (2-3 kg).</p> <p>Acción: avanzar los brazos y separar las escapulas manteniendo los codos extendidos.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	

Figura 1 : protocolo de ejercicios de fuerza. Fuente: elaboración propia

MÚSCULOS	PROTOCOLO PLIOMÉTRICO	IMAGEN
MANGUITO DE LOS ROTADORES	<p>PP: sentado en la silla de ruedas, de lado a 50 cm de la pared. Se utiliza una pelota ligera.</p> <p>Acción: manteniendo los codos al cuerpo, rebotar la pelota contra la pared.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
MANGUITO DE LOS ROTADORES	<p>PP: sentado en la silla de ruedas de cara a la pared (50 cm), brazo a 90° de abducción y codo flexionado. Se utiliza una pelota ligera.</p> <p>Acción: lanzar la pelota contra la pared y atraparla. Realizar movimientos fluidos y continuos.</p> <p>Frecuencia: 2x15 repeticiones cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
TRÍCEPS / DORSAL ANCHO (PUSH UP)	<p>PP: sentado en la silla de ruedas. Manos a los reposabrazos.</p> <p>Acción: levantar las nalgas del asiento con la fuerza de los brazos. Bajar, sin volver a sentarse, y luego levantarse rápidamente</p> <p>Frecuencia: 2 x 5 repeticiones (ejercicio de alta intensidad con el peso del cuerpo > repeticiones reducidas)</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
TRÍCEPS	<p>PP: sentado de cara a la pared (1 metro) con un balón medicinal (2-3kg). Brazos flexionados hacia detrás de la cabeza</p> <p>Acción: rebotar la pelota contra la pared.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
DELTOIDE ANTERIOR / CORACO BRAQUIAL Y BÍCEPS	<p>PP: sentado en la silla de ruedas con los hombros flexionados a 90° y codos extendidos. Se utiliza un balón medicinal (2-3kg)</p> <p>Acción: lanzar el balón hacia arriba y recibirlo realizando un rebote. Los codos se mantienen extendidos.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
SUPRAESPINOSOS	<p>PP: sentado, brazo en abducción con una pelota ligera.</p> <p>Acción: soltar el balón y recuperarlo sin que toque el suelo</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
SERRATO MAYOR	<p>PP: DS, brazos extendidos, 90° de flexión de hombros, con un balón medicinal (2-3 kg)</p> <p>Acción: lanzar la pelota y recibirla sin doblar los codos</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 repeticiones</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	

Figura 2 : protocolo de ejercicios pliométricos. Fuente: elaboración propia

En la última fase, ambos grupos realizan posturas de estiramiento y vuelven a la calma durante 10 minutos.

MÚSCULOS	PROTOCOLO ESTIRAMIENTO	IMAGEN
TRAPECIO SUPERIOR	<p>PP: sentado en la silla de ruedas, espalda recta y brazo extendido.</p> <p>Acción: inclinación controlateral, rotación homolateral y flexión de cabeza.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 segundos cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg.</p>	
PECTORAL	<p>PP: sentado en la silla de ruedas, lateralmente a la pared, abducción de hombro y flexión de codo.</p> <p>Acción: mantener el hombro bajo, y girar el tronco ligeramente hacia el lado contrario.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 segundos cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
TRÍCEPS	<p>PP: sentado en la silla de ruedas</p> <p>Acción: una mano por detrás de la cabeza entre las escapulas. Al mismo tiempo, la otra mano estira suavemente el codo hacia atrás.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 segundos cada lado</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	
GLOBAL	<p>PP: sentado en la silla de ruedas</p> <p>Acción: doblar el tronco hacia delante y relajar la musculatura escapular y dorsal.</p> <p>Frecuencia: 2 x 15 segundos</p> <p>Descanso: 30 seg</p>	

Figura 3 : protocolo de ejercicios de estiramiento. Fuente: elaboración propia

En resumen:

Sesiones por semana	SESIÓN 1			SESIÓN 2		
GRUPO F	Calentamiento	Fuerza	Estiramientos	Calentamiento	Fuerza	Estiramientos
GRUPO F+P		Fuerza			Pliométrico	

Figura 4 : resumen de la intervención. Fuente: elaboración propia

5.6. Variables y métodos de medida

Para observar los efectos del entrenamiento pliométrico, se aplican pruebas y escalas validadas y específicas a cada criterio. **Las variables dependientes** son las que están influenciadas por un estímulo (o variables independientes). En este estudio, son el dolor, la autonomía funcional, la amplitud articular, la fuerza y la calidad de vida relacionada con la salud.

El Wheelchair Users Shoulder Pain Index (WUSPI) se utiliza para evaluar el dolor de hombro en los usuarios de silla de ruedas (Curtis et al., 1995). Es una escala autoadministrada de 15 ítems que evalúa y mide las repercusiones funcionales del dolor de hombro en diferentes actividades (Arroyo & González, 2009). Los dominios evaluados son : transferencias, propulsión de la silla de rueda (movilidad), actividades de autocuidado y actividades generales (trabajo, escuela, conducir, dormir) (Tappan, 2014). Para cada elemento, se utiliza una escala visual análoga de 10 centímetros en la que el paciente estima su grado de dolor que va desde "ningún dolor" a "peor dolor que nunca ha experimentado". La puntuación varía entonces entre 0 y 150. La administración es relativamente sencilla y rápida (entre 5-10 minutos). Esta escala está validada en castellano (anexo 1) (Arroyo & González, 2009) y en francés (Delcourt et al., 2016) y demuestra una alta consistencia interna y una alta confianza test-retest.

La escala DASH, Disabilities of the arm, Shoulder and Hand, se utiliza para evaluar las capacidades funcionales globales de las extremidades superiores (Hudak et al., 1996). Se trata de un cuestionario autoadministrado que

consta 30 ítems, 21 de los cuales evalúan actividades específicas de la vida diaria, 9 de los cuales están relacionados a síntomas específicos (dolor, fuerza, movilidad, sueño) y 3 a las relaciones sociales (Gummesson et al., 2003). La persona tiene que elegir entre 5 opciones el grado de dificultad para realizar las diferentes actividades propuestas. La puntuación total oscila entre 0 y 100; cuanto más alta sea la puntuación, mayor será el deterioro. Esta escala ha sido validada en castellano (anexo 2) (Hervás et al., 2006) y en francés (Dubert et al., 2001).

La amplitud de movimiento se mide mediante una goniometría universal, que sigue siendo el Gold Standard para evaluar la amplitud de movimiento (Correll et al., 2018). Un goniómetro de brazo se utiliza para observar la capacidad de movilidad de una articulación. Proporciona información sobre la amplitud de movimiento, las limitaciones funcionales y controla los cambios en la movilidad de las articulaciones en respuesta a la rehabilitación. Este método tiene una excelente fiabilidad intra e inter-evaluadora (Correll et al., 2018). Para el estudio, se realiza la goniometría del hombro para la flexión y extensión; abducción y aducción; rotación interna y rotación externa; abducción y aducción horizontales. El procedimiento se encuentra en anexo 3 (Norkin & White, 2006)(Kapandji, 2015)

La dinamometría isocinética del hombro proporciona informaciones cuantitativas y numéricas sobre el rendimiento muscular durante los movimientos de flexión y extensión, abducción y aducción; rotación interna y externa (Varas & González, 2003). Consiste realizar movimientos potentes a velocidad constante para medir la fuerza generada por un grupo muscular a diferentes ángulos (Clinique Saint-Roch, 2022). Se miden dos componentes: la explosividad y la capacidad de resistencia muscular. La valoración isocinética proporciona informaciones relevantes sobre diferentes componentes de la fuerza: la fuerza, la potencia máxima, el trabajo total (fuerza utilizada a lo largo de la evaluación), la fatiga y el índice de equilibrio agonistas-antagonistas entre otras cosas. En el contexto del estudio, el paciente realizará la evaluación en sedestación utilizando el dispositivo Cybex Norm ® en una amplitud articular individualizada según el dolor y aprensión

(70-90°)(Gozlan et al., 2006). Tras una fase de calentamiento, el paciente realiza 3 repeticiones del movimiento a 2 velocidades diferentes (3x 60°/seg; 3x180°/seg en contracción concéntrica) con 1 minuto de recuperación en bilateral. Para evaluar la fatiga, se realizan 30 repeticiones a velocidad 180°/segundo. El dinamómetro está conectado a un sistema informático que permite registrar y procesar cuantitativamente los datos recogidos. Esto la convierte en una prueba fiable, reproducible, objetiva y sensible.

Para medir el impacto de la intervención en la calidad de vida relacionada con la salud, se utiliza el cuestionario SF-36. Consta 11 preguntas con 36 ítems tipo Likert, en relación con la función física, la función social, el rol físico, el rol emocional, la salud mental, la vitalidad, el dolor corporal y la salud general. La puntuación total varía entre 0-100: Cuanto más alta sea la puntuación, mejor será el estado de salud. Tiene buenos valores psicométricos que permiten una evaluación precisa de los cambios percibidos en el estado de salud (Vilagut et al., 2005).

Las variables independientes corresponden a los estímulos que pueden modificar las variables dependientes. En este estudio, los participantes del grupo control se exponen a un tratamiento clásico de fuerza y los del grupo intervención a un entrenamiento de fuerza combinado con un entrenamiento pliométrico.

También se tienen en cuenta las **covariables** que pueden interferir en la relación entre las variables independientes y dependientes. En este contexto, incluyen: el sexo, la edad y el año del diagnóstico.

5.7. Análisis del registro

Los datos se recogerán en la primera entrevista mediante un formulario administrativo que contenga toda la información necesaria para la comunicación y la clasificación de la persona (sexo, edad, año de la lesión medular). Un fisioterapeuta realizará una valoración previa a la intervención. Consistirá en la cumplimentación de las distintas escalas (WUSPI, DASH, SF-36) y la realización de las pruebas de dinamometría isocinética y del rango

articular. Tras 12 semanas de ejercicios terapéuticos, el mismo terapeuta llevará a cabo la valoración postintervención en la que el paciente completará las mismas escalas y pruebas. Esto permitirá comparar y analizar los beneficios potenciales de cada entrenamiento inmediatamente después de la aplicación de cada protocolo. Una evaluación de seguimiento 6 meses después del protocolo indicará si una técnica tiene mejores beneficios a largo plazo que la otra. Un cronograma resume las actividades del proyecto en orden cronológico en el anexo 5.

Los datos obtenidos se recopilarán en una hoja de registre Microsoft® Excel versión 16.6. Gracias a la colaboración de un equipo de estadísticos, los datos obtenidos se analizarán con el programa Statistical Package for the social Sciences (SPSS versión 25). El análisis descriptivo de los datos cuantitativos de la muestra, se presentarán como medias, frecuencia y desviación estándar. Se analiza las variables cualitativas como el sexo y cuantitativas como la edad, el año de diagnóstico, así como los resultados de las escalas y pruebas realizadas durante la valoración. En conjunto, esto indicará las características y la homogeneidad de los grupos.

A través de la inferencia estadística, se intenta de extrapolar los datos de la muestra a la población de estudio. Se realizan diferentes métodos de tratamiento de datos para analizar los impactos de las intervenciones sobre la muestra y así confirmar o rechazar la hipótesis inicial. Para ver el impacto de la intervención sobre cada variable dependiente (dolor, fuerza, rango articular, funcionalidad y calidad de vida) se realizará un análisis bivalente mediante el coeficiente de correlación de Pearson. El nivel de significación se establece con un $p > 0,05$ y un intervalo de confianza de 95%. El análisis estadístico tiene dos fases, la primera al final de las 12 semanas de la intervención, y la segunda, 6 meses después de la intervención.

5.8. Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones es el tamaño relativamente pequeño de la muestra. Esto puede afectar a la homogeneidad de los grupos, con perfiles individuales muy diferentes, y por tanto afectar a la generalización

de los resultados a la población de estudio. Además, la muestra se compone solamente de personas con lesión medular baja lo que supone miembros superiores sanos. Hay que tener en cuenta que diferentes deficiencias pueden llevar a la utilización de silla de ruedas para la movilidad y en estos casos la integridad de los miembros superiores no está garantizada. Por lo tanto, el tecnicismo del entrenamiento pliométrico puede no ser aplicable a todos los usuarios de sillas de ruedas. Además, el uso de pelotas durante los ejercicios pliométricos puede interferir con la aplicación del protocolo. De hecho, se puede suponer que esto implica una buena capacidad de coordinación. Puede ser necesaria una fase de entrenamiento. Por lo tanto, esto no depende de la patología sino de las capacidades intrínsecas de los individuos.

Otra limitación sería la pertinencia de utilizar el dinamómetro isocinético para evaluar la fuerza, no por los parámetros que se calculan, sino por los objetivos que se quieren evaluar. De hecho, se calcula que una persona realiza, de media, entre 14 y 18 transferencias al día lo que resulta muy agotador para los hombros (Gagnon et al., 2008). El objetivo de la rehabilitación consiste en que la persona tenga más resistencia muscular para las actividades de movilidad, pero no tanto en el aumento puro de la fuerza. La fatiga muscular puede probarse con el dinamómetro isocinético, pero las condiciones de la prueba no reflejan las condiciones reales de las tareas de movilidad. No existe ninguna prueba validada para medir la capacidad de transferencia repetitiva. Esto podría proporcionar información muy funcional en la vida cotidiana del paciente. Pero se puede tener en cuenta que, si la persona aumenta su fuerza, le resultará más fácil realizar las tareas más exigentes de la vida diaria.

Por último, el estudio tiene una duración de 12 semanas con 2 sesiones presenciales, lo que puede afectar a la adherencia de los participantes hasta el final de la intervención. Sin embargo, un punto clave para mantener la participación de las personas es una buena información inicial sobre la organización de la investigación y recordatorios frecuentes del compromiso contraído por los individuos. El profesional encargado de las sesiones debe crear un ambiente favorable para la participación y la dinámica de grupo para el buen funcionamiento de las sesiones. El aspecto organizativo también

puede afectar el compromiso del paciente, especialmente si éste trabaja, tiene vida familiar,... Venir dos veces por semana puede ser complicado para algunas personas, ya que el centro está alejado de los medios de transporte de la ciudad.

5.9. Aspectos éticos

Como el estudio se realiza en Francia, los aspectos éticos deben seguir la normativa francesa (Ley Jardé 2016). Así, para poner en marcha un proyecto de investigación clínica, se debe registrar el estudio en la Agencia Nacional de Seguridad del Medicamento (ANSM). Se obtiene un número de registro (ID-RICB). A continuación, hay que presentar un expediente al Comité de Protección de las Personas (CPP). El expediente debe incluir el protocolo, el resumen, un formulario de información y consentimiento informado, una justificación del lugar de la investigación, entre otros documentos (ANSM, 2022). El estudio debe respetar fundamentalmente los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (1964). Los investigadores deben asegurar la dignidad y la intimidad de los participantes en todo momento (WMA – The World Medical Association, 2017).

Una vez aceptada la investigación, la selección de los participantes se realiza en colaboración con los médicos rehabilitadores del Centro Verdaich. En esta fase, los expedientes de las personas que cumplen los criterios de inclusión y no tienen criterios de exclusión se reservan para el contacto. Se informará a las personas por teléfono o directamente durante las entrevistas con el médico. Si las personas desean participar en el estudio, recibirán información detallada sobre la investigación y un documento de consentimiento informado que deberán firmar.

6. UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS

El objetivo principal de este estudio es de analizar y observar el impacto del entrenamiento pliométrico en el manejo terapéutico de usuarios de sillas de ruedas con dolor de hombro. El diseño del estudio permite obtener datos a corto y largo plazo, lo que proporciona informaciones sobre la recurrencia y la persistencia de los efectos. La pliometría es una técnica que tiene muchas ventajas reconocidas tanto en la prevención como en el tratamiento a corto y largo plazo. Los beneficios musculoesqueléticos pueden ser más relevantes para los usuarios de silla de ruedas que experimentan mucho estrés biomecánico en los hombros. Sin embargo, esta técnica adolece ciertamente de ideas erróneas; por ejemplo: sólo debe practicarse al final del tratamiento; los ejercicios se realizan a alta intensidad con mucho peso y que solo se aplica a los atletas, etc. La pliometría es otro tipo de contracción, si los protocolos están bien ajustados e individualizados puede tener verdaderos beneficios a largo plazo. El objetivo de este estudio es demostrarlo.

La investigación se lleva a cabo en personas con extremidades superiores sanas, por lo que los resultados pueden tener implicaciones para la población general. El entrenamiento pliométrico carece de estudios científicos para los miembros superiores. Aunque el protocolo de esta investigación está adaptado a los usuarios de sillas de ruedas, los resultados pueden reforzar los datos de la población general. De hecho, parece posible transponer y ampliar los datos sobre el entrenamiento pliométrico en el contexto de las patologías del hombro. Este estudio demuestra también, que es posible adaptar este tipo de ejercicio a todo tipo de personas como personas en silla de ruedas, ancianos, personas con alteración de equilibrio en posición de pie,...

7. BIBLIOGRAFÍA

- ANSM. (2022). *Demander une autorisation pour un essai clinique - ANSM*. <https://ansm.sante.fr/vos-demarches/chercheur/demander-une-autorisation-pour-un-essai-clinique-pour-des-medicaments-categorie-1>
- Arroyo, R., & González, M. A. (2009). Validación al castellano del Wheelchair Users Shoulder Pain Index (WUSPI). *Rehabilitación*, 43(1), 2–9. [https://doi.org/10.1016/S0048-7120\(09\)70389-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7120(09)70389-5)
- Booth, M. A., & Orr, R. (2016). Effects of plyometric training on sports performance. *Strength and Conditioning Journal*, 38(1), 30–37. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000183>
- Bossuyt, F., Boninger, M., Cools, A., Hogaboom, N., Eriks-Hoogland, I., & Arnet, A. (2020). Changes in supraspinatus and biceps tendon thickness: influence of fatiguing propulsion in wheelchair users with spinal cord injury. *Spinal Cord*, 58(3), 324–333. <https://doi.org/10.1038/S41393-019-0376-Z>
- Calé-Benzoor, M., Maenhout, A., Arnon, M., Tenenbaum, G., Werrin, M., & Cools, A. (2017). Quality assessment of shoulder plyometric exercises: Examining the relationship to scapular muscle activity. *Physical Therapy in Sport*, 26, 27–34. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2017.05.002>
- Clinique Saint-Roch. (2022). *Isocinétisme*. Clinique Saint-Roch. <https://clinique-saint-roch.com/isocinetisme-2/>
- Correll, S., Field, J., Hutchinson, H., Mickevicius, G., Fitzsimmons, A., & Smoot, B. (2018). Reliability and validity of the HALO digital goniometer for shoulder range of motion in healthy subject. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(4), 707. <https://doi.org/10.26603/ijsp20180707>
- Cratsenberg, K. A., Deitrick, C. E., Harrington, T. K., Kopecky, N. R., Matthews, B. D., Ott, L. M., & Coeytaux, R. R. (2015). Effectiveness of exercise programs for management of shoulder pain in manual wheelchair users with spinal cord injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 39(4), 197–203. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000103>
- Curtis, K. A., Roach, K. E., Brooks Applegate, E., Amar, T., Benbow, C. S., Genecco, T. D., & Gualano, J. (1995). Development of the Wheelchair User's Shoulder Pain Index (WUSPI). *Paraplegia*, 33(5), 290–293. <https://doi.org/10.1038/SC.1995.65>
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760–786. [/pmc/articles/PMC4637913/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2637913/)
- Delcourt, T., Klouche, S., Alais, É., Marion, B., Deranlot, J., & Hardy, P. (2016). Traduction et validation de la version française du questionnaire de douleur d'épaule chez les utilisateurs de fauteuil roulant ou WUSPI.

Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, 102(7), S146–S147. <https://doi.org/10.1016/J.RCOT.2016.08.170>

- Dubert, T., Voche, P., Dumontier, C., & Dinh, A. (2001). Le questionnaire DASH. Adaptation française d'un outil d'évaluation international. *Chirurgie de La Main*, 20(4), 294–302. [https://doi.org/10.1016/S1297-3203\(01\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S1297-3203(01)00049-X)
- Finley, M. A., & Rodgers, M. M. (2004). Prevalence and identification of shoulder pathology in athletic and nonathletic wheelchair users with shoulder pain: A pilot study. *Number 3B*, 41, 395–402. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2003.02.0022>
- Gagnon, D., Nadeau, S., Noreau, L., Dehail, P., & Gravel, D. (2008). Quantification of reaction forces during sitting pivot transfers performed by individuals with spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40(6), 468–476. <https://doi.org/10.2340/16501977-0192>
- García, S., Pérez, J., Hoozemans, M., & Barakat, R. (2019). Effect of a Home-based Exercise Program on Shoulder Pain and Range of Motion in Elite Wheelchair Basketball Players: A Non-Randomized Controlled Trial. *Sports*, 7(8). <https://doi.org/10.3390/SPORTS7080180>
- Gozlan, G., Bensoussan, L., Coudreuse, J. M., Fondarai, J., Gremeaux, V., Viton, J. M., & Delarque, A. (2006). Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique : comparaison entre épaule dominante et non dominante. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 49(1), 8–15. <https://doi.org/10.1016/J.ANNRMP.2005.07.001>
- Gummesson, C., Atroshi, I., & Ekdahl, C. (2003). The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 4, 11. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-4-11>
- Gutierrez, D. D., Thompson, L., Kemp, B., Mulroy, S. J., Winstein, C. J., Gordon, J., Brown, D. A., Knutson, L., Fowler, E., DeMuth, S., Kulig, K., & Sullivan, K. (2007). The relationship of shoulder pain intensity to quality of life, physical activity, and community participation in persons with paraplegia. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 30(3), 251–255. <https://doi.org/10.1080/10790268.2007.11753933>
- Habert, B. (2014). La place de la pliométrie au sein de la rééducation – Rappels théoriques (1ère partie). *Kiné Scientifique*, 550, 59–62.
- Haubert, L. L., Mulroy, S. J., Requejo, P. S., Maneekobkunwong, S., Gronley, J. K., Rankin, J. W., Rodriguez, D., & Hong, K. (2015). Effect of reverse manual wheelchair propulsion on shoulder kinematics, kinetics and muscular activity in persons with paraplegia. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 3, 1–6. <https://doi.org/10.1080/10790268.2019.1570436>

- Hervás, M. T., Navarro, M. J., Peiró, S., Rodrigo Pérez, J. L., López Matéu, P., & Martínez Tello, I. (2006). Versión Española del cuestionario DASH. Adaptación transcultural, fiabilidad, validez y sensibilidad a los cambios. *Medicina Clinica*, 127(12), 441–447. <https://doi.org/10.1157/13093053>
- Hospital Nacional de Paraplégicos. (2016). *¿Cuáles son las principales causas e incidencia de la lesión medular?* | Hospital Nacional de Parapléjicos. <https://hnparaplejicos.sanidad.castillalamancha.es/es/content/cuales-son-las-principales-causas-e-incidencia-de-la-lesion-medular>
- Hudak, P. L., Amadio, P. C., & Bombardier, C. (1996). Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *American Journal of Industrial Medicine*, 29(6), 602–608. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0274\(199606\)29:6<602::aid-ajim4>3.0.co;2-l](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0274(199606)29:6<602::aid-ajim4>3.0.co;2-l)
- Kapandji, A. . (2015). Anatomie Fonctionnelle. In Editions Maloine (Ed.), *Tome I Membre supérieure* (6ème édit, pp. 2–74).
- Marcec, N. (2014). *Entraînement de compensation Exercices pour le renforcement musculaire et la mobilité de la ceinture scapulaire*. Association Suisse Des Parapléjiques. <https://www.cfrf.ch/images/stories/pdf/EntraînementDeCompensation.pdf>
- Mason, B., Warner, M., Briley, S., Goosey-Tolfrey, V., & Vegter, R. (2020). Managing shoulder pain in manual wheelchair users: a scoping review of conservative treatment interventions. *Clinical Rehabilitation*, 34(6), 741–753. <https://doi.org/10.1177/0269215520917437>
- Mulroy, S. J., Hatchett, P., Eberly, V. J., Haubert, L. L., Connors, S., & Requejo, P. S. (2015). *Shoulder Strength and Physical Activity Predictors of Shoulder Pain in People With Paraplegia From Spinal Injury: Prospective Cohort Study*. <https://academic.oup.com/ptj/article/95/7/1027/2686479>
- Norkin, C., & White, J. (2006). *Goniometría. Evaluación de la movilidad articular* (Marban).
- Samuelsson, K. A. M., Tropp, H., & Gerdle, B. (2004). Shoulder pain and its consequences in paraplegic spinal cord-injured, wheelchair users. *Spinal Cord*, 42(1), 41–46. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101490>
- Shepet, K. H., Liechti, D. J., & Kuhn, J. E. (2021). Nonoperative treatment of chronic, massive irreparable rotator cuff tears: a systematic review with synthesis of a standardized rehabilitation protocol. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 30(6), 1431–1444. <https://doi.org/10.1016/J.JSE.2020.11.002>
- Swanik, K., Thomas, S., Struminger, A., Bliven, K., Kelly, J., & Swanik, C. (2016). The Effect of Shoulder Plyometric Training on Amortization Time and Upper-Extremity Kinematics. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(4),

315–323. <https://doi.org/10.1123/JSR.2015-0005>

Tappan, R. (2014). *Wheelchair User's Shoulder Pain Index* | *RehabMeasures Database*. Shirley Ryan AbilityLab. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/wheelchair-users-shoulder-pain-index>

Varas, A. B., & González, I. (2003). Determinación de la normalidad mediante evaluación isocinética de la musculatura del complejo articular del hombro. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 81–90. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-pdf-13063625>

Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer, G., Quintana, J., Santed, R., Valderas, J., Ribera, A., Domingo, A., & Alonso, J. (2005). *El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos*. Gaceta Sanitaria. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112005000200007

Walford, S. L., Requejo, P. S., Mulroy, S. J., Neptune, R. R., Amigos, R. L., Rehabilitation, N., Amigos, R. L., & Rehabilitation, N. (2020). Predictors of Shoulder Pain in manual Wheelchair Users. *Clinical Biomechanics*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.03.003>. Predictors

Wellisch, M., Lovett, K., Harrold, M., Juhl, C., Juul-Kristensen, B., McKenna, L., & Larsen, C. M. (2021). Treatment of shoulder pain in people with spinal cord injury who use manual wheelchairs: a systematic review and meta-analysis. *The International Spinal Cord Society*, 1–4. <https://doi.org/10.1038/s41393-021-00673-x>

WMA – The World Medical Association. (2017). *Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos* -. <https://www.wma.net/es/politicas-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

World Health Organization. (2012). *Wheelchair Service Training Package - Basic level*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241503471>

INDICE DE LAS FIGURAS:

Figura 1 : protocolo de ejercicios de fuerza	15
Figura 2 : protocolo de ejercicios pliométricos	16
Figura 3 : protocolo de ejercicios de estiramiento	17
Figura 4 : resumen de la intervención	18

8. Anexos

8.1. Anexo 1: Wheelchair Users Shoulder Pain Index

Coloque una "X" en la escala para estimar su nivel de dolor con las siguientes actividades. Marcar la caja "[]" de la derecha si no ha realizado la actividad en la pasada semana.

Basado en su experiencia de la semana pasada, con qué intensidad le ha dolido el hombro cuando estaba:

	No realizado
1. pasando desde una cama a una silla de ruedas? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
2. pasando desde una silla de ruedas a un coche? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
3. pasando desde una silla de ruedas a un baño o ducha? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
4. cargando una silla de ruedas en el coche? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
5. empujando una silla durante 10 minutos o más? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
6. empujando una silla hacia arriba en rampas o pendientes exteriores? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
7. bajando objetos desde un estante situado por encima de la cabeza? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
8. colocándose los pantalones? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
9. colocándose una camiseta o jersey? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
10. colocándose una camisa de botones? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
11. lavándose la espalda? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
12. en actividades habituales diarias en el trabajo, el colegio o la universidad? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
13. conduciendo? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
14. realizando las tareas del hogar? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	
15. durmiendo? Sin dolor [] _____ Peor dolor que nunca ha experimentado []	

8.2. Anexo 2: DASH versión Española

DASH

Versión Española (España)



Instrucciones

Este cuestionario le pregunta sobre sus síntomas así como su capacidad para realizar ciertas actividades o tareas. Por favor conteste cada pregunta basándose en su condición o capacidad durante la última semana. Para ello marque un círculo en el número apropiado.

Si usted no tuvo la oportunidad de realizar alguna de las actividades durante la última semana, por favor intente aproximarse a la respuesta que considere que sea la más exacta.

No importa que mano o brazo usa para realizar la actividad; por favor conteste basándose en la habilidad o capacidad y como puede llevar a cabo dicha tarea o actividad.

© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

Spanish (Spain) translation courtesy of Dr. R.S. Rosales, MD, PhD, Institute for Research in Hand Surgery, GECOT, Unidad de Cirugía de La Mano y Microcirugía, Tenerife, Spain

Por favor puntúe su habilidad o capacidad para realizar las siguientes actividades durante la última semana. Para ello marque con un círculo el número apropiado para cada respuesta.

	Ninguna dificultad	Dificultad leve	Dificultad moderada	Mucha dificultad	Imposible de realizar
1.-Abrir un bote de cristal nuevo	1	2	3	4	5
2.-Escribir	1	2	3	4	5
3.- Girar una llave	1	2	3	4	5
4.- Preparar la comida	1	2	3	4	5
5.-Empujar y abrir una puerta pesada	1	2	3	4	5
6.-Colocar un objeto en una estantería situadas por encima de su cabeza.	1	2	3	4	5
7.-Realizar tareas duras de la casa (p. ej. fregar el piso, limpiar paredes, etc.	1	2	3	4	5
8.-Arreglar el jardín	1	2	3	4	5
9.-Hacer la cama	1	2	3	4	5
10.-Cargar una bolsa del supermercado o un maletín.	1	2	3	4	5
11.-Cargar con un objeto pesado (más de 5 Kilos)	1	2	3	4	5
12.-Cambiar una bombilla del techo o situada más alta que su cabeza.	1	2	3	4	5
13.-Lavarse o secarse el pelo	1	2	3	4	5
14.-Lavarse la espalda	1	2	3	4	5
15.- Ponerse un jersey o un suéter	1	2	3	4	5
16.-Usar un cuchillo para cortar la comida	1	2	3	4	5

17.-Actividades de entretenimiento que requieren poco esfuerzo (p. ej. jugar a las cartas, hacer punto, etc.)	1	2	3	4	5
18.-Actividades de entretenimiento que requieren algo de esfuerzo o impacto para su brazo, hombro o mano (p. ej. golf, martillear, tenis o a la petanca)	1	2	3	4	5
19.-Actividades de entretenimiento en las que se mueva libremente su brazo (p. ej. jugar al platillo "frisbee", badminton, nadar, etc.)	1	2	3	4	5
20.- Conducir o manejar sus necesidades de transporte (ir de un lugar a otro)	1	2	3	4	5
21.- Actividad sexual	1	2	3	4	5
	No, para nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
22.- Durante la última semana, ¿su problema en el hombro, brazo o mano ha interferido con sus actividades sociales normales con la familia, sus amigos, vecinos o grupos?	1	2	3	4	5

	No para nada	Un poco	Regular	Bastante limitado	Imposible de realizar
23.- Durante la última semana, ¿ha tenido usted dificultad para realizar su trabajo u otras actividades cotidianas debido a su problema en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5

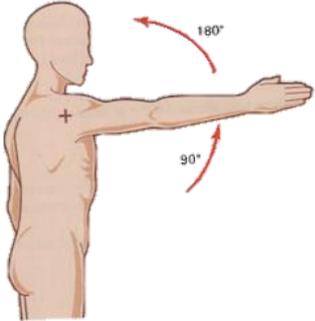
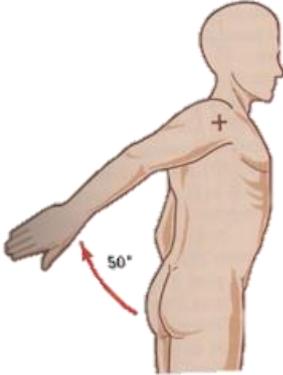
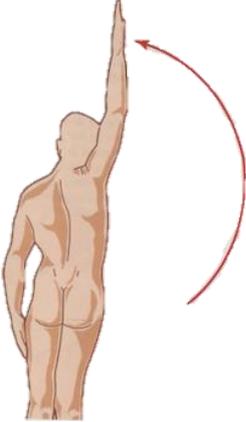
Por favor ponga puntuación a la gravedad o severidad de los siguientes síntomas

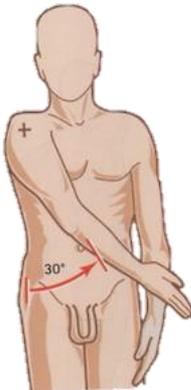
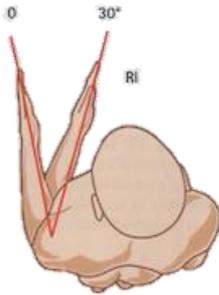
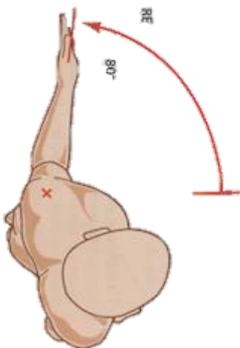
	Ninguno	Leve	Moderado	Grave	Muy grave
24.-Dolor en el brazo, hombro o mano.	1	2	3	4	5
25.- Dolor en el brazo, hombro o mano cuando realiza cualquier actividad específica.	1	2	3	4	5
26.-Sensación de calambres (hormigueos y alfilerazos) en su brazo hombro o mano.	1	2	3	4	5
27.-Debilidad o falta de fuerza en el brazo, hombro, o mano.	1	2	3	4	5
28.-Rigidez o falta de movilidad en el brazo, hombro o mano.	1	2	3	4	5

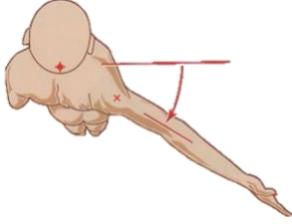
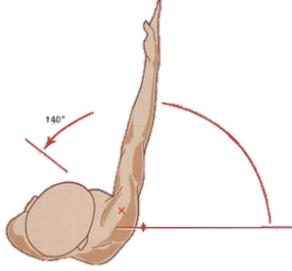
	No	Leve	Moderada	Grave	Dificultad extrema que me impedía dormir
29.- Durante la última semana, ¿cuanta dificultad ha tenido para dormir debido a dolor en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5

	Totalmente falso	Falso	No lo sé	Cierto	Totalmente cierto
30.- Me siento menos capaz, confiado o útil debido a mi problema en el brazo, hombro, o mano	1	2	3	4	5

8.3. Anexo 3: Rango articular (goniometría)

PROCEDIMIENTO GONIOMETRÍA DEL HOMBRO		
<p>FLEXIÓN</p> <p>Plano: sagital Eje: frontal AA: 180°</p>	<p>PP: sedestación PF: de pie al lado del paciente Eje del gonio: punto medio de la cara externa del hombro, 2,5 cm por debajo del acromio Brazo fijo: siguiendo el eje vertical Brazo móvil: siguiendo la línea media del brazo hacia el tercer dedo</p>	 <p>Diagrama que muestra la flexión del hombro en el plano sagital. El brazo fijo está verticalmente hacia abajo. El brazo móvil se mueve desde la posición vertical hacia adelante y hacia arriba, alcanzando una amplitud de movimiento de 180° (línea horizontal) y 90° (línea vertical).</p>
<p>EXTENSIÓN</p> <p>Plano: sagital Eje: frontal AA: 50°</p>	<p>PP: sedestación PF: de pie al lado del paciente Eje del gonio: punto medio de la cara externa del hombro, 2,5 cm por debajo del acromio Brazo fijo: siguiendo el eje vertical Brazo móvil: siguiendo la línea media del brazo hacia el tercer dedo</p>	 <p>Diagrama que muestra la extensión del hombro en el plano sagital. El brazo fijo está verticalmente hacia abajo. El brazo móvil se mueve desde la posición vertical hacia atrás, alcanzando una amplitud de movimiento de 50°.</p>
<p>ABDUCCIÓN</p> <p>Plano: frontal Eje: sagital AA: 180°</p>	<p>PP: sedestación PF: de pie o sentado frente al paciente Eje del gonio: punto medio de la cara anterior del hombro > troquiter Brazo fijo: siguiendo el eje vertical Brazo móvil: siguiendo la línea media del brazo hacia el tercer dedo</p>	 <p>Diagrama que muestra la abducción del hombro en el plano frontal. El brazo fijo está verticalmente hacia abajo. El brazo móvil se mueve desde la posición vertical hacia el lado, alcanzando una amplitud de movimiento de 180°.</p>

<p>ADUCCIÓ</p> <p>Plan: frontal Eje: sagital AA: 30-45°</p>	<p>PP: sedestació</p> <p>PF: de pie o sentado frente al paciente</p> <p>Eje del gonio: punto medio de la cara anterior del hombro > troquiter</p> <p>Brazo fijo: siguiendo el eje vertical</p> <p>Brazo móvil: siguiendo la línea media del brazo hacia el tercer dedo</p>	
<p>ROTACIÓ INTERNA</p> <p>Plan: horizontal Eje: vertical AA: 30-50°</p>	<p>PP: sedestació en el codo flexionado a 90° engançado al tronco. Antebrazo en posición neutra</p> <p>PF: sentado o de pie frente al paciente</p> <p>Eje del gonio: punto medio de la cara superior del hombro</p> <p>Brazo fijo: siguiendo el eje sagital</p> <p>Brazo móvil: siguiendo la línea media del antebrazo hacia el estiloides radial</p>	
<p>ROTACIÓ EXTERNA</p> <p>Plan: horizontal Eje: vertical AA: 80-90°</p>	<p>PP: sedestació en el codo flexionado a 90° engançado al tronco. Antebrazo en posición neutra</p> <p>PF: sentado o de pie frente al paciente</p> <p>Eje del gonio: punto medio de la cara superior del hombro</p> <p>Brazo fijo: siguiendo el eje sagital</p> <p>Brazo móvil: siguiendo la línea media del antebrazo hacia el estiloides radial</p>	

<p>ABDUCCIÓ HORIZONTAL</p> <p>Plan: horizontal Eje: vertical AA: 30°</p>	<p>PP: sedestació PF: de pie o sentado detrás del paciente Eje del gonio: punto medio del brazo a 2,5 cm por debajo del acromio Brazo fijo: paralelo al suelo Brazo móvil: siguiendo la línea media del tercer dedo</p>	
<p>ADUCCIÓ HORIZONTAL</p> <p>Plan: horizontal Eje: vertical AA: 140°</p>	<p>PP: sedestació PF: de pie o sentado detrás del paciente Eje del gonio: punto medio del brazo a 2,5 cm por debajo del acromio Brazo fijo: paralelo al suelo Brazo móvil: siguiendo la línea media del tercer dedo</p>	

Fuente: elaboración propia

8.4. Anexo 4: SF-36 calidad de vida relacionada a la salud

CUESTIONARIO DE SALUD SF-36

Marque una sola respuesta

- 1) En general, usted diría que su salud es:
 - a. Excelente
 - b. Muy buena
 - c. Buena
 - d. Regular
 - e. Mala

- 2) ¿Cómo diría que es su salud actual, comparada con la de hace un año?
 - a. Mucho mejor ahora que hace un año
 - b. Algo mejor ahora que hace un año
 - c. Más o menos igual que hace un año
 - d. Algo peor ahora que hace un año
 - e. Mucho peor ahora que hace un año

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal

- 3) Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos intensos, tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 4) Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 5) Su salud actual, ¿le limita para coger o llevar la bolsa de la compra?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 6) Su salud actual, ¿le limita para subir varios pisos por la escalera?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 7) Su salud actual, ¿le limita para subir un solo piso por la escalera?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 8) Su salud actual, ¿le limita para agacharse o arrodillarse?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 9) Su salud actual, ¿le limita para caminar un kilómetro o más?
 - a. Sí, me limita mucho
 - b. Sí, me limita un poco
 - c. No, no me limita nada

- 10) Su salud actual, ¿le limita para caminar varias manzanas (varios centenares de metros)?
- Sí, me limita mucho
 - Sí, me limita un poco
 - No, no me limita nada
- 11) Su salud actual, ¿le limita para caminar una sola manzana (unos 100 metros)?
- Sí, me limita mucho
 - Sí, me limita un poco
 - No, no me limita nada
- 12) Su salud actual, ¿le limita para bañarse o vestirse por sí mismo?
- Sí, me limita mucho
 - Sí, me limita un poco
 - No, no me limita nada

Las siguientes preguntas se refieren a problemas en su trabajo o en sus actividades diarias

- 13) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 14) Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 15) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 16) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo dificultad para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal), a causa de su salud física?
- Sí
 - No
- 17) Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
- Sí
 - No
- 18) Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
- Sí
 - No
- 19) Durante las últimas 4 semanas, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
- Sí
 - No
- 20) Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?
- Nada
 - Un poco
 - Regular
 - Bastante
 - Mucho

- 21) ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?
- No, ninguno
 - Sí, muy poco
 - Sí, un poco
 - Sí, moderado
 - Sí, mucho
 - Sí, muchísimo
- 22) Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?
- Nada
 - Un poco
 - Regular
 - Bastante
 - Mucho

Las siguientes preguntas se refieren a cómo se ha sentido y como le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta, responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted.

- 23) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 24) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo estuvo muy nervioso?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 25) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 26) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 27) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo tuvo mucha energía?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca

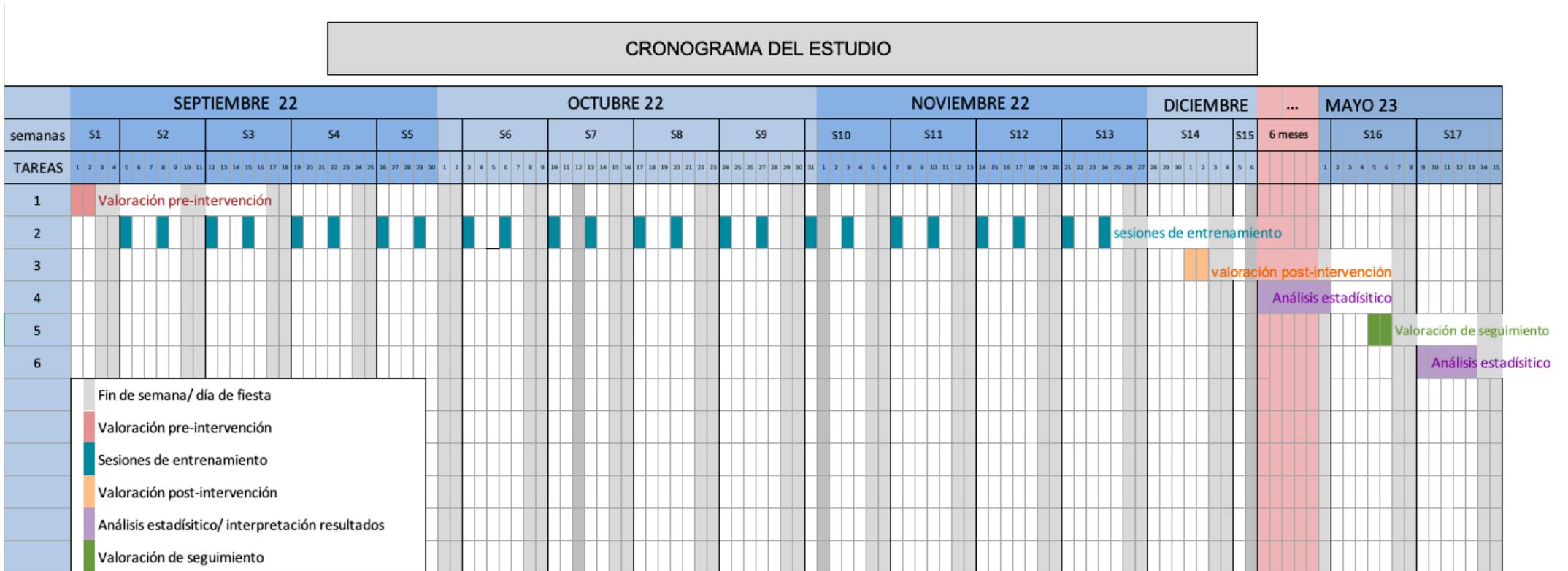
- 28) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 29) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió agotado?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 30) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió feliz?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 31) Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió cansado?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca
- 32) Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a amigos o familiares)?
- Siempre
 - Casi siempre
 - Muchas veces
 - Algunas veces
 - Sólo alguna vez
 - Nunca

Por favor, diga si le parece cierta o falsa cada una de las siguientes frases

- 33) Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas
- Totalmente cierta
 - Bastante cierta
 - No lo sé
 - Bastante falsa
 - Totalmente falsa
- 34) Estoy tan sano como cualquiera
- Totalmente cierta
 - Bastante cierta
 - No lo sé
 - Bastante falsa
 - Totalmente falsa

- 35) Creo que mi salud va a empeorar
- a. Totalmente cierta
 - b. Bastante cierta
 - c. No lo sé
 - d. Bastante falsa
 - e. Totalmente falsa
- 36) Mi salud es excelente
- a. Totalmente cierta
 - b. Bastante cierta
 - c. No lo sé
 - d. Bastante falsa
 - e. Totalmente falsa

8.5. Anexo 5: Cronograma del estudio



9. AGRADECIMIENTO

El TFG es un trabajo relativamente individual, pero me doy cuenta, escribiendo esta sección, de que varias personas han participado en este trabajo de una forma u otra.

Para empezar, me gustaría agradecer a mi tutor Arnau Gustems Morral para su supervisión de este proyecto y sus consejos para orientar mi reflexión en la correcta dirección.

Muchas gracias a Jean-Christophe P., fisioterapeuta y jefe de investigación del centro Verdaich por su tiempo, su experiencia y sus respuestas detalladas sobre el tema y, en general por la práctica de neurología tan interesante e instructiva.

También me gustaría dar las gracias a Kevin A., entrenador deportivo por su gran ayuda, tiempo y entusiasmo para explicarme todas las sutilezas del entrenamiento pliométrico.

Un gran agradecimiento también a Julien y Ani por la revisión de este trabajo.

Es difícil encontrar las palabras adecuadas para agradecer lo suficiente a Arthur por su apoyo incondicional a lo largo de los años. Y por supuesto, un gran agradecimiento a mi familia y amigos por... todo.

10. NOTA FINAL DEL AUTOR

Al final de este TFG, cabe destacar varias reflexiones personales. Más allá del aspecto de la organización del trabajo, la elaboración de contenidos y de la investigación documental, este proyecto final me ha permitido reunir las materias que he estudiado durante los últimos 4 años. No se trata sólo de anatomía, fisiología o biomecánica sino también de estadística, bioética, metodología... En el transcurso de este trabajo, me encontré buscando conceptos en varios archivos correspondientes a asignaturas diferentes. En este sentido, concluye el final de un rico camino de aprendizaje

La elección de un tema de TFG no es siempre fácil y obvia, surgen muchas dudas y preguntas en cuanto la pertinencia, la utilidad práctica, etc... Aunque el tema es importante para mí, no estaba segura de su relevancia clínica a escala más amplia. Pero desarrollando este proyecto, pude conocer y comunicar con diferentes profesionales que compartieron conmigo sus experiencias y sus puntos de vista. En particular, durante mi práctica en el centro Verdaich: descubrí que mi reflexión sobre la rehabilitación y la prevención del dolor de hombro en los usuarios de silla de ruedas era uno de los temas de investigación actual del departamento de investigación. Así que este trabajo fue una experiencia muy rica en términos de reflexión, elaboración y diferentes conversaciones con los profesionales.

La elaboración metódica de este proyecto final nos aportará sin duda mucho rigor, seriedad y metodología para resolver los problemas cotidianos de nuestra futura vida profesional. Seguramente nos habrá convencido de la importancia de la investigación científica para ampliar la práctica clínica.