



UNIVERSITAT DE VIC  
UNIVERSITAT CENTRAL  
DE CATALUNYA

# **EL EFECTO DE LA IMAGINERÍA MOTORA DURANTE LA FASE DE INMOVILIZACIÓN DESPUÉS DE LA CIRUGÍA DEL MANGUITO ROTADOR**

Lylou DENJEAN

([lylou.denjean@uvic.cat](mailto:lylou.denjean@uvic.cat))

4t Curso de Fisioteràpia (Grup T15 A)

Trabajo de Fin de Grado

Profesora: Laia Briones Buixassa

Facultat de Ciències de la Salut i el Benestar – Universitat de Vic

Vic, mayo de 2022

# Índice

1	Resumen.....	4
1.1	Resumen .....	4
1.2	Abstract.....	4
2	Antecedentes y estado actual del tema.....	6
2.1	La imaginería motora .....	6
2.1.1	Definición.....	6
2.1.2	Base neurofisiológica.....	6
2.1.3	Tipos de imaginería motora .....	7
2.1.3.1	Imaginería motora visual .....	7
2.1.3.2	Imaginería motora cinestésica.....	8
2.1.4	Aplicaciones.....	8
2.2	Manguito rotador.....	9
2.2.1	Anatomía del manguito rotador .....	9
2.2.2	Patología del manguito rotador .....	9
2.2.3	Cirugía del manguito rotador .....	12
2.3	Inmovilización .....	13
2.3.1	Definición.....	13
2.3.2	Consecuencias .....	13
2.4	Aplicación de la inmovilización y imaginería motora después de la cirugía del manguito rotador .....	14
2.5	Justificación del tema.....	15
3	Hipótesis y objetivos .....	17
3.1	Hipótesis.....	17
3.2	Objetivos .....	17
3.2.1	Principal.....	17
3.2.2	Específicos .....	17
4	Metodología .....	18

4.1	Ámbito de estudio.....	18
4.2	Diseño .....	18
4.3	Población y muestra.....	20
4.4	Criterios de inclusión y exclusión.....	20
4.4.1	Criterios de inclusión .....	20
4.4.2	Criterios de exclusión .....	21
4.5	Intervención .....	21
4.5.1	Grupo de intervención .....	21
4.5.1.1	Reconocimiento de la lateralidad de los miembros .....	22
4.5.1.2	El movimiento imaginado .....	22
4.5.1.3	Terapia de espejo.....	23
4.5.2	Grupo de control .....	24
4.5.3	Programa de rehabilitación de fisioterapia.....	24
4.5.4	Materiales y financiación de la intervención .....	26
4.6	Variables y métodos de medidas.....	27
4.6.1	Variables .....	27
4.6.1.1	Variable independiente.....	27
4.6.1.2	Variables dependientes .....	27
4.6.1.3	Variables de ajuste.....	30
4.7	Análisis de los registros.....	31
4.8	Limitaciones del estudio .....	31
4.9	Aspectos éticos .....	32
5	Utilidad práctica de los resultados.....	34
6	Bibliografía .....	35
7	Anexos.....	40
7.1	Anexo 1: Raosoft.....	40
7.2	Anexo 2: Score de Constant-Murley .....	41
7.3	Anexo 3: Goniómetro de brazos .....	41

7.4	Anexo 4: Escala MRC.....	42
7.5	Anexo 5: The Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-RS) ...	43
7.6	Anexo 6: Escala de Likert .....	45
7.7	Anexo 7: Hoja de información a los participantes .....	46
7.8	Anexo 8: Consentimiento informado.....	47
8	Agradecimientos .....	48
9	Nota final del autor. El TFG como experiencia de aprendizaje....	49

# 1 Resumen

## 1.1 Resumen

**Objetivos:** Los objetivos son determinar los efectos de la imaginería motora durante la fase de inmovilización del hombro después de la cirugía del manguito rotador.

**Metodología:** El estudio es un ensayo clínico aleatorizado con una muestra de 170 participantes. Los grupos de intervención y de control estarán formados por dos grupos de 85 participantes. Se trata de un estudio longitudinal y prospectivo, ya que se desarrollará a lo largo de 6 meses. Las primeras 6 semanas corresponden a la fase de inmovilización y, por lo tanto, a la aplicación de imaginería motora. Los pacientes seguirán un programa compuesto de 3 ejercicios de imaginería motora. Al final de las 6 primeras semanas, empezará la rehabilitación posterior a la inmovilización. El grupo control seguirá un programa básico de rehabilitación tras la cirugía del manguito de los rotadores. Realizaremos 3 valoraciones. Las variables se medirán a través de la puntuación Constant-Murley, la escala MRC y con un goniómetro.

**Limitaciones del estudio:** Las limitaciones pueden ser que los participantes realizan mal los ejercicios de imaginería motora y que tienen un problema con los ordenadores para la realización de los ejercicios. Por último, necesitamos 8 fisioterapeutas, es posible que no todos apliquen exactamente el mismo tratamiento y que las mismas valoraciones.

**Palabras claves:** Imaginería motora, inmovilización, cirugía, manguito rotador

## 1.2 Abstract

**Objectives:** The objectives are to determine the effects of motor imagery during the shoulder immobilisation phase after rotator cuff surgery.

**Methodology:** The study is a randomised clinical trial with a sample of 170 participants. The intervention and control groups will consist of two groups of 85 participants. It is a longitudinal and prospective study, as it will be carried out over 6 months. The first 6 weeks correspond to

the immobilisation phase and therefore to the application of motor imagery. Patients will follow a programme consisting of 3 motor imagery exercises. At the end of the first 6 weeks, post-immobilisation rehabilitation will begin. The control group will follow a basic rehabilitation programme after rotator cuff surgery. We will perform 3 assessments. Variables will be measured using the Constant-Murley score, the MRC scale and a goniometer.

Limitations of the study: Limitations may be that participants perform the motor imagery exercises poorly and that they have a problem with computers to perform the exercises. Finally, we need 8 physiotherapists, it is possible that not all of them apply the same treatment and the same assessments.

Key words: Motor imagery, immobilisation, surgery, rotator cuff

## 2 Antecedentes y estado actual del tema

### 2.1 La imaginería motora

#### 2.1.1 Definición

La imaginería motora se describe como la representación mental del movimiento sin ningún movimiento del cuerpo. Es decir, imaginar una acción sin su ejecución física. Ayuda a activar la actividad en áreas del cerebro que normalmente se activan al realizar una tarea (Vaughan et al., 2019). La práctica de la imaginería motora es la "repetición de actos motores imaginados con la intención de mejorar su rendimiento físico" (Malouin y Richards, 2010). Es una operación cognitiva compleja que se autogenera mediante procesos sensoriales y perceptuales (Dickstein y Deutsch, 2007).

La activación de estructuras neuronales comunes a la imaginería y la ejecución motoras (Jeannerod, 2001) se ha demostrado mediante grabaciones basadas en técnicas de exploración cerebral como la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP), la Imagen de Resonancia Magnética funcional (IRMf) y el Electroencefalograma (EEG) (Lotze y Zentgraf, 2010).

La imaginería motora puede reorganizar la estructura, la función y las conexiones nerviosas asociadas con el movimiento. También puede afectar la activación y reorganización cortical, influyendo en el aprendizaje en las redes cerebrales. Por tanto, la capacidad de imaginar el movimiento mejora el aprendizaje de las habilidades motoras (Barreto, 2021).

En la práctica, se le pide a un participante que se imagine a sí mismo realizando una acción específica y luego genere las sensaciones perceptivas que ocurrirían si realmente la realizara (Munzert y Zentgraf, 2009). Sin embargo, la similitud entre la imaginería motora y el rendimiento motor se ha demostrado solo en las articulaciones distales y en movimientos simples (analíticos) (Rulleau y Toussaint, 2017).

#### 2.1.2 Base neurofisiológica

El interés en la aplicación de imaginería motora se deriva de la comprensión de la neurofisiología del aprendizaje motor. El control motor tiene lugar en estructuras cerebrales

muy específicas, anatómica y funcionalmente. Estas estructuras cerebrales están interconectadas. En la corteza sensoriomotora, la plasticidad cerebral depende de visualizar, imitar y repetir la acción para aprender, ya sea a través de vías de potenciación a largo plazo o mediante la reorganización de la red (Chéron, 2011). La repetición mental de la acción se basa en la teoría de la simulación.

Según esta teoría, la acción comienza con una fase invisible llamada fase de anticipación. En él se incluye el propósito de la acción, el significado de esta acción y las consecuencias de esta acción sobre el organismo y el mundo exterior. La ejecución es la fase visible de esta acción. La anticipación y la ejecución se sitúan a lo largo de un continuo, estando las dos fases presentes de manera sistemática y sucesiva durante la realización concreta de una acción. La teoría de la simulación postula que la fase de anticipación (invisible) incluye todos los mecanismos de una acción realizada, pero no llevada a cabo (visible). De este punto surge la predicción de que existe un principio de similitud estructural, la acción simulada y la acción realizada utilizando estructuras neuronales similares (Jeannerod, 2001).

Gracias a estas similitudes, la práctica mental puede mejorar el desempeño real, por un lado ejercitando áreas específicas de movimiento y por otro lado construyendo asociaciones entre los procesos involucrados (Kosslyn et al., 2010). La imaginería motora tiene una acción de facilitación corticoespinal. De hecho, modula la excitabilidad corticoespinal de una manera específica dependiendo del músculo, su contribución espacial y temporal al movimiento (Rulleau y Toussaint, 2017).

### 2.1.3 Tipos de imaginería motora

Existe dos tipos de imaginería motora, la imaginería externa (visuales) e internas (cinestésicas). El uso de imaginería motora visual o cinestésica parece estar influenciado por el tipo de tarea y la etapa de aprendizaje (Dickstein y Deutsch, 2007).

#### 2.1.3.1 Imaginería motora visual

La imaginería motora externa o visual se puede ejercitar en tercera persona. El sujeto entonces se imagina a sí mismo como espectador de un movimiento realizado por un tercero.

### 2.1.3.2 Imaginería motora cinestésica

El segundo tipo de imaginería motora, que es la imaginería motora cinestésica, se realiza desde un punto de vista interno. El sujeto se imagina haciendo el movimiento él mismo, tratando de sentir información propioceptiva como diferentes rangos de movimiento, tensión y contracción muscular (Cunat, 2016).

### 2.1.4 Aplicaciones

La imaginería motora puede aplicarse en diferentes casos. Los efectos de una práctica en la imaginería motora han mostrado la posibilidad de adquirir una nueva tarea motora fina (Pascual-Leone et al., 1995), mejorando la fuerza muscular (Yue y Cole, 1992) o el sentido de posición (Toussaint y Blandin, 2010).

Primero, la imaginería motora se puede aplicar en el contexto deportivo, para los atletas. De hecho, pudo mostrar efectos positivos sobre la velocidad, la precisión del rendimiento, la fuerza muscular, la dinámica del movimiento y el rendimiento motor (Dickstein y Deutsch, 2007).

Además, se puede aplicar a personas con enfermedades neuromusculares. Como por ejemplo en personas que han sufrido un ictus, una lesión medular, personas con enfermedad de Parkinson o incluso en la rehabilitación del síndrome de dolor regional complejo (Dickstein y Deutsch, 2007).

Existe evidencia de que la práctica de imaginería motora mejora el rendimiento motor y el rendimiento de tareas en personas sanas y surge para personas con trastornos neurológicos (Dickstein y Deutsch, 2007).

Finalmente, en el caso de una inmovilización de una extremidad, los estudios han demostrado que las imágenes motoras pueden tener un papel en el mantenimiento del rango de movimiento y la fuerza (Cunat, 2016).

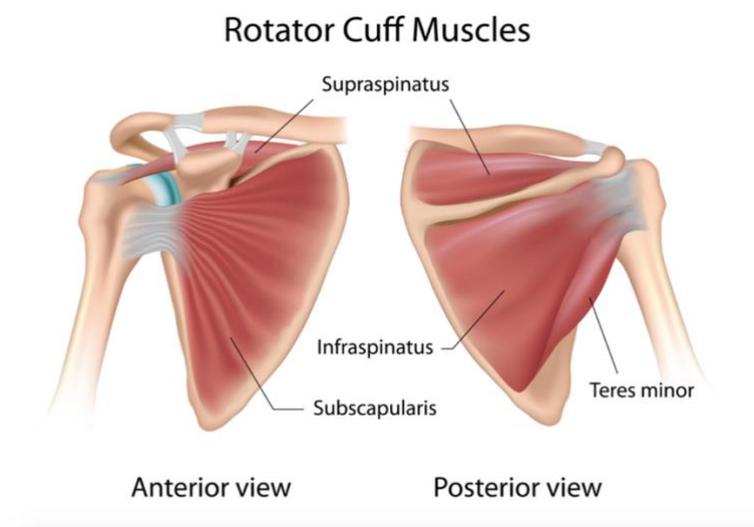
## 2.2 Manguito rotador

### 2.2.1 Anatomía del manguito rotador

El manguito rotador está formado por los tendones de los músculos subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor. Algunos autores añaden el tendón del bíceps largo como músculo accesorio de este manguito (Sosson, 2015). Su función principal es estabilizar dinámicamente la articulación glenohumeral, prevenir la migración hacia arriba de la cabeza humeral, contribuir a la fase inicial de abducción del hombro y asegurar la rotación interna y externa (Nikolaidou et al., 2017). Por tanto, una disfunción del manguito rotador puede dar lugar a una elevación superior de la cabeza humeral con pinzamiento en la superficie inferior del acromion (Millett et al., 2006).

#### Figura 1

*Músculos del manguito rotador con vista anterior y posterior.*



*Nota.* Adaptado de *Rotator cuff muscles*, por A. Spargo, 2018, Mind Body Integration (<https://integration.net.au/2018/05/07/rotator-cuff/>). Copyright.

### 2.2.2 Patología del manguito rotador

En esta parte, distinguimos diferentes patologías del manguito. Estas patologías pueden tener causas etiológicas similares como: la edad, los traumatismos, diabetes tipo II, patología cardíaca, trastornos pulmonares y condiciones neurológicas (Ko y Wang, 2011). La patología del manguito rotador es muy frecuente y representa la primera causa de consulta por dolor de hombro. Es un problema musculoesquelético común en la sociedad occidental, con una

prevalencia de un año del 47% y una prevalencia de por vida de hasta el 70% (Leong et al., 2019).

Tiene una prevalencia en la población general del 30% (Djahangiri y Farron, 2009). Además, para muchos pacientes, las molestias del hombro no se resuelven por sí solas en semanas o meses; alrededor del 50% de los pacientes que vieron a un médico todavía informaron quejas después de 12 meses (Luime et al., 2003).

Una de las causas comunes de dolor de hombro es la tendinopatía del manguito rotador, que se caracteriza por dolor y debilidad durante la rotación externas y la elevación. La tendinopatía del manguito rotador es un término genérico que incluye diversas afecciones del hombro que afectan las estructuras subacromiales. La tendinopatía del manguito rotador es resistente al tratamiento. Provoca una alteración en las actividades de la vida diaria y tiene un impacto socioeconómico importante por la pérdida de trabajo y los costes del tratamiento (Leong et al., 2019).

Podemos distinguir tendinopatías calcificantes del manguito que representan el 7% de los hombros dolorosos con predominio femenino. Y, las tendinopatías del manguito no calcificadas pueden representar un diagnóstico por defecto en ausencia de calcificación o rotura del tendón. Son el resultado de un entorno vulnerable a fuerzas excéntricas repetitivas y factores de riesgo anatómicos/mecánicos que predisponen (Varacallo et al., 2021).

La ruptura de uno o más tendones del manguito, puede ser total o parcial. Las rupturas del manguito rotador, parciales o totales, pueden ocurrir en un contexto degenerativo, traumático o microtraumático. Muy a menudo, la causa de la ruptura del manguito es degenerativa, es decir, se debe al desgaste progresivo del tendón, que roza contra el acromion: es el síndrome subacromial. De hecho, el síndrome subacromial se caracteriza por un derrame localizado de la bursa subacromial con un tendón normal o que presenta una ruptura superficial parcial (Sosson, 2015).

En 1934 Codman describió las rupturas parciales del manguito rotador individualizando tres tipos diferentes según su ubicación en el tendón (Codman, 1934).

Describe rupturas parciales profundas, rupturas parciales superficiales y rupturas intersticiales. Las rupturas parciales profundas parecen tener una profundidad variable, pero ocurren a 1 cm de la inserción del hueso. Las rupturas parciales superficiales afectan el grosor del tendón de diversas formas y provocan la ruptura distal de las cuatro áreas de inserción del tendón normal en la entesis. Con respecto a las lesiones intersticiales, se describen con mayor frecuencia asociadas a ruptura parcial de bursal o articulación y rara vez aparecen aisladas. La lesión es paralela al tendón, ubicada a la mitad de su grosor (Nové-Josserand, 2006).

Diferentes autores han propuesto una clasificación de estas lesiones con el fin de estandarizar el diagnóstico y el tratamiento. Existe una clasificación de tres estadios basada en la gravedad de la lesión en relación con el grosor del tendón, independientemente de la ubicación de la lesión. El estadio 1 es una ruptura del tendón de menos de 3 mm de profundidad. El estadio 2 corresponde a una lesión de 3 a 6 mm de profundidad, o menos de la mitad del grosor del tendón en cuestión. El estadio 3 corresponde a una lesión de más de 6 mm de profundidad, o más de la mitad del grosor del tendón en cuestión. También se recomienda evaluar la extensión de la lesión para adaptar el tratamiento. Esta clasificación sigue siendo de especial interés en lo que respecta a la evolución de las lesiones y su tratamiento (Nové-Josserand, 2006).

Por lo general, las rupturas parciales del manguito ya sean profundas, superficiales o intersticiales, tienden a ocurrir en adultos mayores. Sin embargo, existen circunstancias especiales, especialmente en deportistas, donde estas lesiones también pueden existir en sujetos jóvenes (Nové-Josserand, 2006).

La reparación quirúrgica no siempre está indicada para una ruptura del manguito rotador. De hecho, depende de la edad del paciente, su demanda funcional, el tamaño de la lesión y la capacidad de reparación del manguito. Se debe ofrecer reconstrucción de primera línea para pacientes activos, antes de que la lesión se agrande y se vuelva irreparable. La indicación de cirugía en pacientes mayores de 65 años puede realizarse tras el fracaso del tratamiento conservador durante al menos seis meses. El tratamiento debe adaptarse a la situación médica, social y profesional (Djahangiri y Farron, 2009).

### 2.2.3 Cirugía del manguito rotador

El manguito rotador presenta diferentes tipos de patologías que dan lugar a diferentes procedimientos quirúrgicos. En primer lugar, la cirugía del manguito de los rotadores puede incluir la extracción de una capa de hueso para aliviar los tendones del manguito de los rotadores. A esto se le llama acromioplastia. Además, la eliminación de cualquier bolsa hinchada o inflamada y la eliminación de cualquier tejido dañado para ayudar a curar el tejido restante. A esto se le llama "descompresión" (Coghlan et al., 2008). Este gesto de descompresión puede estar indicado en tendinopatías intactas. Esto implica cepillar la parte inferior del acromion para reducir el conflicto entre este hueso y los tendones del manguito rotador (Orthodoc, 2020).

Sin embargo, si hay una ruptura de uno de los tendones del manguito, será necesario utilizar puntos de sutura especiales para repararlo. A esto se le llama "reparación". El cirujano adaptará la cirugía en función de las lesiones (tamaño, ubicación, extensión), pero también de la edad del paciente y del estado de los músculos del manguito (Coghlan et al., 2008).

En algunos casos, la cirugía para una ruptura del manguito de los rotadores puede incluir acromioplastia para descompresión subacromial, escisión de la bolsa subacromial, extracción de espolones óseos a nivel acromioclavicular, desbridamiento del manguito o reparación del manguito o ambos. Algunos procedimientos se pueden realizar por vía artroscópica. Esto implica insertar instrumentos quirúrgicos en el área quirúrgica mediante pequeñas incisiones en lugar de a través de una incisión grande que abre toda el área. Esto tiene como objetivo reducir la morbilidad y reducir el tiempo de recuperación (Orthodoc, 2020).

El objetivo de la reparación del manguito es aliviar el dolor, restaurar la movilidad y la fuerza en el hombro. También ayuda a prevenir el deterioro progresivo de la articulación (Paillard, 2008).

En caso de una ruptura del manguito rotador, pueden estar indicados dos tratamientos, conservador o quirúrgico. En este trabajo, solo nos centraremos en la reparación quirúrgica. Cuando esto esté indicado, la inmovilización durante 6 semanas después de la cirugía es, por

tanto, obligatoria. La inmovilización tiene un efecto terapéutico, pero puede también tener consecuencias negativas sobre las estructuras musculo esqueléticas.

## 2.3 Inmovilización

### 2.3.1 Definición

La inmovilización es un tratamiento que consiste en impedir todo movimiento del cuerpo o parte del cuerpo, para permitir la curación o consolidación en los pacientes que sufren lesiones o enfermedades (Santos-Júnior et al., 2013). Se puede realizar en muchas áreas como traumatología, ortopedia, reumatología y neurología. Los tiempos varían en función de la parte del cuerpo afectada, el tipo de fractura o procedimiento, los elementos afectados (hueso, músculo, sistema vascular y nervioso), pero también del individuo, su edad y sus factores de riesgo (Cunat, 2016). Esta situación lleva a los pacientes a un estado temporal de capacidades completas limitadas que limitan sus movimientos de locomoción, así como sus actividades rutinarias (Fleury et al., 2013).

### 2.3.2 Consecuencias

La reducción subsecuente de la actividad física, o hipoactividad, induce cambios neuronales y musculares que afectan negativamente a la motricidad y la rehabilitación motora funcional (Rannaud Monany et al., 2022).

De hecho, existe una serie de efectos deletéreos, especialmente en sistemas y órganos como los músculos esqueléticos, respiratorios y cardíacos. Sin embargo, se sabe que incluso períodos cortos de inmovilización provocan daños en varias regiones inmovilizadas, en particular atrofia muscular, caracterizada por una disminución del tamaño de las fibras musculares. Además, en lo que respecta a los músculos respiratorios, puede aparecer atrofia muscular del diafragma. Por tanto, esto puede limitar la amplitud de la inspiración dando lugar a una situación de infrautilización y, por tanto, atrofia de los músculos respiratorios. Con respecto al músculo cardíaco, puede haber hipotrofia miocárdica. Finalmente, otro problema importante es que la inmovilización provoca alteraciones en otras partes del cuerpo, alterando el metabolismo (Fleury et al., 2013).

Para la cirugía del manguito rotador, es necesaria una inmovilización de al menos 6 semanas. La complicación más frecuente de esta inmovilización tras la reparación quirúrgica es la rigidez, independientemente de una técnica artroscópica o abierta. La rigidez postoperatoria puede ser un resultado indeseable, como resultado de una inmovilización prolongada (Nikolaidou et al., 2017).

## 2.4 Aplicación de la inmovilización y imaginería motora después de la cirugía del manguito rotador

Como hemos visto anteriormente, existen varias patologías del manguito rotador. Uno de ellos, que es la ruptura de uno o más tendones en el manguito, puede requerir cirugía a pesar del tratamiento conservador. El objetivo de reparar los tendones del manguito es reducir los síntomas de un hombro doloroso.

Después de esta operación, el hombro debe inmovilizarse para permitir que los tendones cicatrizan durante un mínimo de 6 semanas. Es obligatorio llevar la férula las 24 horas del día y retirarla solo para el lavado y para la práctica de movilizaciones y ejercicios pasivos realizados por el fisioterapeuta o por el propio paciente (Pichonnaz et al., 2016). Esta inmovilización prolongada después de la cirugía del manguito rotador puede tener consecuencias, como rigidez y pérdida de masa muscular. Además, se ha demostrado que las representaciones sensoriomotoras se actualizan rápidamente después de un breve período de inactividad de las extremidades (Meugnot et al., 2015).

Al final, hemos visto anteriormente los beneficios de aplicar imaginería motora en diferentes áreas. Se lleva a cabo sin ninguna ejecución de movimiento, por lo que en el contexto de la inmovilización esta terapia podría realizarse y ser adecuada. En un estudio, se demostró que la práctica de la imaginería motora puede disminuir el impacto de la inmovilización del brazo en las representaciones sensitivomotoras y la excitabilidad de la corteza motora. Además, se ha demostrado que protege contra la neuroplasticidad inadaptada durante la inmovilización (Debarnot et al., 2021). En otro estudio, se demostró que la imaginería motora cinestésicas son eficaces sobre los efectos nocivos de la inmovilización a corto plazo de la parte superior del cuerpo y respaldan el uso de la imaginería motora en un programa de rehabilitación como

un medio para promover la recuperación de la función motora, especialmente cuando la práctica física no es posible (Meugnot et al., 2015). Finalmente, en un estudio que evaluó los efectos de la imaginería motora en la función de la mano durante la inmovilización de la mano después de la reparación del tendón flexor, se demostró que la imaginería motora influye positivamente en los aspectos centrales de la función de la mano durante la rehabilitación (Stenekes et al., 2009).

Podemos ver que hay pocos estudios sobre la imaginería motora y además hay pocos o ninguno que la aplique al manguito rotador. Por este motivo, es importante diseñar un proyecto de investigación con la finalidad de analizar el efecto que puede tener la imaginería motora aplicada en la fase de inmovilización en la recuperación del manguito rotador.

## 2.5 Justificación del tema

Sabemos que, durante este período de inmovilización del brazo, solo se permite la fisioterapia para la movilización pasiva del hombro. Se ha demostrado que la ausencia de movimiento ralentiza el funcionamiento de todo el sistema sensoriomotor. Así, conociendo las consecuencias que una inmovilización prolongada puede tener sobre las representaciones sensoriomotoras, sería interesante practicar un método, durante esta inmovilización, que permitiera limitar el daño y también que permitiera un proceso de rehabilitación más eficiente.

Es por eso que la práctica de la imaginería motora puede ser interesante. De hecho, se han realizado estudios sobre la práctica de la imaginería motora durante la inmovilización de las extremidades. En un estudio anterior, se encontró que la imaginería cinestésica motora es efectiva sobre los efectos deletéreos de la inmovilización a corto plazo de la extremidad superior, sin embargo, actualmente es difícil sacar una conclusión definitiva a partir de esto, ya que se han realizado pocos estudios similares (Meugnot et al., 2014). Además, en otro estudio mencionado anteriormente, que evalúa los efectos de las imágenes motoras después de reparar los tendones flexores de la mano durante la inmovilización, la cuestión de si la imaginería motora tendrá importancia clínica e influirán en la recuperación a largo plazo después de una lesión del tendón flexor y reducirán el período de la incapacidad para trabajar

es un tema relevante. Según este estudio, este es un aspecto que debería investigarse en el futuro (Stenekes et al., 2009).

Los estudios que muestran el efecto positivo de la imaginería motora sobre el rendimiento físico después de una inmovilización a largo plazo son bastante pequeños o no son significativos. Entonces, sería interesante realizar un estudio sobre el uso de la imaginería motora en la rehabilitación de una cirugía que requiere inmovilización a largo plazo. Para ello, mediante la realización de un proyecto de investigación, intentaremos mostrar si la aplicación de la imaginería motora en la fase de inmovilización ayuda a la recuperación después de una cirugía del manguito rotador.

## 3 Hipótesis y objetivos

### 3.1 Hipótesis

La aplicación de la imaginería motora durante la fase de inmovilización después de la cirugía del manguito rotador mostrará mejoras significativas en el dolor, las actividades de la vida diaria, el rango de movimiento y la fuerza muscular del hombro.

### 3.2 Objetivos

#### 3.2.1 Principal

Determinar los efectos de la imaginería motora durante la fase de inmovilización del hombro después de la cirugía del manguito rotador.

#### 3.2.2 Específicos

Además, este trabajo también tiene como objetivo:

- Demostrar que la imaginería motora tiene un efecto sobre el dolor, las actividades de la vida diaria, el rango de movimiento y la fuerza muscular
- Comparar los beneficios de una inmovilización activa (con la práctica de la imaginería motora) con una inmovilización pasiva (sin la práctica de la imaginería motora)
- Determinar el efecto a largo plazo de la imaginería motora en el tratamiento del manguito rotador

## 4 Metodología

### 4.1 Ámbito de estudio

El estudio se llevará a cabo en el sureste de Francia, en la región Rhône-Alpes, en la ciudad de Grenoble. Se trata del centro osteoarticular de los Cedros, que fue creado por cirujanos ortopédicos en 2013. Por tanto, este centro está formado por cirujanos ortopédicos, médicos deportivos, enfermeras, ortopedistas y fisioterapeutas. La presencia de un equipo multidisciplinar permite adaptarse mejor a las necesidades. Presté especial atención en este centro porque es un centro donde podemos encontrar tanto cirujanos especializados en cirugía de hombro como fisioterapeutas especializados en rehabilitación de hombro. Además, gracias a la reunión de estas dos profesiones en un mismo centro, permitirá a los pacientes voluntarios del estudio permanecer en el mismo lugar, para la operación y la rehabilitación, y tener un seguimiento personalizado y reactivo.

Este centro opera alrededor de 300 pacientes con manguito rotador por año. Este estudio se realizará en el centro de rehabilitación del centro osteoarticular de los Cedros, por lo que se considerará que todos los pacientes voluntarios del estudio han sido intervenidos quirúrgicamente en este centro.

### 4.2 Diseño

El estudio realizado será un ensayo clínico aleatorizado y controlado (ECAC). Habrá dos grupos de pacientes que serán asignados al azar. Todos habrán sido operados del manguito rotador y todos tendrán la misma oportunidad de estar en el grupo de intervención o en el de control.

**Figura 2**

*Esquema del diseño del estudio*



En el grupo de intervención, los pacientes seguirán un programa de ejercicios de imaginiería motora además de un programa convencional de rehabilitación, durante 6 semanas después de la cirugía. En el grupo de control, los pacientes no realizarán ningún ejercicio de imaginiería motora durante 6 semanas, sino que seguirán solo el programa convencional de rehabilitación de la cirugía del manguito rotador. Tras las 6 semanas, ambos grupos seguirán el mismo programa.

Se trata de un estudio longitudinal y prospectivo, ya que se desarrollará a lo largo de 6 meses, durante los cuales observaremos los resultados. Estos 6 meses se dividen en dos fases. Las primeras 6 semanas corresponden a la fase de inmovilización y, por lo tanto, a la aplicación de imaginiería motora para el grupo de intervención. La segunda parte comienza a las D+6 semanas y llega hasta los 6 meses después de la intervención, lo que corresponderá a la rehabilitación posterior a la inmovilización, que será idéntica para ambos grupos.

Para lograr el objetivo de este estudio, que es ver si la aplicación de imágenes motoras durante la fase de inmovilización es efectiva en la rehabilitación de la cirugía del manguito rotador, realizaremos tres valoraciones. En primer lugar, realizaremos una valoración inicial de todos los pacientes tras las 6 semanas de inmovilización y aplicación de imaginiería motora para el grupo de intervención. Además, tras el programa de rehabilitación común a ambos grupos, realizaremos una valoración intermedia al cabo de 3 meses. Por último, llevaremos a cabo una valoración final tras 6 meses de rehabilitación para determinar la eficacia de la imaginiería motora a largo plazo.

Después, analizaremos los resultados obtenidos, que serán datos cuantitativos, para sacar una conclusión.

### Figura 3

*Línea de tiempo del estudio*



### 4.3 Población y muestra

La población diana de este estudio corresponde a todas las personas que han sido operadas del manguito rotador en el Centro Osteoarticular de los Cedros. Tras comunicarnos por correo electrónico con uno de los cirujanos de hombro, sabemos que en este centro hay unas 300 operaciones del manguito rotador.

A continuación, se establece la población del estudio mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, que deben ser representativos de la población.

El muestreo es de tipo probabilístico aleatorio simple, es decir, todos los participantes tienen la misma probabilidad de ser elegidos mediante un sorteo aleatorio simple.

Hemos calculado la muestra utilizando el sitio web de Raosoft (Anexo 1).

Con un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obtenemos un número de 170 pacientes para nuestro estudio.

Gracias a la muestra formada por 170 pacientes y a la aleatorización, los grupos de intervención y de control estarán formados por dos grupos de 85 participantes

### 4.4 Criterios de inclusión y exclusión

#### 4.4.1 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión se definen por los criterios que deben cumplir todos los participantes del estudio.

- Hombre o mujer entre 18 años y 65 años
- Tener una ruptura del manguito rotador con indicación de cirugía
- Haber sido operado del manguito rotador en el centro osteoarticular de los Cedros
- Tener las capacidades para seguir un programa de imaginación motora
- Ser voluntario
- Haber firmado el consentimiento informado

#### 4.4.2 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión se definen por los criterios cuya existencia lleva a no incluir una persona al estudio.

- Tener una ruptura del manguito rotador bilateral
- Haber tenido una intervención quirúrgica o otra patología de un de los dos hombros
- Estar amputado de una parte de un de los dos miembros superiores
- Tener un síndrome doloroso regional complejo de tipo 1
- Tener una patología cerebral, psicológica o neurológica
- Tener discapacidad visual

#### 4.5 Intervención

Este estudio se llevará a cabo en el Centro Osteoarticular de los Cedros con dos grupos de 85 pacientes. Los fisioterapeutas seleccionarán a los pacientes que cumplan los criterios de inclusión y exclusión. Se les pedirá que firmen un formulario de consentimiento informado en el que se explicarán los beneficios, las limitaciones y los riesgos previsibles del estudio. A continuación, se le asignará aleatoriamente a uno de los grupos. Tras la operación, los pacientes serán hospitalizados de 3 a 5 días y podrán volver a casa. La rehabilitación se llevará a cabo de forma ambulatoria en el centro de rehabilitación de los Cedros.

##### 4.5.1 Grupo de intervención

Todos los pacientes asignados a este grupo tendrán una sesión de fisioterapia en el Centro de rehabilitación de los Cedros de lunes a viernes y también seguirán el programa de imaginería motora durante las 6 semanas de inmovilización del brazo. El programa de imaginería motora puede seguir desde casa gracias al desarrollo de un programa de auto reeducación. Después, seguirán la intervención con el mismo programa de rehabilitación que el grupo de control.

El programa de imaginería motora constará de 3 ejercicios. Cada una de ellas debe realizarse durante 2 semanas, 3 veces al día. Los ejercicios deben realizarse en un lugar tranquilo y en una posición cómoda.

El objetivo principal de los ejercicios de imaginación motora es activar las áreas cerebrales que intervienen en la ejecución de un movimiento, sin llegar a ejecutarlo. En efecto, cuando se inmoviliza una extremidad, la información sensorial aferente y las órdenes motoras eferentes se ven alteradas. Esto conduce a una remodelación y desorganización de la representación cortical del miembro superior (Delaquaize, 2017).

#### 4.5.1.1 Reconocimiento de la lateralidad de los miembros

El primer ejercicio consiste en reconocer la lateralidad de un miembro. Se utilizará una base de datos de 70 fotografías de extremidades superiores. Crearemos 7 presentaciones en diapositivas con 10 fotografías diferentes cada una. El participante tendrá que reconocer la lateralidad de la extremidad superior. Para averiguar la respuesta tendrá que hacer clic en la presentación y se mostrará la respuesta. El foco estará en la rapidez y la precisión de las respuestas. Una presentación de diapositivas corresponderá a un día de la semana, que tendrá que repetir 3 veces al día. Durante la segunda semana, el participante hará lo mismo que la primera semana, es decir, la misma presentación de diapositivas para el mismo día de la semana.

El interés del ejercicio es activar el mecanismo neurológico que permite reconocer la lateralidad de un miembro, la rotación mental. Este proceso cerebral proyecta el esquema corporal del paciente en el espacio para encontrar la posición representada en la fotografía. Esto se debe a que requiere la construcción, transformación y manipulación de una imagen visual. Implica procesos motrices para ponerla en movimiento y hacerla girar. Se cree que es responsable de la activación bilateral del córtex premotor y del área motora suplementaria (Hoyek et al., 2010).

#### 4.5.1.2 El movimiento imaginado

Este es el segundo ejercicio, que consiste en representar mentalmente una actividad muscular sin la actividad muscular subyacente de los músculos normalmente necesarios para el movimiento. Al igual que en el primer ejercicio, se entregará una base de datos de 70 fotografías del miembro superior. Organizaremos estas fotografías también en forma de presentación de diapositivas. Haremos 7 presentaciones de 10 fotografías cada una. Una

presentación de diapositivas también corresponderá a un día de la semana. El participante deberá repetir este ejercicio 3 veces al día.

El objetivo es realizar mentalmente la posición mostrada en la fotografía imaginando dos movimientos: de la posición neutra del miembro a la posición mostrada en la fotografía y de vuelta a la posición neutra. El paciente debe imaginarse a sí mismo realizando el movimiento. El foco está en la precisión del movimiento mental y no en la velocidad (Aranda, 2014).

El interés de este ejercicio es activar las mismas zonas corticales que durante la ejecución real del movimiento y más concretamente el lóbulo parietal, el lóbulo frontal, el córtex cingulado anterior, el putamen posterior y anterior, el núcleo caudado y el lóbulo posterior del cerebelo (Aranda, 2014).

#### 4.5.1.3 Terapia de espejo

Este es el tercer ejercicio. Consiste en colocar un espejo entre los miembros sanos y los patológicos. El paciente debe realizar 4 movimientos con el miembro sano: flexión, abducción, rotación interna y rotación externa. El espejo da la ilusión de que el miembro patológico se mueve. El movimiento debe realizarse lentamente. Enseñaremos a los participantes cómo colocar el espejo y cómo imaginar los movimientos correctamente para que puedan hacerlo correctamente por sí mismos.

El interés de la terapia del espejo es luchar contra la discordancia sensomotora, rearmonizando las eferencias motoras y las aferencias sensoriales gracias al feedback visual del espejo (Aranda, 2014).

Estos tres ejercicios deben realizarse en este preciso orden porque permite optimizar los resultados del programa de imaginación motora. De hecho, este orden permite que las áreas corticales motoras se activen cada vez más. El reconocimiento lateral de las extremidades activa el área cortical premotora, el movimiento imaginado estimula el córtex premotor y el córtex motor y la terapia del espejo solicita el córtex premotor y el córtex motor de forma más importante que el ejercicio anterior. Esta activación secuencial combate la desorganización cortical y reorganiza las áreas cerebrales alteradas (Aranda, 2014).

#### 4.5.2 Grupo de control

Todos los pacientes asignados a este grupo seguirán un programa básico de rehabilitación tras la cirugía del manguito de los rotadores.

Durante las primeras 6 semanas, los participantes de este grupo solo tendrán una sesión de fisioterapia en el Centro de rehabilitación de los Cedros de lunes a viernes mientras que los participantes del otro grupo siguen el programa de imaginación motora.

#### 4.5.3 Programa de rehabilitación de fisioterapia

Tras 6 semanas de programa de imaginación motora y rehabilitación, ambos grupos seguirán un programa de rehabilitación idéntico con 1 sesión diaria de lunes a viernes.

**Taula 1***Programa de rehabilitación del grupo de intervención y de control*

Fases	Semanas	Tipo de trabajo		Objetivos	
		Grupo control	Grupo de intervención	Grupo control	Grupo de intervención
1º: Cicatrización y fase pasiva	0-6	Movilización pasiva del hombro  Movilización en pendular  Estiramiento de la musculatura escapular	Movilización pasiva del hombro  Movilización en pendular  Estiramiento de la musculatura escapular + 3 ejercicios de imaginiería motora	Movilidad pasiva  Flexión 110-120° Abducción 90°	Movilidad pasiva indolora  Flexión > 110-120°  Abducción > 90°
Valoración					
2º: Recuperación del movimiento y fase activa	7-12	Movilización activa-asistida y activa del hombro  Trabajo isométrico  Propiocepción en cadena abierta		Aumentación de la movilidad activa y funcional	Movilidad activa y funcional indolora y sin compensación
Valoración					
3º: Rehabilitación a las actividades y fortalecimiento	12-24	Trabajo activo  Fortalecimiento  Propiocepción  Trabajo funcional		Recuperación de las actividades de la vida diaria, del rango de movimiento y de la fuerza muscular	Recuperación más rápida, sin dolor e igual que el lado sano
Valoración					

#### 4.5.4 Materiales y financiación de la intervención

**Taula 2**

*Cálculo del coste de la intervención*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
Impresión del consentimiento informado y la hoja de información con el website apapel.es	170 consentimientos informados + 170 hoja de información = 340	0,017 x 340 = 5,78€
Memoria USB (FNAC) donde habrá presentaciones de diapositivas de los ejercicios	85	85 x 7€ = 595€
Espejo (IKEA)	85	85 x 4€ = 340€
Cámara fotográfica Canon Zoemini S2	1	169,99€
Portatil HP Notebook	1	599€
Salarios fisioterapeutas	8	8 x 500 € / mes = 24 000€
Suscripción SPSS durant 1 año	1	1 078€
<b>TOTAL = 26 787, 78 €</b>		

Para llevar a cabo esta intervención, primero necesitaremos una cámara para tomar las fotografías de los ejercicios de reconocimiento de lateralidad y movimiento imaginado. Además, necesitamos un ordenador para crear la presentación de las fotografías, así como una memoria USB y un espejo que entregaremos a los participantes del grupo de intervención para que puedan realizar los ejercicios en casa.

En cuanto al material para el programa de rehabilitación del grupo de control y del grupo de intervención después del programa de imaginería motora, utilizaremos el material del centro de los Cedros que ya tienen.

Además, necesitamos 8 fisioterapeutas. Habrá 4 para cada grupo, lo que corresponderá a unos 21 pacientes por día. Los salarios de los fisioterapeutas corresponderán a los salarios dedicados al estudio y continuarán su trabajo fuera del estudio.

Para financiar todo el equipo, solicitaremos becas de investigación.

## 4.6 Variables y métodos de medidas

### 4.6.1 Variables

Para llevar a cabo este estudio, recogeremos diferentes datos que corresponderán a distintas variables. Las variables que utilizaremos son las independientes, las dependientes y las de ajuste.

#### 4.6.1.1 Variable independiente

La variable independiente ayuda a explicar la variabilidad de la variable principal. En este estudio las variables independientes son:

- La aplicación de la imaginación motora o de un tratamiento convencional durante la fase de inmovilización después de la cirugía del manguito rotador

#### 4.6.1.2 Variables dependientes

Las variables dependientes corresponden a las variables de efecto. Es decir, nuestras principales variables cuya variabilidad queremos describir y explicar a partir de la variabilidad de otras variables. En este estudio las variables dependientes son:

- Dolor
- Actividades de la vida diaria
- Movilidad articular
- Fuerza muscular

Estas 4 variables dependientes se medirán a través de la puntuación Constant-Murley (Anexo 2). Se trata de un cuestionario dividido en 4 partes: dolor, actividades de la vida diaria, rango articular y fuerza. La puntuación total es de 100 puntos.

El dolor recibe 15 puntos. La evaluación se basa en el dolor más intenso que experimenta el paciente durante las actividades de la vida diaria en un periodo de 24 horas utilizando una escala visual analógica. El nivel de dolor se puntúa de 0 a 15 (Constant et al., 2008).

Las actividades de la vida diaria pueden obtener un total de 20 puntos. El sueño sin interrupciones recibe 2 puntos y se conceden 8 puntos por el trabajo y las actividades de ocio. Además, las actividades de la vida diaria también incluyen la capacidad de utilizar el brazo de forma funcional hasta un determinado nivel, y esta parte de la evaluación recibe hasta 10 puntos adicionales. Se registra preguntando a los pacientes hasta dónde pueden utilizar la mano con comodidad, desde debajo de la cintura (0 puntos) hasta por encima de la cabeza (10 puntos) (Constant et al., 2008).

A continuación, se otorgan 40 puntos por los movimientos articulares que se dividen en flexión anterior, abducción y rotaciones funcionales externas e internas. Todos los movimientos deben ser indoloros y activos. Los resultados de las mediciones, en grados, con el goniómetro para la flexión anterior y la abducción corresponden a puntos. Para las rotaciones, los puntos se otorgan a través de movimientos funcionales (Constant et al., 2008).

Finalmente, los últimos 25 puntos corresponden a la evaluación de la fuerza. Para ello se utiliza un dinamómetro isométrico. La evaluación se realiza con una posición de abducción de 90° del brazo. El valor utilizado para la puntuación se realiza con 5 repeticiones como máximo. Se calcula la media de los 5 valores y se multiplica por 2. Si la persona es incapaz de realizar una abducción de 90°, el valor será 0 (Constant et al., 2008).

Para completar la puntuación de Constant-Murley y tener una valoración completa, también mediremos el balance articular de forma pasiva a lo largo del estudio, ya que durante las primeras 6 semanas no se permite el trabajo activo. Por lo tanto, no podremos realizar una parte de la puntuación de Constant-Murley. Por esta razón, es interesante completar esta puntuación con el balance articular pasivo que se medirá con la ayuda de un goniómetro de brazo (Anexo 3). Mediremos la flexión anterior, la abducción, la rotación externa y la rotación interna.

Por último, como complemento a la puntuación de Constant-Murley, utilizaremos la escala MRC (Anexo 4) que evalúa la fuerza muscular en una escala de 0 a 5 en relación con el máximo esperado para ese músculo. Con esta escala podemos evaluar los músculos de forma más analítica que la puntuación de Constant-Murley. Evaluaremos el músculo que realiza la flexión anterior, el deltoides anterior, los músculos que realizan la abducción, el deltoides de fibra media y el supraespinoso. Así como, el redondo menor y el infraespinoso que realiza la rotación externa.

Estas variables dependientes se medirán a lo largo del estudio, después de las primeras 6 semanas, de 3 meses y de 6 meses.

**Tabla 3**

*Resumen de las variables dependientes*

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Método de recogida</b>
Dolor	Cuantitativa discreta	Puntuación de 0 a 15	Cuestionario en el score de Constant-Murley
Actividad de la vida diaria	Cualitativa nomínale	Actividades con limitaciones o no	Cuestionario en el score de Constant-Murley
Movilidad articular activa	Cuantitativa discreta	Puntación de 0 a 180°	Goniómetro en el score de Constant-Murley
Movilidad articular pasiva	Cuantitativa discreta	Puntación de 0 a 180°	Goniómetro
Fuerza muscular	Cuantitativa discreta	Fuerza máxima	Dinamómetro
		Puntuación de 0 a 5	Escala MRC

#### 4.6.1.3 Variables de ajuste

Es importante tener en cuenta las variables de ajuste porque son las que pueden modificar la relación entre las variables independientes y las dependientes. En este estudio las variables de ajuste son:

- Edad
- Sexo
- Capacidad mental

Estas variables de ajuste sólo se medirán antes del inicio del estudio para conocer los factores que podrían influir en los resultados.

En primer lugar, se registra la edad de los participantes en el estudio en el momento de su elección. Mediante un cuestionario, conoceremos la edad de los participantes para clasificarlos por grupos de edad. Habrá un grupo de 18 a 30 años, otro de 30 a 50 años y de 50 a 65 años. El objetivo es ver si la edad puede tener un impacto en la rehabilitación.

En segundo lugar, registraremos el sexo de los participantes por fin de controlarlo y comprobar que la evolución es debido al tratamiento o a las diferencias de sexo.

Por último, evaluaremos la capacidad de imaginar a través del cuestionario: The Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-RS) (Anexo 5). Se trata de un cuestionario que consta de 7 ítems visuales y 7 kinestésicos. Las tareas realizadas e imaginadas incluyen movimientos funcionales y gruesos y se realizan todas en posición sentada. Después de imaginar los movimientos, los participantes utilizan una escala de Likert de siete puntos para calificar la facilidad o la dificultad de ver y sentir los movimientos. Una puntuación de 1 representa "muy difícil de ver/sentir" y una puntuación de 7 representa "muy fácil de ver/sentir" (Anexo 6).

**Tabla 4***Resumen de las variables de ajuste*

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Método de recogida</b>
Edad	Cuantitativa discreta	Grupo entre 18-30 años, 30-50 años y 50-65 años	Cuestionario
Sexo	Cuantitativa discreta	Hombre o mujer	Cuestionario
Capacidad por imaginar	Cuantitativa discreta	Visual imagery scale y Kinesthetic imagery scale	The Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-RS).

#### 4.7 Análisis de los registros

El análisis de los datos obtenidos permite extraer la información necesaria para cumplir los objetivos del estudio.

En primer lugar, el análisis de nuestras variables se realiza mediante un análisis estadístico descriptivo. Los datos obtenidos se analizarán estadísticamente mediante el programa SPSS con el cálculo de medias, mediana, moda, desviación típica y valores mínimos y máximos. Además, utilizaremos la prueba t de Student para medir las diferencias entre los dos grupos. El nivel de significación es con un valor  $p < 0,05$  y un intervalo de confianza del 95%.

Introduciremos y codificaremos en el programa SPSS los datos que habremos obtenido en las diferentes valoraciones. Una vez creada la base de datos, analizaremos las variables y generaremos los resultados.

#### 4.8 Limitaciones del estudio

En la realización de nuestro estudio, es posible que nos encontremos con algunos elementos que puedan complicar su correcto desarrollo. Es importante identificarlos para saber cómo

pueden alterar los resultados. Además, pensaremos en estrategias para resolver o minimizar estos resultados.

En primer lugar, el principal problema y el que más podría influir en los resultados es el hecho de que los participantes hacen mal los ejercicios de imaginación motora. Es difícil saber si se imaginan los movimientos correctamente y si se olvidan de hacerlos cada día. Esto podría influir en los resultados porque el objetivo es demostrar la eficacia de la imaginación motora y si no se hace correctamente será difícil demostrarlo. Para evitarlo, podríamos ofrecer a los participantes un trabajo de preparación para que practiquen este tipo de ejercicios y se concentren realmente en ellos. Además, para que no se olviden de hacerlos, podemos proponerles poner alarmas en sus móviles que les recuerden hacer los ejercicios. Por último, estaremos disponibles todos los días por teléfono para resolver cualquier duda.

En segundo lugar, es posible que no todos los participantes tengan un ordenador en casa o que su ordenador falla. Esto podría ser un problema porque los ejercicios de imaginación motora se realizan a través de una presentación de diapositivas que se reproduce en un ordenador. En este caso, sería necesario encontrar un ordenador para que lo alquilen o lo presten mientras dure la intervención.

Por último, en nuestro estudio necesitamos 8 fisioterapeutas, es posible que no todos apliquen exactamente el mismo tratamiento para este tipo de lesiones y que las valoraciones no se realicen de la misma manera. Pero, en este estudio se realiza un protocolo para que todos apliquen las valoraciones lo más homogéneamente posible. Además, la evolución de la rehabilitación es difícilmente idéntica de un paciente a otro. Por lo tanto, los resultados podrían estar distorsionados porque la evolución podría depender del tratamiento del fisioterapeuta y del paciente. Por lo que, podría influir los resultados.

#### 4.9 Aspectos éticos

Todo estudio científico debe respetar los principios de beneficencia, no maleficencia, justicia, equidad y respeto a las personas.

Antes de empezar este estudio, todos los participantes habrán dado su consentimiento a través de la hoja de información a los participantes (Anexo 7) y el consentimiento informado (Anexo 8).

En la hoja de información a los participantes se explican los objetivos del estudio, los beneficios, los riesgos y el derecho a retirarse del estudio en cualquier momento. Además, garantizamos la protección de datos personales a través de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales. Así como, la confidencialidad de la información en el desarrollo del proyecto, de acuerdo con el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD). También, tienen derecho a conocer los resultados y a hacer preguntas.

Por otro lado, el consentimiento informado explica que los participantes han recibido información sobre el proyecto, la posibilidad de retirarse, la autorización para el uso de los datos y deben haberlo firmado.

Por último, seudonimizarán los cuestionarios de recogida de datos. Esto significa que los datos no pueden atribuirse a una persona concreta. Todos los participantes tendrán un código de identificación de los datos.

## 5 Utilidad práctica de los resultados

Los resultados del estudio permitirían determinar si sería beneficioso aplicar la imaginación motora durante una fase de inmovilización y si tiene algún efecto beneficioso en la rehabilitación posterior a la inmovilización. Para ello, evaluamos los parámetros de dolor, actividades de la vida diaria, rango de movimiento y fuerza muscular.

De hecho, los ejercicios de imaginación motora han demostrado tener efectos en la rehabilitación de accidentes cerebrovasculares, el dolor neuropático, los problemas de miembros fantasmas y en el tratamiento del síndrome de dolor regional complejo (SDRC). Muy pocos estudios han investigado cuáles podrían ser los efectos de la imaginación motora si se aplicara a un trastorno musculoesquelético. Por eso me parece interesante realizar un estudio como éste para saber si este método podría ser útil en la rehabilitación locomotriz.

Además, se trata de un método no invasivo, que no lesiona la persona, sin efectos secundarios y que sólo puede aportar beneficios. Podría traer de nuevo, una rehabilitación mucho más efectiva porque podría ser menos dolorosa, lo que permitiría progresar más fácilmente y por lo tanto tener una rehabilitación más rápida. En efecto, el objetivo principal de la rehabilitación es recuperar las actividades de la vida diaria y el estado previo lo antes posible.

## 6 Bibliografía

Aranda, G. (2014). Le programme d'imagerie motrice: Nouvelle approche dans la rééducation du syndrome douloureux régional complexe. *Kinésithérapie scientifique*, 552, 33-39.

<https://www.maisondeskines.com/upload/article-pdf/KS552P33.pdf>

Barreto-Monteiro, K., Dos Santos-Cardoso, M., Rodrigues-Da Costa-Cabral, V., Oliviera-Barros-Dos Santos, A., Soares-Da Silva, P., Brandão-Pinto-De Castro, J., y Gomes-De Sousa-Vale, R. (2021). Effects of Motor Imagery as a Complementary Resource on the Rehabilitation of Stroke Patients: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases : The Official Journal of National Stroke Association*, 30(8).

<https://doi.org/10.1016/J.JSTROKECEREBROVASDIS.2021.105876>

Chéron, G. (2011). Neurophysiologie du mouvement. Apprentissage moteur. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Physique - Réadaptation*, 7(3), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S1283-](https://doi.org/10.1016/S1283-0887(11)56630-7)

[0887\(11\)56630-7](https://doi.org/10.1016/S1283-0887(11)56630-7)

Codman, E.A. (1934). *The shoulder : rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa*. Wellcome Collection. Recuperado de:

<https://wellcomecollection.org/works/k83a3rba>

Coghlan, J. A., Buchbinder, R., Green, S., Johnston, R. v., y Bell, S. N. (2008). Surgery for rotator cuff disease. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2008(1).

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD005619.PUB2>

Constant, C. R., Gerber, C., Emery, R. J. H., Sjøbjerg, J. O., Gohlke, F., Boileau, P. (2008). A review of the Constant score: Modifications and guidelines for its use. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 17(2), 355–361. <https://doi.org/10.1016/J.JSE.2007.06.022>

Cunat, F. (2016). *Imagerie motrice et immobilisation: Proposition d'un livret d'auto rééducation à destination du patient*. (Trabajo de Fin de Grado, Institut Lorrain de formation de masso-kinésithérapie de Nancy). <http://memoires.kine-nancy.eu/cunat2016.pdf>

- Debarnot, U., Perrault, A. A., Sterpenich, V., Legendre, G., Huber, C., Guillot, A., y Schwartz, S. (2017). Motor imagery practice benefits during arm immobilization. *Scientific Reports* |, 11, 8928. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88142-6>
- Delaquaize, F. (2017). Réorganisation cérébrale post-traumatique et plasticité cérébrale: Rééducation par les techniques d'imagerie motrice. *Medecine Key*.  
<https://clemedicine.com/19-reorganisation-corticale-post-traumatique-et-plasticite-cerebrale-reeducation-par-les-techniques-dimagerie-motrice/>
- Dickstein, R., y Deutsch, J. E. (2007). Motor Imagery in Physical Therapist Practice. *Physical Therapy*, 87(7), 942–953. <https://doi.org/10.2522/PTJ.20060331>
- Djahangiri, A., y Farron, A. (2009). *Quand faut-il opérer une rupture de la coiffe des rotateurs ?*. Revue médicale Suisse. <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2009/revue-medicale-suisse-230/quand-faut-il-operer-une-rupture-de-la-coiffe-des-rotateurs#tab=tab-read>
- Hoyek, N., Collet, C., Guillot, A. (2010). Représentation mentale et processus moteur : le cas de la rotation mentale. *Movement & Sport Sciences*, 71, 29-39. <https://doi.org/10.3917/sm.071.0029>
- Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage*, 14(1 Pt 2). <https://doi.org/10.1006/NIMG.2001.0832>
- Ko, J.Y., y Wang, F.S. (2011). Rotator Cuff Lesions with Shoulder Stiffness: Updated Pathomechanisms and Management. *Chang Gung Med J*, 34, 331–371.  
<http://cgmi.cgu.edu.tw/3404/340401.pdf>
- Leong, H. T., Fu, S. C., He, X., Oh, J. H., Yamamoto, N., y Yung, S. H. P. (2019). Risk factors for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(9), 627–637. <https://doi.org/10.2340/16501977-2598>

- Lotze, M., y Zentgraf, K. (2012). Contribution of the primary motor cortex to motor imagery. *The Neurophysiological Foundations of Mental and Motor Imagery*.  
<https://doi.org/10.1093/ACPROF:OSO/9780199546251.003.0003>
- Luime, J. J., Koes, B. W., Hendriksen, I. J. M., Burdorf, A., Verhagen, A. P., Miedema, H. S., y Verhaar, J. A. N. (2009). Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 33(2), 73–81.  
<https://doi.org/10.1080/03009740310004667>
- Malouin, F., y Richards, C. L. (2010). Mental practice for relearning locomotor skills. *Physical Therapy*, 90(2), 240–251. <https://doi.org/10.2522/PTJ.20090029>
- Meugnot, A., Agbangla, N. F., Almecija, Y., y Toussaint, L. (2014). Motor imagery practice may compensate for the slowdown of sensorimotor processes induced by short-term upper-limb immobilization. *Psychological Research*, 79(3), 489–499. <https://doi.org/10.1007/S00426-014-0577-1>
- Millett, P. J., Wilcox, R. B., O'Holleran, J. D., y Warner, J. J. P. (2006). Rehabilitation of the rotator cuff: an evaluation-based approach. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14(11), 599–609. <https://doi.org/10.5435/00124635-200610000-00002>
- Munzert, J., y Zentgraf, K. (2009). Motor imagery and its implications for understanding the motor system. *Progress in Brain Research*, 174, 219–229. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(09\)01318-1](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(09)01318-1)
- Nikolaidou, O., Migkou, S., Karampalis, C. (2017). Rehabilitation after Rotator Cuff Repair. *The Open Orthopaedics Journal*, 11(1), 154–162. <https://doi.org/10.2174/1874325001711010154>
- Nové-Josserand, L. (2006). Arthroscopie de l'épaule. Rupture partielle de la coiffe des rotateurs. *Chirurgie de La Main*, 25(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1016/J.MAIN.2006.07.024>

- Paillard, P. (2020). *Réparation de la coiffe des rotateurs*. Doctolib. <https://www.chirurgie-orthopedique-paris.com/les-chirurgies/chirurgie-de-lepaule/reparation-de-la-coiffe-des-rotateurs/#qu-est-ce-qu-une-reparation-arthroscopique-des-tendons-de-l-epaule>
- Pascual-Leone, A., Dang, N., Cohen, L. G., Brasil-Neto, J. P., Cammarota, A., y Hallett, M. (1995). Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology*, 74(3), 1037–1045. <https://doi.org/10.1152/JN.1995.74.3.1037>
- Pichonnaz, C., Miliet, J., Farron, A., y Luthi, F. (2016). *Mise au point sur la rééducation après chirurgie de la coiffe des rotateurs de l'épaule*. Revue médicale Suisse. <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2016/revue-medicale-suisse-525/mise-au-point-sur-la-reeducation-apres-chirurgie-de-la-coiffe-des-rotateurs-de-l-epaule#tab=tab-read>
- Rannaud-Monany, D., Papaxanthis, C., Guillot, A., y Lebon, F. (2022). Motor imagery and action observation following immobilization-induced hypoactivity: A narrative review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(4), 101541. <https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2021.101541>
- Rulleau, T., y Toussaint, L. (2014). L'imagerie motrice en rééducation. *Kinesithérapie*, 14(148), 51–54. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2013.12.015>
- Santos-Júnior, F. F. U., Nonato, D. T. T., Cavalcante, F. S. Á., Soares, P. M., y Ceccatto, V. M. (2013). Consequences of immobilization and disuse: a short review. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(4). <https://doi.org/10.14419/IJBAS.V2I4.1104>
- Stenekes, M. W., Geertzen, J. H., Nicolai, J. P. A., de Jong, B. M., y Mulder, T. (2009). Effects of Motor Imagery on Hand Function During Immobilization After Flexor Tendon Repair. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(4), 553–559. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2008.10.029>

Toussaint, L., y Blandin, Y. (2010). On the role of imagery modalities on motor learning. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 497–504. <https://doi.org/10.1080/02640410903555855>

Varacallo, M., El Bitar, Y., y Mair, S.D. (2021). *Rotator Cuff Syndrome*. 1–16.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531506/>

Yue, G., y Cole, K. J. (1992). Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 67(5), 1114–1123. <https://doi.org/10.1152/JN.1992.67.5.1114>

## 7 Anexos

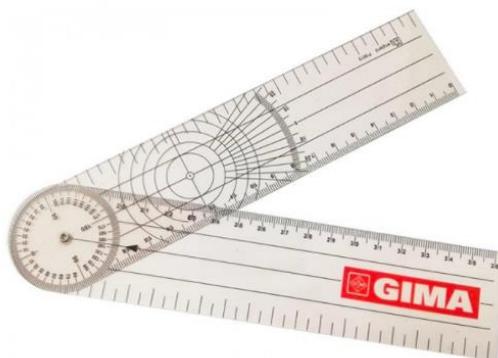
### 7.1 Anexo 1: Raosoft

		Sample size calculator
What margin of error can you accept? <small>5% is a common choice</small>	<input type="text" value="5"/> %	The margin of error is the amount of error that you can tolerate. If 90% of respondents answer <i>yes</i> , while 10% answer <i>no</i> , you may be able to tolerate a larger amount of error than if the respondents are split 50-50 or 45-55. Lower margin of error requires a larger sample size.
What confidence level do you need? <small>Typical choices are 90%, 95%, or 99%</small>	<input type="text" value="95"/> %	The confidence level is the amount of uncertainty you can tolerate. Suppose that you have 20 yes-no questions in your survey. With a confidence level of 95%, you would expect that for one of the questions (1 in 20), the percentage of people who answer <i>yes</i> would be more than the margin of error away from the true answer. The true answer is the percentage you would get if you exhaustively interviewed everyone. Higher confidence level requires a larger sample size.
What is the population size? <small>If you don't know, use 20000</small>	<input type="text" value="300"/>	How many people are there to choose your random sample from? The sample size doesn't change much for populations larger than 20,000.
What is the response distribution? <small>Leave this as 50%</small>	<input type="text" value="50"/> %	For each question, what do you expect the results will be? If the sample is skewed highly one way or the other, the population probably is, too. If you don't know, use 50%, which gives the largest sample size. See below under <b>More information</b> if this is confusing.
Your recommended sample size is	<b>169</b>	This is the minimum recommended size of your survey. If you create a sample of this many people and get responses from everyone, you're more likely to get a correct answer than you would from a large sample where only a small percentage of the sample responds to your survey.

## 7.2 Anexo 2: Score de Constant-Murley

CONSULTAS EXTERNAS	CONSTANT SCORE		UNIDAD DE HOMBRO		
NHC y Nombre del Paciente  <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	Operación/Diagnostico: _____		Fecha: _____ Lateralidad: R L		
Examen:	Pre-op 3 meses 1 año	6 meses 2 años ___ años			
<b>A.- Dolor (/15): media (1 + 2/2) <input type="text"/> A</b>					
1. ¿Cuánto dolor tiene dolor en el hombro en sus actividades de la vida diaria? No = 15 pts, Mild pain = 10 pts, Moderate = 5 pts, Severe or permanent = 0 pts. _____					
2. Escala lineal: Si "0" significa no tener dolor y "15" el mayor dolor que pueda sentir, haga un círculo sobre el nivel de dolor de su hombro a La puntuación es inversamente proporcional a la escala de dolor (Por ejemplo, un nivel de 5 son 10 puntos)					
Nivel de dolor	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15</td> </tr> </table>				0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15					
Puntos:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0</td> </tr> </table>				15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0					
<b>B.- Actividades de la vida diaria (/20) Total (1 + 2 + 3 + 4) <input type="text"/> B</b>					
1. ¿Esta limitada tu vida diaria por tu hombro? No = 4, Limitación moderada = 2, Limitación severa = 0 _____					
2. ¿Esta limitada tu actividad deportiva por tu hombro? No = 4, Limitación moderada = 2, Limitación severa = 0 _____					
3. ¿Te despiertas por el dolor de hombro? No = 2, A veces = 1, Si = 0 _____					
4. ¿Hasta que altura puedes elevar tu brazo para coger un objeto (pe. un vaso)? Cintura = 2, Xiphoides (esternon) = 4, Cuello = 6, Cabeza = 8, Sobre cabeza = 10 _____					
<b>C.- Balance articular (/40): Total (1 + 2 + 3 + 4) <input type="text"/> C</b>					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>1.- Flexion anterior:</b> 0 - 3 0 pts                              31 - 60 2 pts                              61 - 90 4 pts                              91 - 120 6 pts                              121 - 150 8 pts                              &gt; 150 10 pts                         </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>2.- Abduccion:</b> 0 - 30                              31 - 60                              61 - 90                              91 - 120                              121 - 150                              &gt; 150                         </td> </tr> </table>				<b>1.- Flexion anterior:</b> 0 - 3 0 pts 31 - 60 2 pts 61 - 90 4 pts 91 - 120 6 pts 121 - 150 8 pts > 150 10 pts	<b>2.- Abduccion:</b> 0 - 30 31 - 60 61 - 90 91 - 120 121 - 150 > 150
<b>1.- Flexion anterior:</b> 0 - 3 0 pts 31 - 60 2 pts 61 - 90 4 pts 91 - 120 6 pts 121 - 150 8 pts > 150 10 pts	<b>2.- Abduccion:</b> 0 - 30 31 - 60 61 - 90 91 - 120 121 - 150 > 150				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>3.- Rotacion externa:</b> _____                              Mano nuca 0 pts                              Mano detras de la cabeza y codos delante 2 pts                              Mano detras de la cabeza y codos detras 4 pts                              Mano sobre la cabeza y codos delante 6 pts                              Mano sobre la cabeza y codos detras 8 pts                              Elevacion completa del brazo 10 pts                         </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <b>4.- Rotacion interna: (Pulgar hasta) _____</b>                              Muslo                              Nalga                              Artic. SI                              Cintura                              T12                              Entre las escapulas                         </td> </tr> </table>				<b>3.- Rotacion externa:</b> _____ Mano nuca 0 pts Mano detras de la cabeza y codos delante 2 pts Mano detras de la cabeza y codos detras 4 pts Mano sobre la cabeza y codos delante 6 pts Mano sobre la cabeza y codos detras 8 pts Elevacion completa del brazo 10 pts	<b>4.- Rotacion interna: (Pulgar hasta) _____</b> Muslo Nalga Artic. SI Cintura T12 Entre las escapulas
<b>3.- Rotacion externa:</b> _____ Mano nuca 0 pts Mano detras de la cabeza y codos delante 2 pts Mano detras de la cabeza y codos detras 4 pts Mano sobre la cabeza y codos delante 6 pts Mano sobre la cabeza y codos detras 8 pts Elevacion completa del brazo 10 pts	<b>4.- Rotacion interna: (Pulgar hasta) _____</b> Muslo Nalga Artic. SI Cintura T12 Entre las escapulas				
<b>D.- Fuerza (/25): Puntos: media (kg) x 2 = <input type="text"/> D</b>					
Primera medicion: Segunda medicion: Tercera medicion: Cuarta medicion: Quinta medicion: Average pulls: _____					
<b>TOTAL (/100): A + B + C + D <input type="text"/></b>					

## 7.3 Anexo 3: Goniómetro de brazos



## 7.4 Anexo 4: Escala MRC

### **Escala de fuerza muscular modificada del MRC (Medical Research Council)**

**0** Ausente: parálisis total.

**1** Mínima: contracción muscular visible sin movimiento

**2** Escasa: movimiento eliminada la gravedad.

**3** Regular: movimiento parcial sólo contra gravedad.

**3+** Regular +: movimiento completo sólo contra gravedad.

**4-** Buena -: movimiento completo contra gravedad y resistencia mínima. Buena: movimiento completo contra gravedad y resistencia moderada.

**4+** Buena +: movimiento completo contra gravedad y fuerte resistencia.

**5** Normal: movimiento completo contra resistencia total.

## 7.5 Anexo 5: The Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-RS)

---

<b>1. Starting Position:</b>	Stand with your feet and legs together and your arms at your sides.
<b>Action:</b>	Raise your one knee as high as possible so that you are standing on one leg with your other leg flexed (bent) at the knee. Now lower your leg so that you are again standing on two feet.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

---

<b>2. Starting Position:</b>	While sitting, put your hand on your lap and make a fist.
<b>Action:</b>	Raise your hand above your head until your arm is fully extended, keeping your fingers in a fist. Next, lower your hand back to your lap while maintaining a fist.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

---

<b>3. Starting Position:</b>	Extend your arm straight out to your side so that it is parallel to the ground, with your fingers extended and your palm down.
<b>Action:</b>	Move your arm forward until it is directly in front of your body (still parallel to the ground). Keep your arm extended during the movement and make the movement slowly. Now move your arm back to the starting position, straight out to your side.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

---

<b>4. Starting Position:</b>	Stand with your arms fully extended above your head.
<b>Action:</b>	Slowly bend forward at the waist and try and touch your toes with your fingertips. Now return to the starting position, standing erect with your arms extended above your head.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

---

<b>5. Starting Position:</b>	Put your hand in front of you about shoulder height as if you are about to push open a swinging door. Your fingers should be pointing upwards.
<b>Action:</b>	Extend your arm fully as if you are pushing open the door, keeping your fingers pointing upwards. Now let the swinging door close by returning your hand and arm to the starting position.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

---

<b>6. Starting Position:</b>	While sitting, put your hand in your lap. Pretend you see a drinking glass on a table directly in front of you.
<b>Action:</b>	Reach forward, grasp the glass and lift it slightly off the table. Now place it back on the table and return your hand to your lap.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>7. Starting Position:</b>	Your hand is at your side. Pretend there is a door in front of you that is closed.
<b>Action:</b>	Reach forward, grasp the door handle and pull open the door. Now gently shut the door, let go of the door handle and return your arm to your side.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>8. Starting Position:</b>	Stand with your feet and legs together and your arms at your sides.
<b>Action:</b>	Raise your one knee as high as possible so that you are standing on one leg with your other leg flexed (bent) at the knee. Now lower your leg so that you are again standing on two feet.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>9. Starting Position:</b>	While sitting, put your hand on your lap and make a fist.
<b>Action:</b>	Raise your hand above your head until your arm is fully extended, keeping your fingers in a fist. Next, lower your hand back to your lap while maintaining a fist.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>10. Starting Position:</b>	Extend your arm straight out to your side so that it is parallel to the ground, with your fingers extended and your palm down.
<b>Action:</b>	Move your arm forward until it is directly in front of your body (still parallel to the ground). Keep your arm extended during the movement and make the movement slowly. Now move your arm back to the starting position, straight out to your side.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>11. Starting Position:</b>	Stand with your arms fully extended above your head.
<b>Action:</b>	Slowly bend forward at the waist and try and touch your toes with your fingertips. Now return to the starting position, standing erect with your arms extended above your head.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>12. Starting Position:</b>	Put your hand in front of you about shoulder height as if you are about to push open a swinging door. Your fingers should be pointing upwards.
<b>Action:</b>	Extend your arm fully as if you are pushing open the door, keeping your fingers pointing upwards. Now let the swinging door close by returning your hand and arm to the starting position.
<b>Mental task:</b>	Assume the starting position. Attempt to feel yourself making the movement just performed without actually doing it. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>13. Starting Position:</b>	While sitting, put your hand in your lap. Pretend you see a drinking glass on a table directly in front of you.
<b>Action:</b>	Reach forward, grasp the glass and lift it slightly off the table. Now place it back on the table and return your hand to your lap.
<b>Mental Task:</b>	Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.
<b>14. Starting Position:</b>	Your hand is at your side. Pretend there is a door in front of you that is closed.
<b>Action:</b>	Reach forward, grasp the door handle and pull open the door. Now gently shut the door, let go of the door handle and return your arm to your side.
<b>Mental Task:</b>	Assume the starting position. Attempt to see yourself making the movement just performed with as clear and vivid a visual image as possible. Now rate the ease/difficulty with which you were able to do this mental task.

## 7.6 Anexo 6: Escala de Likert

---

1	2	3	4	5	6	7
Very hard to see	Hard to see	Somewhat hard to see	Neutral (not easy not hard)	Somewhat easy to see	Easy to see	Very easy to see

---

## 7.7 Anexo 7: Hoja de información a los participantes

### HOJA DE INFORMACIÓN A LOS PARTICIPANTES

**Título del proyecto:** Imaginería motora y ruptura del manguito rotador

**Nombre y apellido:** Lylou DENJEAN

**Centro:** Universidad de Vic

**Institución en la que se lleva a cabo el proyecto:** Centro osteoarticular de los Cèdres

**Objetivos del estudio:**

- Determinar los efectos de la imaginería motora durante la fase de inmovilización del hombro después de la cirugía del manguito rotador
- Demostrar que la imaginería motora tiene un efecto sobre el dolor, las actividades de la vida diaria, el rango de movimiento y la fuerza muscular
- Comparar los beneficios de una inmovilización con la práctica de la imaginería motora con una inmovilización sin la práctica de la imaginería motora
- Determinar el efecto a largo plazo de la imaginería motora en el tratamiento del manguito rotador

**¿En qué consiste la participación?**

- Seguir un programa de rehabilitación después de la cirugía del manguito rotador con la inclusión o no de la aplicación de la imaginería motora
- Aplicar los ejercicios de imaginería motora enseñados durante 6 semanas, si perteneces al grupo de intervención, y seguir con la rehabilitación clásica en el centro durante 24 semanas
- Si no perteneces al grupo de intervención, aplicarás un programa básico de rehabilitación tras
- Hacer 3 valoraciones: responder a pequeñas preguntas de la vida diaria, expresar el dolor y participar con el fisioterapeuta en la medición de la fuerza muscular

**Beneficios:**

- Demostrar que podemos tener una rehabilitación más rápida y eficaz
- Descubrir que la imaginería motora tiene un impacto sobre los efectos nefastos de la inmovilización

**Riesgos:**

- Ninguno efectos secundarios grave se prevén porque no se realizarán pruebas invasivas y la imaginería motora no tiene efectos secundarios
- No hay mejora significativa

**Privacidad:** Todos los datos sobre sus participaciones serán confidencial respectan el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales.

**Derecho a interrumpir el estudio:** La participación se hace de manera voluntaria, pero si decide de interrumpir la participación tiene derecho a retirarse en cualquier momento de una parte o de la totalidad del estudio, sin expresión de causa o motivo y sin consecuencias. También tienen la posibilidad de clarificar dudas antes de aceptar participar y el derecho a conocer los resultados.

## 7.8 Anexo 8: Consentimiento informado

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, (nombre y apellido) \_\_\_\_\_, mayor de edad, con DNI \_\_\_\_\_, declaro que acepto participar en el estudio "Imaginería motora y ruptura del manguito rotador" realizado por Lylou DENJEAN en la Universidad de Vic.

También he tomado nota de toda la información proporcionada (documento informativo adjunto) a los participantes de la investigación y relativa al objetivo de esta investigación, su método y su duración, sobre los posibles riesgos incurridos, sobre el beneficio esperado y el uso de los resultados.

En particular, se me ha informado que mi participación será anónima y que la confidencialidad de esta información recopilada, así como el secreto profesional relacionado, serán estrictamente respetados por el investigador principal y su institución de origen, incluida en cualquier publicación de los resultados de este estudio. También sé que puedo solicitar información adicional sobre el estudio en cualquier momento y que yo puedo abandonar el estudio en cualquier momento.

(Ciudad) \_\_\_\_\_, en (data) \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Signatura del participante



Signatura del investigador responsable



## 8 Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutora, Laia Briones Buixassa, su apoyo, su ayuda y su disponibilidad durante la realización de este TFG. También quiero agradecerle su escucha, su comprensión y todas las buenas ideas que me ha aportado. Esto me permitió llevar a cabo este TFG y no perder la motivación.

Luego, me gustaría dar las gracias a mi familia, que me dio los medios para conseguir lo que quería hacer desde que era una niña, ser fisioterapeuta. Me dieron el apoyo que necesitaba para tener éxito y prosperar durante estos 4 años de estudio.

Por último, quiero agradecer a todos los compañeros que conocí a través de la Universidad de Vic, que se convirtieron en amigos o conocidos. Cada uno de ellos podría aportar algo diferente para construir y aprender de los demás.

## 9 Nota final del autor. El TFG como experiencia de aprendizaje

El desarrollo de este TFG durante este año ha sido una nueva experiencia enriquecedora e interesante.

En efecto, el TFG me permitió evolucionar en mis reflexiones y aprender a desarrollar, íntegramente, un trabajo de forma autónoma. También me demostró que soy capaz de dirigir un proyecto de principio a fin, lo que podría ser el caso en mi carrera profesional.

Sin embargo, es cierto que al principio es un trabajo que puede dar miedo porque no sabemos en qué nos estamos metiendo, no sabemos cómo será en realidad y si somos realmente capaces de hacerlo. Sentí que este trabajo era una tarea enorme y difícil de acabar.

Al final, para mí, este trabajo no fue en absoluto un "suplicio", sino algo muy interesante y agradable de hacer. Me permitió aprender muchas cosas nuevas sobre la imaginación motriz, que no conocía más que eso, pero también aprender cognitivamente. Aprendí a pensar en lo que podría ser interesante o no añadir, a construir un proyecto con una secuencia lógica y a dar importancia a la investigación científica que actualmente es indispensable en fisioterapia.