

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Facultat de Fisioteràpia



TESIS DOCTORAL CON MENCIÓN INTERNACIONAL

Efectos del entrenamiento sensorimotor previo a la  
cirugía de artroplastia total en sujetos con  
osteoartritis de rodilla

Programa de doctorado: Procesos de envejecimiento: Estrategias  
socio-sanitarias

Presentado por:

D. Fernando Domínguez Navarro

Dirigido por:

Dr. D. Jose María Blasco Igual

Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho

Dr. D. Antonio Silvestre Muñoz

Valencia. Diciembre 2020



Dr. D. José María Blasco Igual Profesor Contratado Doctor de la Facultat de Fisioteràpia de la Universitat de València.

Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho, Profesora Titular de Universidad de la Facultat de Fisioteràpia de la Universitat de València.

Dr. D. Antonio Silvestre Muñoz, Profesor Asociado de la Universitat de València, adscrito al Departament de Cirugia, Facultat de Medicina i Odontologia y jefe clínico del servicio de traumatología del Hospital Clínico Universitario de Valencia.

Certifican:

Que la presente tesis, titulada “Efectos del entrenamiento sensorimotor previo a la cirugía de artroplastia total en sujetos con osteoartritis de rodilla”, ha sido realizada por D. Fernando Domínguez Navarro, bajo su dirección y tutela académica, en el marco del Programa de Doctorado en Procesos de Envejecimiento: Estrategias Sociosanitarias, del Departament de Fisioteràpia de la Universitat de València, para optar al grado de Doctor. Habiéndose concluido y reuniendo a su juicio las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autorizan su presentación para su defensa ante el tribunal correspondiente.

Y para que conste, expiden y firman la presente certificación, en Valencia, junio de 2020.

Fdo. Dr. D. Jose  
María Blasco Igual

Fdo. Dra. Dña.  
Celedonia Igual  
Camacho

Fdo. Dr. D. Antonio  
Silvestre Muñoz



*Los científicos dicen que estamos hechos  
de átomos, pero a mi, un pajarito me dijo  
que estamos hechos de historias*

*Eduardo Galeano*

*Nobody said it was easy*

*Coldplay. The scientist*



# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer este trabajo a mis tres directores de tesis, a la Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho, por ser quien me invitara a adentrarme en el maravilloso mundo de la investigación, por tus consejo, tus sabias palabras y tu buen saber hacer. Al Dr. D. Antonio Silvestre, por tu ayuda a lo largo de todo el proyecto y tu predisposición a colaborar y echarme una mano siempre que fuera necesario. Y por supuesto al Dr. D. Jose María Blasco, por todo el tiempo prestado durante estos años, tus consejos, correcciones, audios de voz explicativos y tu paciencia que han hecho posible que todo el trabajo realizado fuera cada día un poco mejor.

A Beatriz Díaz, Jose Vicente Torrella, Juan Rodrigo y Alfonso Payá, por todo el tiempo y esfuerzo que habéis dedicado a los sujetos que han formado parte del estudio. Gracias por todo los favores que me habéis prestado.

A mi mis padres, Fernando y María Jesús, y a mi hermano Álvaro. Gracias por vuestro apoyo, ayuda y acompañamiento incondicional. Sé que siempre estáis ahí. Gracias por todo lo que me habéis enseñado, que no es poco. Yo también estoy muy orgulloso de vosotros.

Gracias también a mis amigos, por animarme cuando lo he necesitado, y por preguntarme una y tantas veces, aunque con poca memoria, sobre qué iba mi tesis.

En definitiva, gracias a todas las personas que habéis estado durante estos años ayudándome para alcanzar este fin que tanta ilusión me hacía. Nadie dijo que fuera fácil, pero gracias a todos, lo he conseguido



# RESUMEN

*Introducción:* El entrenamiento de fuerza y el sensorimotor son dos intervenciones comúnmente empeladas en sujetos con osteoartritis (OA) de rodilla. Sin embargo, una revisión sistemática de la literatura implementada como parte de este trabajo de tesis doctoral, reveló que la evidencia - especialmente en lo referente al entrenamiento sensorimotor - cuando se aplican en el periodo preoperatorio a la artroplastia total de rodilla (ATR), fue inconcluyente y no permitió extraer conclusiones sólidas sobre su efectividad en el postoperatorio temprano y tras un año de seguimiento.

*Objetivos:* Estudiar los efectos derivados de implementar una intervención experimental preoperatoria, que combine el entrenamiento de fuerza y el sensorimotor, en términos de equilibrio y funcionalidad durante el postoperatorio temprano, en sujetos con OA de rodilla en espera para ser intervenidos de ATR. Asimismo, comparar dichos efectos frente a los inducidos por un programa preoperatorio de fuerza y frente o los derivados por los protocolos convencionales. Se investigó también los efectos de las distintas intervenciones durante el periodo preoperatorio y un año después de la cirugía, tanto en los aspectos clínicos mencionados, como en la función física de rodilla, el equilibrio y la salud auto-informada.

*Metodología:* Esta investigación se inició con una revisión sistemática con meta-análisis que analizó los efectos del entrenamiento sensorimotor en sujetos intervenidos de ATR. Posteriormente, 82 sujetos programados para someterse a cirugía de ATR fueron aleatoriamente asignados a una de las siguientes intervenciones: 1) un programa preoperatorio de entrenamiento de fuerza (FM, n=28), 2) el mismo programa combinado con entrenamiento sensorimotor (FM+S, n=28), o los 3) procedimientos

convencionales (control, n=26). El equilibrio global y la funcionalidad auto-informada fueron las variables primarias; adicionalmente, se midió la función de rodilla, la movilidad general y la salud auto-informada. Los efectos se evaluaron en la línea base, una semana antes de la cirugía y después de la misma (a las 2, 6 - punto final primario - y 52 semanas después de la ATR).

*Resultados:* Los análisis sugirieron que a las 6 semanas después de la cirugía, los integrantes de los grupos FM y FM+S exhibieron mejores resultados clínicos que los del grupo control en términos de fuerza extensora de rodilla, pero no en el resto de variables evaluadas. Por otro lado, un año después de la cirugía, las participantes de las tres intervenciones presentaron una recuperación similar. Ahora bien, durante el periodo preoperatorio, las intervenciones llevadas a cabo en los grupos FM y FM+S produjeron un mejor estado clínico de los participantes que la del grupo control, sin diferencias relevantes entre ambos programas.

*Conclusiones:* Una intervención experimental preoperatoria a la cirugía de ATR que combinó el entrenamiento de fuerza y el sensorimotor indujo mejores resultados en la fuerza extensora de rodilla que los derivados por los procedimientos convencionales a las 6 semanas después de la cirugía. Sin embargo, en términos generales, implementar dicha propuesta no parece resultar en un mejor estado clínico que el obtenido al implementar un programa preoperatorio de fortalecimiento muscular de miembros inferiores o los procedimientos convencionales. Las mejoras clínicas conllevadas por la realización de la intervención experimental se observaron durante el periodo previo a la cirugía, en el que se registraron efectos positivos y clínicamente relevantes en comparación a los procedimientos convencionales, y con efectos comparables a las derivados por la aplicación de un entrenamiento preoperatorio de fuerza.

# ABSTRACT

## Introduction

Spanish society is currently under a demographic change, evolving towards an aging population, which will pose great challenges for socio-medical systems in the coming decades (Vera PS, 1993). One of them will be to face the higher incidence and prevalence of pathologies associated with aging, such as osteoarthritis (OA), being the focus of this thesis.

OA is the most frequent and disabling degenerative joint pathology in the older adult population (Palazzo *et al.*, 2014), with the knee joint having the highest rate of involvement (O'Connor *et al.*, 2007). The incidence of the knee OA oscillates around 12% of the total population (Peat *et al.*, 2001) with the percentage increasing as the age of the individuals advances, reaching 33% in the population older than 65 years (Prieto-Alhambra *et al.*, 2014). Clinical features of the OA include pain around the joint, stiffness, reduced physical function, and limited self-reported functionality (Felson *et al.*, 2009). Diagnosis is made mainly based on the clinical presentation, accompanied by the radiological findings.

The socio-economic burden of the OA is high, and it comprises the direct (related to medical personnel and management) and indirect costs (i.e., pensions and reduced productivity); it is estimated to increase in the coming decades due to the expected raise in the number of diagnosed cases (Fransen *et al.*, 2011). Current proposals to reduce the economic spending are based on the reduction of the hospital stay and promotion of greater patients' functionality and quality of life (Puig-Junoy *et al.*, 2015).

Therapeutic approaches are grouped into two large blocks: conservative and surgical

management. As for the conservative strategies, physical exercise is well recognized as the centerpiece, as vast evidence exists, gathering information about the positive effects on pain alleviation and increased functionality and recommending to choose an appropriate intensity that allows improvements in strength, mobility, and cardiovascular capacity (Bannuru *et al.*, 2019), (Bennel *et al.*, 2005). Educational programs and pharmacological and non-pharmacological analgesic interventions may accompany the first-line treatment for the knee OA (McAlindon *et al.*, 2019). Regarding the surgical options, total knee arthroplasty (TKA) is considered as the preferred choice for advanced stage cases with persistent pain (Rankin, 2003). Although excellent results on pain reduction for this procedure are reported, a significant percentage of patients experience alterations in relation to the physical function and sensory abilities and persistent pain (Farquar *et al.*, 2008), (Judge *et al.*, 2012).

Despite various studies across the reported percentage, an average of 30% of the patients present with functional limitations at 6 months after the TKA, also suggesting that they might have a marked impairment of the quality of life.

The knee proprioception undergoes significant alterations during the first postoperative months leading to changes in the kinematics, worsening of balance, and an increased risk of falls (Liao *et al.*, 2013), (Thewlis *et al.*, 2014). As recent studies suggest, these alterations can last up to 12 months after surgery (Moutzouri *et al.*, 2017).

Muscle strength also undergoes similar processes, with the operated leg exhibiting quadriceps strength levels 30% lower than those of the contralateral limb at 3 months after the surgery (Mizner *et al.*, 2005). Subsequently, strength outcomes gradually improve, although, as some authors point out, the strength values exhibited by the operated subjects do not reach those registered by the healthy matched-controls (Stevens *et al.*, 2003). The persistent postsurgical pain is also frequent, being considered as the re-

sponse to the phenomena of central sensitization (Lee *et al.*, 2011), and implies the functional status of the patients.

In the light of this evidence, functional rehabilitation programs are commonly performed as interventions to complement the postsurgical functional outcomes. Scientific research endorses this practice to improve the functionality and quality of life of the patients. (Naylor *et al.*, 2006). However, a wide range of therapeutic strategies have been investigated, generally as an adjunct of conventional programs, with different rates of success. Likewise, the strength and balance have been described in the context of rehabilitation after TKA as the key elements to achieve an adequate functional state (Schwartz *et al.*, 2012), (Wang *et al.*, 2012), and for this reason, they are developed in depth in this doctoral thesis work.

Strength is a basic physical quality that is deteriorated throughout the progression of knee osteoarthritis and is also considered as an influential factor in the symptomatic and radiological progress of this condition (Slemenda *et al.*, 1997), (Luck Harley *et al.*, 2018). It has been described in the literature that this quality is modifiable through the interventions based on physical exercise. In this sense, lower-limb muscle strengthening is shown to be an effective intervention and a widely used strategy applied at any stage of the condition and also incorporated into the pre- and post-operative TKA programs (Skoof *et al.*, 2016).

Relatedly, knee OA exacerbates proprioceptive system deterioration, which leads to the knee instability and altered balance and physical function (Fallah *et al.*, 2010). In the last decades, the interest has increased in improving the balance abilities of patients with knee OA with targeted interventions to improve the proprioception, known as the sensorimotor approach. This technique aims to stimulate the afferent nervous system and create new neuromuscular activation strategies (Page, 2006). Evidence regarding

this technique reveals improvement in the physical and clinical status of patients with the knee OA (Ahmed, 2011), just as recent studies suggested this intervention to be also an effective complement for functional rehabilitation after the TKA in terms of balance and self-reported functionality (Dominguez *et al.*, 2018). However, little evidence is still available on the effects of preoperative sensorimotor training.

At the end of the 20th century, so-called preoperative training began to develop. It consists of physical conditioning programs, which are carried out prior to the surgery and aimed to complement the postsurgical results, by improving the physical and clinical condition of the patients and preparing them face to face to surgical procedures (Beaupre *et al.*, 2004). The scientific evidence about preoperative training of the patients with TKA is currently insufficient, whether these programs have positive effects on the patient's postoperative recovery remains unclear (Chen *et al.*, 2018). In addition, various systematic reviews have suggested methodological deficiencies in the included studies and lack of uniformity in the interventions, which hindered the overall synthesis of the results (Baker & McKeon, 2016) (Wang *et al.*, 2018). Likewise, information is still lacking about the effects on short- and medium-term follow-ups (more than one-year after TKA). As mentioned before, the current evidence of sensorimotor training, when it is applied in the preoperative period of TKA, is still scarce and not very illuminating. However, disparate methods have been used (i.e., differing in the setting, comparator, duration of the intervention, and outcomes), and the conclusions regarding the early postoperative effects have been inconsistent across the trials (Dominguez *et al.*, 2018).

To summarize, new evidence is required for a greater and deeper knowledge about the effects of sensorimotor training applied as preoperative intervention to TKA for patients with advanced knee OA, in terms of balance and functionality. Therefore, the present

thesis arises with the following hypothesis:

An experimental preoperative intervention, that combines both lower-limb strength and sensorimotor training, will have greater benefits in terms of balance and functionality in participants awaiting for the total knee arthroplasty, compared to the effects derived from performing a preoperative strength training in isolation or following the conventional procedures.

To answer this hypothesis, the following primary aims have been set:

- 1) To study the effects derived from a combined intervention of sensorimotor and strength training, in terms of balance and self-reported functionality, applied in participants with knee osteoarthritis waiting for total knee replacement.
- 2) To compare the aforementioned effects with those obtained from undergoing preoperative strength training and those deduced by following the conventional procedures.

As secondary aims, the following were established:

- 1) To evaluate and compare the effects of the proposed interventions in terms of the knee physical function, general mobility, balance, and self-reported status measured immediately before surgery and 2, 6, and 53 weeks after total knee arthroplasty.
- 2) To synthesize the available evidence on the effects derived from the sensorimotor training for subjects with severe knee osteoarthritis both prior and after total knee arthroplasty.

## **Methods**

### Design of the studies

Accordingly to the hypothesis and the aims established, the present thesis raised the

following design: first, a systematic review with meta-analysis was performed, with the aim of evaluating the short- and mid-term effects of sensorimotor training for patients undergoing total knee and hip replacement. Secondly, a three-arm randomized controlled trial was implemented to evaluate the effects of a preoperative combined intervention of lower-limb strengthening and sensorimotor training for patients with knee OA undergoing TKA.

### Systematic review and meta-analysis

This review followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) and the protocol was prospectively registered in the International prospective register of systematic reviews of University of York, known as Prospero (register code CRD-42016053021).

### *Search process*

MEDLINE, Embase, Cochrane Library, PEDro, and Scopus were the databases searched. Randomized controlled trials were included when the experimental groups perform a training program aimed at improving balance and proprioception, in addition to conventional care. The studies had to assess at least one of the following outcomes: self-reported functionality or balance (primary outcomes), knee function, pain, falls, or quality of life. Risk of bias of the included two members of the research team independently assessed the risk of bias for the included studies by using the Cochrane risk of Bias Tool (Higgins *et al.*, 2011).

A quantitative synthesis involving a meta-analysis was conducted. Two types (subgroups) of interventions were differentiated, since the experimental protocols were made prior or after surgery. The overall effect size as well as the effect size for each subgroup was estimated. The effects on the hip and knee joints were differentiated. The data included the means, standard deviations, and sample sizes. Otherwise, the standard

deviation was estimated from the  $p$  and  $t$  values.

### *Data analysis*

When possible, effect size ( $d$ ) was obtained. Owing to the heterogeneity of the measurement scales, the results were presented as standardized mean differences (SMDs). The SMD considered a small ( $< 0.2$ ), moderate ( $0.2–0.8$ ), or high effect ( $> 0.8$ ) (Gignac, 2016). The outcomes were compared using the random effects model, assuming that the true effect may vary owing to the heterogeneity of the study design.

### Randomized controlled trial

#### *Design and ethics*

This trial took place in the Hospital Clínic i Universitari de València facilities, in the period between September 2016 and July 2019. The design was approved by the ethical board of the hospital (Approval No. 26052016), whereas it was prospectively registered (Blasco *et al.*, 2018), and the protocol was made fully available online. No substantial changes to the protocol are reported.

#### *Participants*

Potential participants were referred from the orthopedic department of the hospital, being the inclusion criteria the following: were on the waiting list for primary TKA, were aged between 60 and 80 years, presented with advanced idiopathic knee OA with a radiographic score of  $> 3$  on the Kellgren–Lawrence scale, and were scheduled with sufficient time until surgery (5–8 weeks) to perform 12 sessions of preoperative training were included. However, exclusion criteria were: cognitive condition lower than 20 in the Spanish version of the Lobo-Mini Mental State Examination; Berg Balance Scale (BBS) score lower than 21, indicating higher risk of falls; central or vestibular conditions that may alter balance functionality system; systemic illness (i.e., cancer, coro-

nary disease) and surgical complications contraindicating physical activity were also exclusion criteria.

### *Groups and randomization*

Eighty-two subjects scheduled for TKA signed informed consent to participate in the study and were randomly assigned to one of the following groups: Strength training group (ST, n=28), implementing a 12-sessions preoperative lower-limb strength training; sensorimotor group (ST+S, n=28), applying the same protocol but complemented with sensorimotor training; or control group (n=26), following conventional procedures.

### *Interventions*

Strength training protocol was based on the incorporation of progressive resistive loads, according to the indications of the well-known DeLorme and Watkins' technique (Todd *et al.*, 2012). The sessions lasted 30-40 minutes and load was gradually progressed till reaching 10 repetition maximum (RM) if possible. ST+S group complemented such intervention with 15-20 minutes of sensorimotor training, including balance-oriented exercises such as treadmill and stepping walk, unstable surfaces exercises and single-leg stance. Progression in the exercises was implemented as tolerated by the participants. The designed protocol was based on previous published protocols to train proprioception in subjects with knee OA (Fitzgerald *et al.*, 2012) and subsequently adaptation to patients undergoing TKA (Piva *et al.*, 2012) (Roig *et al.*, 2018). Subjects in the control group did not perform any preoperative intervention and were advised to continue with their habitual routine.

While preoperative interventions differ in each group, surgical procedure and postoperative rehabilitation protocols were the same for all patients.

All participants underwent TKA with the same standardized surgical approach and a

senior surgeon with more than 20 years of experience performed all the surgeries. Sterile tourniquet was applied for a period of 60 minutes, and then retired immediately after surgery. Medial parapatellar arthrotomy with the anterior longitudinal midline approach was performed in every case. The midvastus or subvastus approach was not performed to standardize the outcomes. Cemented prosthesis with posterior stabilizer was applied in all cases, being the brand of the prosthesis kept blinded due to ethical regulations of the hospital.

After surgery, the participants initiated standard care, which comprises cryotherapy and bed-based physiotherapy mobilizations as well as analgesic drugs as needed. After discharge, the participants attended to 12 outpatient rehabilitation sessions, which started two weeks after surgery.

### *Measures*

Balance, measured with the BBS; and self-reported functionality, assessed by the Activity Daily Live (ADL) subscale of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) were chosen as primary outcomes. Secondary outcomes included physical function of the knee (range of movement of the knee and isometric knee tensors strength), static and dynamic balance and mobility (Single Leg Stance test, Functional Reach Test and Timed Up & Go test), and self-reported status (symptoms, pain, quality of life and anxiety). Outcomes were assessed at five time points: baseline, 1 week before TKA, and 2, 6 (primary endpoint), and 52 weeks after surgery.

### *Data analysis*

A descriptive analysis was used to present the characteristics of the participants and clinical outcomes as the mean and standard deviations, frequencies, and percentages. Between-group baseline comparisons were made with a Chi square test and one-way analysis of variance for categorical and quantitative outcomes, respectively. In order to

analyze the effectiveness of the interventions, a mixed linear model and analysis of covariance comparing mean score for each outcome of each group (three groups) at each time point (1 week before surgery, 2 weeks after surgery, and 6 weeks after surgery) and adjusted for the baseline scores (covariate) were applied. The analysis was used to identify time-and-group main effects and time-by group interaction effects. Age and weight were considered confounding factors. Post hoc comparisons of the main effects were performed with Bonferroni corrections. Confidence intervals were set at 95%. The between-group magnitude of change from baseline to the end of the intervention and to the primary time endpoint, divided by the pooled standard deviation, was used to estimate Cohen's d effect size. Likewise, it was catalogued as small (0.2), moderate (0.5), or large (0.8) effect size (Gignac, 2011). An analysis of variance was performed to identify the possible between-group. A priori sample size calculation was performed using a predicted score from the primary outcomes at 6 weeks after surgery. The estimation was based according to the results of previous research (Roig *et al.*, 2018) and a sufficient size was considered to overcome the minimum detectable change in the BBS score, what establishes the experimental group outcomes exceeding by 5 points (SD 4.5) that of the controls. By following the designed procedure, it was estimated that a sample size of 21 participants per group would be necessary to provide a power of 80%, with  $\alpha = 0.05$  and  $\beta = 0.2$ . With an estimated dropout rate of 20%, 78 participants needed to be recruited.

## **Results**

### Systematic review with meta-analysis

Eight trials, involving 567 participants (68.9 years) were included in the qualitative synthesis and one of them was excluded in quantitative synthesis due to unavailable data.

The risk of bias of the included trials was overall catalogued to be low.

Four trials studied postoperative interventions while the others applied an intervention prior to surgery. Control group interventions consisted on either educational packages or no specific training in the cases of the preoperative programs; similarly, the control group interventions in the postoperative programs consisted of conventional postoperative rehabilitation. Experimental group interventions were the same as the control groups but additionally included sensorimotor training.

From data synthesis, it was deduced that postoperative interventions additionally including sensorimotor training implied further improvement in terms of balance and self-reported functionality, while evidence of sensorimotor training in preoperative interventions is still scarce to draw conclusions.

#### Randomized controlled trial

In total, 82 subjects were assessed at baseline with no between-group differences regarding the socio-demographic and clinical characteristics. The participants complied with the preoperative interventions for 11.2 sessions (SD 0.7). Sixty-five participants were evaluated until six weeks after surgery, and 50 were assessed at one-year follow-up. No adverse events directly related to the interventions were observed.

At the end of preoperative interventions (one weeks before surgery), ST and ST+S group participants exhibited significant larger improvement in terms of balance ( $p=0.005$ ) and self-reported functionality ( $p<0.001$ ) (primary outcomes) in comparison to controls. Secondary outcomes, such as knee extensors strength and perceived symptoms and pain significantly improved more in those patients undergoing ST and ST+S intervention than in controls ( $p<0.05$ ).

At 6 weeks after surgery (primary time point), preoperative interventions only implied superior effects in terms of knee extensors strength ( $p=0.001$ ), while no significant

between-group differences were found for the rest of the evaluated outcomes ( $p > 0.05$ ). At one-year after surgery, similar outcomes were observed across the three groups, only existing significant between-group differences in the Single-Leg Stance test ( $p = 0.043$ ).

## **Discussion**

### Main findings and clinical relevance

Since the systematic review suggested insufficient evidence on the effects of sensorimotor training prior to TKA, a randomized controlled trial evaluating this approach was conducted.

Based on the results, it was deduced that an experimental intervention prior to TKA including sensorimotor training, supposed clinical improvement in terms of balance, self-reported functionality, pain and symptoms and knee extensors strength, at the period before surgery, in comparison to conventional procedures. However, at six weeks after TKA, superior effects for the experimental interventions were only observed in the knee extensors strength. At one-year follow-up, it appeared to be a trend towards similar outcome regardless of the group; however, the number of participants lost to follow-up precluded a definitive conclusion about the effects at this time point. Likewise, the effects derived from the experimental intervention are comparable to those obtained by a preoperative program based on lower-limb strength training program with no sensorimotor training included.

The programs were well tolerated and no adverse events were observed, so in line with previous studies, it suggests that sensorimotor training is a safe intervention for subjects with knee OA (Ageberg *et al.*, 2010).

### Considerations with respect to the population and methods

Considering the knee OA as a condition with a huge variability in clinical presentation among patients, this study was focused on the patients with age between 65 and 80 years, with the respect to higher incidence of the condition among this period of age (Oliveria *et al.*, 2015). Exclusion criteria applied in the study were based on the safety reasons, to avoid including participants with physical or cognitive condition not adequate to perform the assessment and/or interventions.

The preoperative interventions designed for the current study were based on previously published programs. The sensorimotor training program was inspired by the original principles of Fitzgerald (Fitzgerald *et al.*, 2012) to work on the proprioception in patients with knee OA and to include subsequent adaptations in a program after TKA. The lower-limb strength training program was based on the progressive resistance technique firstly described by DeLorme and Watkins (Todd *et al.*, 2012), which has shown to have a positive effect on physical function in the rehabilitation of the orthopaedic conditions (Baker *et al.*, 2011).

### Analysis of the obtained results and contextualization with previous studies

In the period before surgery, both preoperative interventions reported positive effects to improve physical and clinical status of the patients with knee OA waiting for TKA. The observed findings are in line with previous reviews and clinical guidelines suggesting exercise therapy in general (Fransen *et al.*, 2015), as well as strength training (Meier *et al.*, 2007), and sensorimotor training in particular (Chaipinho *et al.*, 2009), as effective interventions to improve symptoms in patients with knee OA.

In the early-postoperative period, participants in the preoperative groups in comparison to controls registered higher knee extensor strength values, which also suggested that both preoperative interventions were similarly effective in alleviating muscular deficits.

However, unexpectedly, the superior performance observed immediately before surgery did not correspond to an enhanced early postoperative recovery. Proprioceptive changes and structural damage (e.g., resection of stabilizers and menisci) experienced in the following weeks after TKA may have interfered with the preoperative clinical benefits and could explain the results (Gage *et al.*, 2011). Furthermore, it may be necessary periods longer than 6 weeks to restore normal postural control and to create new muscular activation strategies (Pethes *et al.*, 2015). The results from previous studies on preoperative sensorimotor interventions in patients undergoing TKA are inconclusive, with the effects on balance and functionality ranging from positive to non-existent at 6 weeks after surgery (Gstoettner *et al.*, 2013) (Huber *et al.*, 2015) (Villadsen *et al.*, 2016). On the other hand, other strengthening intervention prior TKA also shown minor effects post-operatively (Topp *et al.*, 2012), suggesting that combined strengthening and sensorimotor training did not overcome other preoperative programs.

The present study also included one-year follow-up assessment, what supposes to extent the evaluation of the effects from the early-postoperative period (6 weeks after TKA) to the short-term (more than one-year after TKA). Likewise, all participants presented similar overall outcomes at this time point. Only the single-leg stance test scores suggested otherwise. This isolated outcome cannot ultimately confirm whether, as suggested by some authors, there exist cortical adaptations from balance training until one-year after the intervention (Doma *et al.*, 2018). It is widely established that the functional outcomes usually plateau at one-year after TKA (Meier *et al.*, 2008), so the clinical effects derived from the interventions are rarely to change. However, some authors have suggested that the changes in the different groups tend to stabilize after this period (Farquar *et al.*, 2008) (consistent with the results in this study).

However, the great similarity of the results derived from the two preoperative interven-

tions, leads us to the idea that exercise therapy is effective in knee OA, regardless of the type (Fransen *et al.*, 2015), or dose used (Nicolson *et al.*, 2019), suggesting understanding its effects from a biopsychosocial perspective (Beckwée *et al.*, 2013).

#### Strengths for the study

The trial is designed as a randomized controlled trial assessor blinded, with low risk of selection, detection, and attrition biases, but it needs to be replicated to support generalizability of the results. The protocols for both the systematic review and the trial were prospectively registered and published, what reduces the risk of reporting bias. The trial present inclusion criteria that were broad, as well compliance with preoperative interventions was high, and no adverse events directly related to the intervention were observed, indicating pragmatism and clinical applicability.

#### Limitations and considerations for further research

The present study comes up with some limitations that should be acknowledged. Firstly, the results derived from the one-year follow-up should be interpreted with caution due to the drop out of participants occurred, which meant that the initial sample size was reduced at this point of evaluation. This fact responds to a relatively frequent phenomenon when evaluating the sub-acute state of the patient after surgical interventions (around 12 months later), since the patients seem to perceive that they have already reached a satisfactory state of health and consider that they do not need to continue submitting to medical evaluations.

Secondly, the study design did not allow evaluating whether the effects achieved during the preoperative period were sufficient to influence the decision of doctors and patients to delay the moment of TKA. Since the surgical intervention was already scheduled at the time the preoperative intervention was started, this assumption was not possible. A recent study was conducted with this purpose (Skou *et al.*, 2015), and more studies in

this line may lead to interesting findings.

Other factor to be considered is that the group interventions differed only in the preoperative period, but all participants performed the same postoperative outpatient rehabilitation protocol; therefore, whether continued postoperative sensorimotor training can lead to maintaining improved preoperative outcomes after surgery remains unresolved.

Also it becomes necessary to take into account whether a larger training volume in the preoperative interventions might have enhanced the participants' performance and the registered outcomes. Preoperative interventions normally last between 3 and 8 weeks, being this 4-weeks intervention in that range (Chen *et al.*, 2018). Although there is no evidence suggesting that longer sensorimotor interventions provide superior benefits, additional research to determine how patients respond to different treatment volumes may be useful.

Finally, due to the expected increase in the demand for TKA, identifying cost-effective interventions that may help to draw a more efficient management strategy of the condition, and alleviating the socioeconomic burden is warranted; however, this analysis was not conducted.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen .....	ix
Abstract.....	xi
Índice de contenidos .....	xxvii
Índice de tablas .....	xxxiii
Índice de figuras .....	xxxv
Lista de acrónimos.....	xxxix
Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1 Introducción.....	3
Capítulo 2: Marco contextual .....	9
2.1    Introducción a los procesos de envejecimiento: estrategias socio-sanitarias .	11
2.1.1    Situación sociodemográfica actual .....	11
2.1.2    Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento .....	12
2.1.3    Patología osteo-articular asociada al envejecimiento.....	17
2.2    Osteoartritis de rodilla .....	19
2.2.1    Introducción al concepto de osteoartritis.....	19
2.2.2    Epidemiología.....	19
2.2.3    Mapa epidemiológico .....	21
2.2.4    Clínica.....	23
2.3.5    Fisiopatología .....	26

2.3.6	Causas y factores de riesgo.....	28
2.3.7	Costes socio-económicos.....	31
2.3	Tratamiento conservador de la osteoartritis de rodilla .....	32
2.3.1	Generalidad y evidencia científica .....	33
2.3.2	Ejercicio físico.....	34
2.3.3	Medidas analgésicas no farmacológicas.....	36
2.3.4	Tratamiento farmacológico.....	37
2.4	Tratamiento quirúrgico. Artroplastia de rodilla.....	38
2.4.1	Evolución histórica y procedimiento quirúrgico .....	38
2.4.2	Efectividad y resultados quirúrgicos .....	41
2.4.3	Limitaciones postoperatorias .....	43
2.5	Rehabilitación postoperatoria.....	50
2.5.1	Concepto y fases.....	50
2.5.2	Evidencia científica .....	53
2.6	Fuerza muscular y osteoartritis de rodilla.....	55
2.6.1	Fuerza, discapacidad y osteoartritis de rodilla .....	55
2.6.2	Entrenamiento de la fuerza muscular en osteoartritis de rodilla .....	57
2.7	Equilibrio y osteoartritis de rodilla.....	59
2.7.1	Sistema propioceptivo, equilibrio y OA de rodilla.....	59
2.7.2	Concepto y evolución histórica del entrenamiento sensorimotor.....	61
2.7.3	Entrenamiento sensorimotor en OA de rodilla .....	62
2.8	Entrenamiento preoperatorio .....	64

2.8.1	Concepto y evolución histórica .....	64
2.8.2	Entrenamiento preoperatorio en ATR .....	66
2.9	Antecedentes: preoperatorios de fuerza y sensorimotor. Estudio de revisión	67
Capítulo 3: Justificación, hipótesis y objetivos .....		73
3.1	Justificación .....	75
3.1	Hipótesis .....	77
3.2	Objetivos.....	77
Capítulo 4: Material y métodos .....		79
4.1	Introducción a los materiales y métodos .....	81
4.2	Revisión sistemática con meta-análisis .....	81
4.2.1	Diseño del estudio .....	81
4.2.2	Pregunta de revisión .....	81
4.2.3	Proceso de selección.....	81
4.2.4	Bases de datos y estrategia de búsqueda .....	82
4.2.5	Extracción de los datos y variables de interés .....	83
4.2.6	Evaluación del riesgo de sesgo.....	83
4.2.7	Análisis de los datos .....	83
4.3	Ensayo clínico aleatorizado .....	85
4.3.1	Diseño del estudio .....	85
4.3.2	Conformidad con aspectos éticos. Registro del ensayo.....	85
4.3.3	Muestra .....	86
4.3.4	Aleatorización y asignación.....	88

4.3.5	Intervenciones.....	90
4.3.6	Protocolo quirúrgico .....	94
4.3.7	Protocolo fisioterapia postoperatoria.....	96
4.3.8	Protocolo de valoración .....	97
4.3.9	Análisis estadístico .....	111
Capítulo 5: Resultados.....		115
5.1	Introducción a los resultados .....	117
5.2	Resultados revisión sistemática con meta-análisis .....	117
5.2.1	Selección de los artículos .....	117
5.2.2	Participantes y diseño de las intervenciones.....	118
5.2.3	Fiabilidad de los datos .....	119
5.2.4	Efectos de las intervenciones.....	119
5.2.5	Evaluación del riesgo de sesgo.....	124
5.3	Resultados del ensayo clínico aleatorizado .....	125
5.3.1	Flujo de participantes y cumplimiento de las intervenciones.....	125
5.3.2	Evaluación de línea base: variables sociodemográficas .....	128
5.3.3	Evaluación línea base: variables clínicas.....	128
5.3.4	Evaluación del final de la intervención preoperatoria .....	128
5.3.5	Evaluación del inicio de la rehabilitación postoperatoria.....	130
5.3.6	Evaluación del final de la rehabilitación postoperatoria. Resultados del postoperatorio temprano .....	134
Capítulo 6: Discusión .....		145

6.1	Introducción.....	147
6.2	Consideraciones generales.....	147
6.3	Ensayo clínico de los efectos del entrenamiento sensorimotor, en combinación al fortalecimiento muscular, previo a la artroplastia total de rodilla.....	148
6.3.1	Principales resultados y relevancia clínica .....	148
6.3.2	Consideraciones relativas a la metodología empleada .....	149
6.3.3	Análisis de los resultados obtenidos.....	154
6.3.4	Volumen de tratamiento .....	164
6.3.5	Fortalezas del estudio .....	167
6.3.6	Relevancia clínica.....	168
	Capítulo 7: Conclusiones.....	173
	Referencias .....	177
	Anexos.....	223
	Anexo 1: Informé del Comité de Ética.....	223
	Anexo 1: Consentimiento informado .....	224
	Anexo 3: Hoja de evaluación del paciente .....	228
	Anexo 4: Cuestionario Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Scale (KOOS)...	230
	Anexo 5: Escala Berg .....	233
	Anexo 6: Características de los artículos incluidos en la revisión sistemática con meta-análisis .....	237
	Anexo 7: Juicio y su argumentación para el riesgo de sesgo de los artículos incluidos en la revisión. sistemática (en inglés).....	241



# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2. 1:</b> Cuadro resumen de los factores de riesgo en osteoartritis de rodilla .....	31
<b>Tabla 4.1:</b> Resumen de las intervenciones llevadas a cabo por cada grupo.....	91
<b>Tabla 4.2:</b> Programa de fortalecimiento muscular.....	93
<b>Tabla 4.3:</b> Programa sensorimotor.....	95
<b>Tabla 4.4:</b> Intervenciones de la fase de cuidados agudos hospitalarios.....	96
<b>Tabla 4.5:</b> Descripción de las intervenciones de la fase de rehabilitación funcional hospitalaria .....	98
<b>Tabla 4.6:</b> Tareas empleadas en la metodología del estudio .....	113
<b>Tabla 5.1:</b> Efectos de las intervenciones sobre las variables principales.....	120
<b>Tabla 5. 2:</b> Efectos de las intervenciones sobre las variables secundarias .....	123
<b>Tabla 5.3:</b> Variables sociodemográficas.....	128
<b>Tabla 5.4:</b> Evaluación de las variables clínicas en línea base.....	129
<b>Tabla 5.5:</b> Resultados de la evaluación final de la intervención preoperatorio para las variables primarias.....	130
<b>Tabla 5.6:</b> Resultados de la evaluación final de la intervención preoperatoria para las variables secundarias .....	131
<b>Tabla 5.7:</b> Resultados de la evaluación del inicio de la rehabilitación postoperatoria.	133
<b>Tabla 5.8:</b> Resultados de la evaluación del inicio de la rehabilitación postoperatoria para las variables secundarias.....	135

<b>Tabla 5.9:</b> Resumen de resultados de los efectos de la intervención a lo largo del tiempo desde línea base hasta el final de la rehabilitación postoperatoria par las variables primarias y secundarias .....	141
<b>Tabla 5.10:</b> Resultados de la evaluación un año después de la cirugía para las variables primarias .....	143
<b>Tabla 5.11:</b> Resultados de la evaluación un año después de la cirugía para variables secundarias.....	144

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1:</b> Esquema de las patologías asociadas al envejecimiento en el aparato locomotor. Elaboración propia .....	14
<b>Figura 2.2:</b> Prevalencia de diversas patologías músculo-esqueléticas según rango de edad. Modificado de Palazo et al. (2014) .....	21
<b>Figura 2.3</b> Ratio de incidencia de la osteoartritis según región y sexo por cada 100.000 personas-año. Modificado de Oliveira et al. (1995) .....	23
<b>Figura 2.4:</b> Puntuaciones derivadas del cuestionario Western Ontario & McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) referentes a los apartados de dolor, rigidez y funcionalidad, en función de la edad de los pacientes. Modificado de Bernad-Pineda et al. (2014).....	24
<b>Figura 2.5:</b> Imágenes radiológicas de los cuatro estados de la Osteoartritis de rodilla según la escala Kellgren & Lawrence (1998).....	26
<b>Figura 2.6:</b> Papel de la inflamación en la osteoartritis de rodilla. Modificado de Mobasheri et al. (2014).....	27
<b>Figura 2.7:</b> Imágenes de la cirugía de artroplastia total de rodilla. Extraído de Endres NK, Minas T (2010) .....	40
<b>Figura 2.8:</b> Vista radiográfica lateral y anterior de prótesis de rodilla. Extraído de Young et al. 2008 .....	42
<b>Figura 2.9:</b> Esquema de las limitaciones postoperatorias tras cirugía de Artroplastia Total de Rodilla (ATR). .....	45

<b>Figura 2.10:</b> Esquema de las de la rehabilitación funcional tras la Artroplastia Total de Rodilla (ATR). Elaboración propia .....	51
<b>Figura 4.1:</b> Esquema del proceso de selección de los participantes .....	88
<b>Figura 4.2:</b> Esquema de los tiempos de medición .....	100
<b>Figura 4.3:</b> Ejemplo de la realización de cuatro de los ítems de la escala Berg.....	103
<b>Figura 4.4:</b> Valoración de la fuerza extensora de rodilla.....	107
<b>Figura 4.5:</b> Ejemplo de ejecución del Functional Reach Test .....	110
<b>Figura 4.6:</b> Ejemplo de ejecución del Single-Leg Stance test .....	112
<b>Figura 5.1:</b> Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos incluidos	118
<b>Figura 5.2:</b> “Forest plot” de los efectos a corto plazo de todas las intervenciones sobre las variables primarias. ....	121
<b>Figura 5.3:</b> Forest plot” de los efectos a medio plazo de todas las intervenciones sobre las variables primarias. ....	121
<b>Figura 5.4:</b> “Forest plot” de los efectos a corto plazo de las intervenciones preoperatorias .....	122
<b>Figura 5.5:</b> “Forest plot” de los efectos de las intervenciones sobre las variables secundarias en el postoperatorio temprano.....	123
<b>Figura 5.6:</b> “Forest plot” de los efectos de las intervenciones sobre las variables secundarias en el medio plazo. ....	124
<b>Figura 5. 7:</b> Diagrama de flujo del proceso de selección de los participantes.....	127

<b>Figura 5. 8:</b> Gráficas de la evolución de las variables primarias (Escala Berg y KOOS-ADL) desde línea base hasta el punto final primario (6 semanas postoperatorias) .....	137
<b>Figura 5. 9:</b> Gráficas de la evolución de las variables primarias (Berg Balance Scale y KOOS-ADL) desde línea base hasta el punto final primario (seis semanas postoperatorias). .....	138
<b>Figura 5. 10:</b> Gráfica de evolución desde línea base hasta el punto final primario para las variables secundarias de equilibrio: I) Time Up & Go Test; II) Functional Reach Test; III) Single Leg-Stance Test.....	139
<b>Figura 5. 11:</b> Gráfica de evolución desde línea base hasta el punto final primario para los cuestionarios auto-informados: KOOS-Síntomas; KOOS-Dolor y KOOS-QoL .....	140



# LISTA DE ACRÓNIMOS

ATR	Artroplastia Total de Rodilla
CMD	Cambio Mínimo Detectable
FM	Grupo Fortalecimiento Muscular
FM+S	Grupo Fortalecimiento Muscular + Sensorimotor
FRT	Functional Reach Test
KOOS	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
QoL	Quality of Life
OA	Osteoarthritis
ROM	Range of Movement
SLS	Single Leg Standing
TUG	Timed Up & Go
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index



# **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

## 1. Introducción

## 1.1 Introducción

La sociedad española se encuentra actualmente bajo un importante cambio demográfico, evolucionando hacia una población envejecida, lo que planteará grandes desafíos para los sistemas socio-sanitarios en las próximas décadas.<sup>1</sup> Uno de ellos será hacer frente a la mayor incidencia y prevalencia de las patologías asociadas al envejecimiento, siendo la osteoartritis (OA) una de las principales condiciones de estas características.<sup>2</sup>

La OA es la patología osteo-articular más frecuente y que más discapacidad genera en el adulto mayor, siendo la rodilla la articulación con mayor índice de afectación. La incidencia de la OA de rodilla oscila en torno al 12% de la población total, aumentando este porcentaje conforme avanza la edad de los individuos, llegando hasta el 33% en población mayor de 65 años.<sup>3</sup> Fisiológicamente, en la OA se produce una combinación de procesos de desgaste mecánico y de tipo inflamatorio,<sup>4</sup> cursando con los síntomas característicos de dolor, rigidez, crepitación articular y disminución de la funcionalidad.<sup>5</sup> El diagnóstico se realiza principalmente a través de la clínica del paciente, complementándose con la imagen radiológica.

Debido a la elevada prevalencia y su carácter crónico, los costes económicos que supone la OA de rodilla son elevados. Dentro de estos se incluyen tanto los gastos directos, que hacen referencia a los recursos sanitarios empleados para su tratamiento; como los indirectos: pensiones, compensaciones, disminución de la productividad, entre otros.<sup>6</sup> Las propuestas actuales para disminuir el gasto económico pasan por reducir la estancia hospitalaria y mejorar la funcionalidad y la calidad de vida de los pacientes.

Siendo la OA de rodilla una condición que afecta a una población de características muy heterogéneas, los síntomas y el avance de la misma son también variable. Así pues, la afectación del sistema propioceptivo, definido como aquel que informa de la posición

## 1. Introducción

y el movimiento de nuestro cuerpo, la pérdida de fuerza muscular, la disminución de la actividad física y el dolor persistente de rodilla son descritos en la literatura científica como factores influyentes en la aparición y avance de los síntomas de la OA de rodilla.<sup>7-9</sup>

En cuanto a las estrategias terapéuticas empleadas para el manejo de esta patología, se pueden agrupar en dos grandes bloques, que comprende: el tratamiento conservador y el tratamiento quirúrgico. El tratamiento conservador constituye la primera línea de actuación, siendo efectivo a la hora de mejorar los síntomas y la funcionalidad de los pacientes.<sup>10</sup> Distintas guías clínicas abogan por el ejercicio terapéutico como pieza central del tratamiento conservador, recomendando escoger una intensidad adecuada que permita obtener mejoras a nivel de fuerza, movilidad y capacidad cardiovascular.<sup>11,12</sup>

De las opciones quirúrgicas, la artroplastia total de rodilla (ATR) es el procedimiento habitualmente empleado para fases severas de OA de rodilla, considerándose como la técnica “*gold standard*” para estos casos. Sin embargo, a pesar de los excelentes resultados reportados por esta intervención en cuanto al alivio del dolor,<sup>13</sup> existe un importante porcentaje de pacientes que experimentan alteraciones en la función física, las capacidades sensoriales y dolor de tipo persistente meses después de la operación.<sup>14</sup> El porcentaje de pacientes intervenidos por ATR que presentan dichas alteraciones varía en función de los estudios, pero oscila en torno al 30% a los seis meses después de la operación, suponiendo además, una marcada afectación de la funcionalidad y la calidad de vida.<sup>15-17</sup>

La propiocepción de la rodilla sufre importantes afecciones durante los primeros meses postoperatorios, lo que conlleva cambios en la cinemática de la rodilla, empeoramiento del equilibrio y un aumento en el riesgo de caídas.<sup>18,19</sup> Además, según sugieren estudios

recientes, estas alteraciones pueden perdurar hasta 12 meses después de la cirugía.<sup>20</sup> Por su parte, la fuerza muscular experimenta procesos similares, exhibiendo la pierna operada niveles de fuerza de cuádriceps un 30% inferiores a los de la pierna contralateral a los tres meses después de la cirugía.<sup>21</sup> Aunque durante los siguientes meses postoperatorios se produce una recuperación progresiva en los niveles de fuerza muscular de los miembros inferiores, tal y como apuntan algunos autores, difícilmente se llegan a alcanzar los valores de fuerza de los miembros inferiores que presentan los controles sanos homólogos.<sup>16</sup>

En vista de estos acontecimientos, comúnmente se realizan programas de rehabilitación funcional como intervenciones para complementar los resultados funcionales posquirúrgicos,<sup>22</sup> siendo esta práctica, respaldada por la evidencia científica como una estrategia eficaz para mejorar la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes.<sup>23</sup> Ahora bien, existe un amplio abanico de estrategias terapéuticas que sirven como complemento a los programas convencionales de rehabilitación, que han sido investigadas científicamente y que han reportado distintas tasa de éxito.<sup>24</sup> En este sentido, la fuerza y el equilibrio han sido descritos en el contexto de la rehabilitación tras ATR como elementos clave para conseguir un adecuado estado funcional,<sup>15,16</sup> y por ello, son desarrollados en profundidad en el presente trabajo de tesis doctoral.

La fuerza muscular es una cualidad que se ve deteriorada a lo largo del avance de la OA de rodilla, siendo, además, considerada como un factor influyente en el progreso sintomático y radiológico de esta condición.<sup>7,25</sup> Asimismo, se ha descrito en la literatura que esta cualidad es modificable a través del ejercicio físico.<sup>26</sup> En este sentido, el fortalecimiento muscular es una estrategia ampliamente utilizada en todas las fases de la OA de rodilla, que goza de amplia evidencia científica,<sup>10</sup> y que también ha sido introducida en los programas pre y postoperatorios de la ATR.

## 1. Introducción

Por su parte, la OA de rodilla exacerba el deterioro del sistema propioceptivo en esta articulación, lo que conlleva una afectación del equilibrio y de la función física.<sup>27,28</sup> En las últimas décadas se está produciendo un creciente interés en estudiar aquellas intervenciones encaminadas a mejorar el funcionamiento del sistema propioceptivo y el equilibrio.<sup>29</sup> El entrenamiento sensorimotor es una técnica relativamente novedosa que persigue este fin, a partir de realizar ejercicios que estimulan la aferencia sensitiva y la creación de nuevas estrategias de activación neuromuscular.<sup>30</sup> La evidencia al respecto de esta técnica revela una mejora en el estado físico y clínico de los pacientes con OA de rodilla, al igual que estudios recientes sugirieron que esta intervención es un complemento eficaz a la rehabilitación funcional tras ATR en términos de equilibrio y funcionalidad auto-informada.<sup>23</sup> Sin embargo, todavía se dispone de poca evidencia sobre los efectos del entrenamiento sensorimotor cuando se realiza en el periodo preoperatorio a la ATR.

Por otro lado, a finales del siglo XX se empezaron a desarrollar los denominados entrenamientos preoperatorios. Consisten en programas de acondicionamiento físico, que se realizan de manera previa a la cirugía, y persiguen mejorar el estado físico y clínico de los participantes de cara a la operación, de tal forma que sirvan como complemento a la cirugía en los resultados funcionales postoperatorios.<sup>31</sup>

La evidencia científica acerca del entrenamiento preoperatoria en sujetos intervenidos por ATR es por el momento insuficiente y poco esclarecedora sobre si estos programas suponen efectos positivos en la recuperación postquirúrgica del paciente.<sup>32,33</sup> Además, diversas revisiones sistemáticas apuntan deficiencias metodológicas en los estudios y falta de uniformidad en las intervenciones, lo que dificulta la síntesis global de los resultados.<sup>34</sup> Asimismo, se carece de información sobre los efectos de estas

intervenciones en seguimientos postoperatorios a corto-medio plazo (más de un año tras ATR).

Por otro lado, tal y como se ha mencionado anteriormente, la evidencia que se tiene actualmente acerca del entrenamiento sensorimotor cuando se aplica en el preoperatorio de la ATR es todavía escasa, contando únicamente con tres estudios que aplican métodos heterogéneos en cuanto al entorno y duración de la intervención, utilizan comparadores pasivos (programas educacionales o no intervención) y que arrojan resultados postoperatorios inconsistentes.<sup>35-37</sup>

En resumen, se requiere de futura evidencia que aporte un mayor y más profundo conocimiento sobre los efectos del entrenamiento sensorimotor cuando aplicada como intervención preoperatoria a la ATR para pacientes con OA de rodilla. Así pues, la presente tesis surge con la motivación de ampliar la evidencia al respecto de este tema, a partir de estudiar los efectos derivados de una intervención experimental preoperatoria, que combina el entrenamiento de fuerza y el sensorimotor, en términos de equilibrio y la funcionalidad, en sujetos con OA de rodilla que serán intervenidos de ATR.

## 1. Introducción

# **CAPÍTULO 2: MARCO CONTEXTUAL**

## 2. Marco contextual

## **2.1 Introducción a los procesos de envejecimiento: estrategias socio-sanitarias**

En este primer apartado se expone la situación demográfica actual de la sociedad española, el creciente envejecimiento poblacional que se vive en estos momentos, así como los retos que esto supondrá en las próximas décadas. Seguidamente, se explican de manera general los cambios fisiológicos asociados al envejecimiento, centrándose en aquellos que acontecen en el sistema músculo-esquelético

### **2.1.1 Situación sociodemográfica actual**

La sociedad española, siguiendo con la tendencia de la mayoría de los países de la Unión Europea, muestra un claro envejecimiento poblacional, constituyendo uno de los cambios sociodemográficos más importantes que ha experimentado nuestro país desde inicios del siglo XX.

El fenómeno del envejecimiento poblacional, lejos de disminuir, se prevé que vaya en aumento en las próximas décadas. En 2002, un informe de las Naciones Unidas<sup>38</sup> sobre envejecimiento estimaba que España iba a ser para 2050 el país más envejecido del mundo, con una media de edad de 55,2 años, frente a los 36,2 años de la media mundial. Se prevé que, para entonces, el porcentaje de personas mayores de 65 años pase del 16,9% en el año 2010 a ser del 36,8%.

El aumento de la esperanza de vida junto con la disminución de la tasa de natalidad, son las principales causas de este proceso. De manera general, se deduce que las mejoras en las condiciones de vida actuales han propiciado que la esperanza de vida en España aumente, hasta alcanzar los 81,6 años de media en la población general,<sup>39</sup> ascendiendo hasta los 85,9 en el caso de las mujeres.<sup>40</sup> Se han propuesto diversos factores para explicar dicha tendencia, entre los cuales se encuentran los avances médicos y

## 2. Marco contextual

tecnológicos producidos en el último siglo, la mayor tasa de alfabetización, la organización del sistema sanitario y un cambio en los hábitos de vida.<sup>41</sup>

Por su parte, la disminución en la tasa de natalidad que se observa actualmente, es un problema extensible a toda Europa, pero que en nuestro territorio se experimenta de manera más profunda. Desde los años 70 se viene produciendo este fenómeno, y según algunos autores, se ve influenciado no sólo por condiciones económicas, sino también por un cambio en el rol social de la mujer y a mayores niveles de educación.<sup>39</sup>

Esta serie de cambios demográficos supondrá grandes retos a nivel socio-sanitario. Uno de los más importantes será hacer frente a la creciente incidencia de patologías degenerativas, tal y como se explicará a continuación.

### **2.1.2 Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento**

El envejecimiento es un proceso natural, dinámico y que conlleva una serie de cambios morfológicos y fisiológicos de los tejidos de nuestro cuerpo a lo largo del tiempo.

Una de las teorías más empleadas para explicar el envejecimiento humano es la del estrés oxidativo. Nuestro metabolismo energético, en función de las demandas del organismo y de factores ambientales, genera de manera continua radicales libres y de oxígeno, que pueden producir cambios oxidativos en lípidos, proteínas y en el ácido desoxirribonucleico.<sup>42</sup> Este estrés oxidativo es mayor durante el envejecimiento tanto por el aumento en la generación de radicales de oxígeno, como por la disminución de la capacidad para eliminar estos radicales.<sup>43</sup>

A nivel funcional, se puede decir que durante el envejecimiento se produce una alteración en la homeostasis de los procesos biológicos, haciendo que los tejidos sean más susceptibles a sufrir daños.<sup>43</sup> Estos cambios degenerativos afectan a todos nuestros

sistemas, observándose en el adulto mayor un deterioro funcional físico, psicológico y social.

De todos estos cambios, el presente trabajo se centra en aquellos que suceden en el aparato locomotor, entendido como aquel que realiza las funciones de movimiento, protección de los órganos internos y proporcionar una reserva para las moléculas orgánicas e inorgánicas. Para este trabajo se considera que el aparato locomotor está integrado por el sistema óseo, el sistema nervioso y el sistema muscular. La Figura 2.1 esquematiza los procesos degenerativos ocurridos en estos sistemas. Los cambios en el sistema muscular son expuestos con más detenimiento por la implicación que tiene en la presente tesis.

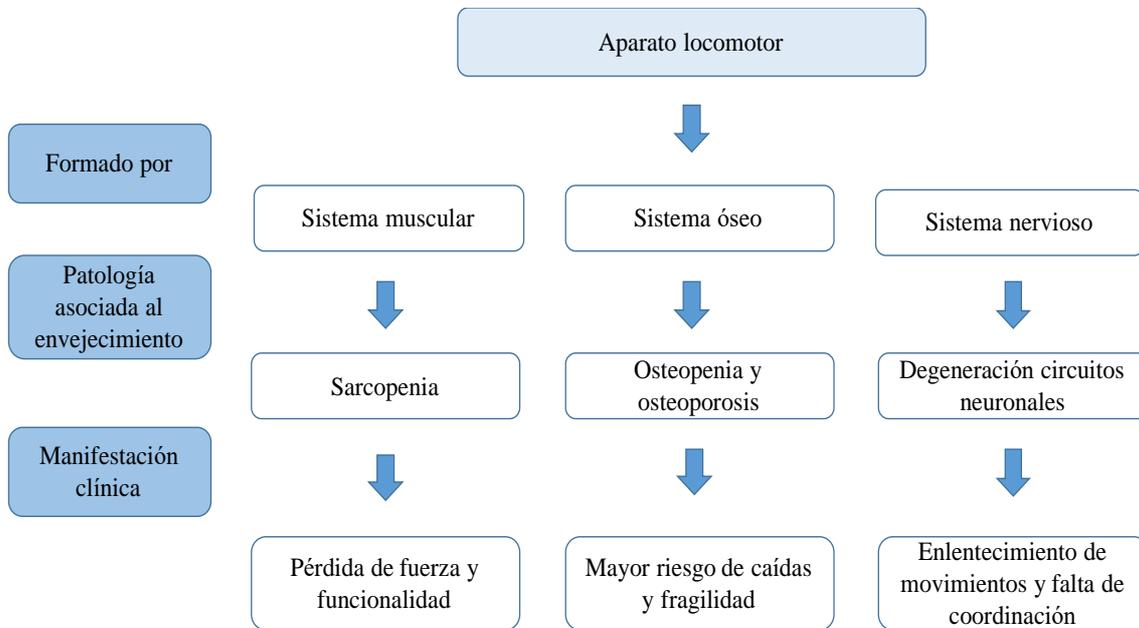
### **Envejecimiento del sistema óseo**

Los dos principales procesos asociados al envejecimiento en el tejido óseo son la osteoporosis y la osteopenia. La osteoporosis consiste en la alteración de la microestructura del hueso, lo que supone un aumento en la fragilidad de este. Por su parte, la osteopenia se define como la disminución del tejido óseo.

Ambas entidades aumentan su prevalencia conforme avanza la edad de las personas, por lo que se estima, que estas condiciones vayan en aumento en las próximas décadas.<sup>43</sup>

Diversos estudios apuntan que tanto la osteoporosis como la osteopenia están correlacionadas con el síndrome de fragilidad, que consiste en la disminución de las capacidades físicas en adultos mayores; así como también se ha observado que la osteoporosis supone un importante factor de riesgo a la hora de sufrir fracturas tras episodios de caídas banales.<sup>44,45</sup>

## 2. Marco contextual



**Figura 2.1:** Esquema de las patologías asociadas al envejecimiento en el aparato locomotor. Elaboración propia

### Envejecimiento del sistema nervioso

En este trabajo, se considera el sistema nervioso como parte del locomotor, pues es quien gobierna y rige las funciones de éste. Tanto la parte central como la periférica del sistema nervioso sufren también una serie de alteraciones degenerativas que pueden dificultar en algunos casos el desarrollo de actividades cotidianas. Clínicamente se observa un enlentecimiento de los procesos cognitivos, y pérdida de coordinación y velocidad en algunos movimientos. Fisiológicamente, lo que ocurre son cambios funcionales y bioquímicos a nivel de ciertos circuitos neuronales, pero sin que se produzca una muerte neural importante.<sup>40</sup>

Se ha evidenciado que los fenómenos de estrés oxidativo son especialmente sensibles en los tejidos neurales. Esto se debe a su alto consumo de oxígeno, su dependencia en el metabolismo aeróbico de carbohidratos y su compleja composición de lípidos de membrana.<sup>46</sup>

Además, numerosos procesos sistémicos frecuentes en población de edad avanzada también tienen consecuencias sobre el sistema nervioso. Es el caso de la diabetes mellitus, debido a que la hiperglicemia se asocia a la glicación de proteínas que aumenta los procesos oxidativos; de algunas alteraciones endocrinas, que producen la pérdida del efecto neurotrófico de varias hormonas; o la hipertensión arterial, que produce daño vascular.<sup>46</sup>

### **Envejecimiento del sistema muscular**

El sistema muscular se desarrolla progresivamente durante los primeros años de vida y alcanza su punto de máximo desarrollo entre los 20 y 30 años, cuando la fuerza, cualidad física básica, se considera en su momento óptimo. A partir de ese momento, se produce un declive gradual de esta condición, como consecuencia de alteraciones fisiológicas en el sistema muscular. Concretamente, se ha evidenciado que a partir de los 50 años se pierde en torno a un 1,5% de masa muscular cada año,<sup>47</sup> así como también se sabe que de los 20 a los 50 años se pierde entre un 30 y un 40% de la fuerza muscular.<sup>48</sup>

El músculo esquelético es aquel que se encarga del movimiento de las articulaciones. Este tipo de músculo es el más afectado por los procesos degenerativos, y acusa fenómenos de pérdida de masa muscular, infiltración grasa y de tejido conectivo, reducción del número de fibras tipo 2, denervación de las fibras motoras y una disminución del riego sanguíneo.<sup>48</sup>

A nivel científico y clínico se utiliza el término de sarcopenia para referirse a la pérdida de masa muscular como consecuencia del envejecimiento. Se estima que la prevalencia mundial de sarcopenia en personas mayores de 60 años oscila entre el 5 y 20%. Las personas de raza afroamericana, con un bajo nivel sociocultural y un elevado índice de

## 2. Marco contextual

masa corporal se han descrito como aquellas con más riesgo de sufrir esta condición.<sup>49</sup> La sarcopenia está considerada como uno de los principales problemas físicos a los que se enfrenta el adulto mayor, pues las consecuencias funcionales derivadas de ella son una disminución de la función física y la funcionalidad, así como un mayor riesgo de caídas.<sup>50</sup> Además, la sarcopenia ha sido correlacionada en estudios científicos con mayores tasas de mortalidad y morbilidad.<sup>51</sup>

Aunque se conocen varios factores asociados a la aparición de la sarcopenia, todavía no se ha podido entender a ciencia cierta su complejo mecanismo causal. La inactividad y la falta de ejercicio físico han sido descritos como importantes predictores de su aparición, y se sabe también que el ejercicio físico tiene un papel importante a la hora de revertir la situación de pérdida de masa muscular.<sup>24</sup>

### **Envejecimiento de los sistemas involucrados en el equilibrio**

Consecuencia directa de los cambios fisiológicos anteriormente descritos, en las personas de avanzada edad se observa también un deterioro de los mecanismos que gobiernan el equilibrio y el control postural estático y dinámico. El equilibrio, en el campo de la fisioterapia, se define como la capacidad que tiene el cuerpo para mantener el centro de gravedad dentro de los límites corporales, tanto en situaciones estáticas como dinámicas.

Tradicionalmente la pérdida de equilibrio por envejecimiento se ha atribuido únicamente a las alteraciones que se producían en los órganos receptores. Hoy en día, el planteamiento hacia el que se tiende es que se produce un deterioro en gran parte, o incluso en todos los elementos y procesos involucrados en el mantenimiento del equilibrio, tanto centrales como periféricos, afectando la calidad y velocidad de las acciones sensitivas y motoras que regulan el equilibrio y ayudan al control postural.<sup>52</sup>

En este sentido, se ha observado cómo la afectación del equilibrio conlleva a nivel neuromuscular una disminución de la capacidad de activación de la musculatura estabilizadora y peores estrategias de control motor.<sup>53</sup> Las manifestaciones clínicas y físicas de esta alteración comprenden, entre otras: dificultad para mantener estable el centro de gravedad, enlentecimiento del patrón de marcha y una posición de anteriorización de la cabeza.<sup>54</sup> Otra de las consecuencias con mayor impacto clínico de la afectación del equilibrio es el aumento del riesgo de sufrir caídas.<sup>55</sup> Las caídas están consideradas como uno de los eventos con mayor relevancia clínica, tanto por el gasto sanitario que supone, como por su incidencia en el aumento de la mortalidad y morbilidad, como también ser un predictor de fragilidad y pobre capacidad funcional.<sup>45</sup> Según estudios epidemiológicos, la incidencia de caídas a lo largo de un año en personas mayores de 65 años es del 30%.<sup>56</sup>

Asimismo, se ha visto como el equilibrio en personas mayores es susceptible a cambios a través del ejercicio físico, gracias a la plasticidad de nuestro sistema nervioso central.<sup>57</sup>

Más allá de la pérdida de equilibrio de tipo degenerativa que se produce en todos los individuos, existen determinadas lesiones y patologías que pueden afectar más gravemente a este aspecto, como es el caso de las patologías osteo-articulares asociadas al envejecimiento.<sup>58</sup>

### **2.1.3 Patología osteo-articular asociada al envejecimiento**

El conjunto de procesos degenerativos del aparato locomotor que se acaban de explicar da pie a una serie de patologías comunes en el adulto mayor. Factores genéticos, ambientales y conductuales determinan tanto que estos procesos sean más acentuados en unos sujetos que en otros, como que un mismo sujeto, se afecte más un tejido u

## 2. Marco contextual

otro.<sup>59</sup>

De todos los elementos que componen el aparato locomotor, el sistema osteo-articular (cartílago, cápsula articular, meniscos, entre otros) es posiblemente uno de los más afectados durante el envejecimiento.<sup>60</sup> La patología osteo-articular asociada al envejecimiento es una de las más prevalentes en España, con tasas de incidencia y morbilidad similares las de la patología cardiovascular o neurológica.<sup>61</sup> De facto, en una encuesta sobre salud llevada a cabo en España, se observó que estaba dentro de las cinco patologías que más discapacidad generan en la población adulta. Además, en base a los datos sobre envejecimiento poblacional de nuestro país, se prevé que la prevalencia aumente en los próximos años.<sup>61</sup> Consecuentemente, los recursos socio-sanitarios que va a requerir también se van a incrementar, por lo que esta condición se ha convertido en una prioridad para los sistemas de salud pública en muchos países. Así pues, las Naciones Unidas y la Organización Mundial para la Salud nombraron el periodo comprendido entre el año 2000 al 2010 como la década del Hueso y la Articulación (“Bone and Joint Decade”), con el objetivo de incrementar la investigación sobre esta temática.

A nivel osteo-articular, el envejecimiento se considera como la acumulación de ciclos de carga a lo largo de la vida de una articulación.<sup>62</sup> Esta carga continuada genera microtraumatismos sobre el cartílago y la matriz extracelular, conllevando una falta de integridad y funcionalidad de los tejidos.<sup>63</sup> Al conjunto de procesos degenerativos articulares, acompañados de sintomatología, se le conoce bajo el término clínico de osteoartritis.

La osteoartritis es el tipo más frecuente de patología osteo-articular, con una gran incidencia en el adulto mayor. En los próximos apartados se expone detenidamente en qué consiste esta patología, su sintomatología y los costes socio económicos que

conlleva.

### **2.2 Osteoartritis de rodilla**

En este apartado se define el concepto de osteoartritis, así como también se aborda la epidemiología de esta condición, observándose la rodilla como la articulación más frecuentemente afectada por esta condición. A continuación se explica la sintomatología más habitual, los principales factores de riesgo que se han descrito en su aparición, las perspectivas fisiopatológicas más actuales, y por último, los importantes costes socioeconómicos que supone esta patología.

#### **2.2.1 Introducción al concepto de osteoartritis**

La artrosis, también conocida como osteoartritis por traducción literal del vocablo anglosajón “osteoarthritis”, es un proceso patológico de degeneración articular, que afecta tanto al cartílago articular, como a otras estructuras articulares y peri-articulares. Tradicionalmente, la OA se ha considerado como un proceso de degeneración puramente mecánica, aunque hoy en día la tendencia es a considerarla una combinación de factores predisponentes (genéticos), de desgaste mecánico y de tipo inflamatorio.<sup>64</sup> La OA es la patología articular más frecuente, siendo además la principal causa de discapacidad en el adulto mayor. Según, el estudio del Global Burden of Disease 2010, la OA de rodilla y cadera fue categorizada como el onceavo contribuyente a la discapacidad global;<sup>6</sup> en este mismo estudio también se presenta como la una de las cinco patologías que mayor coste económico supone en Europa, y una de las cuatro condiciones músculo-esqueléticas más prevalentes.

#### **2.2.2 Epidemiología**

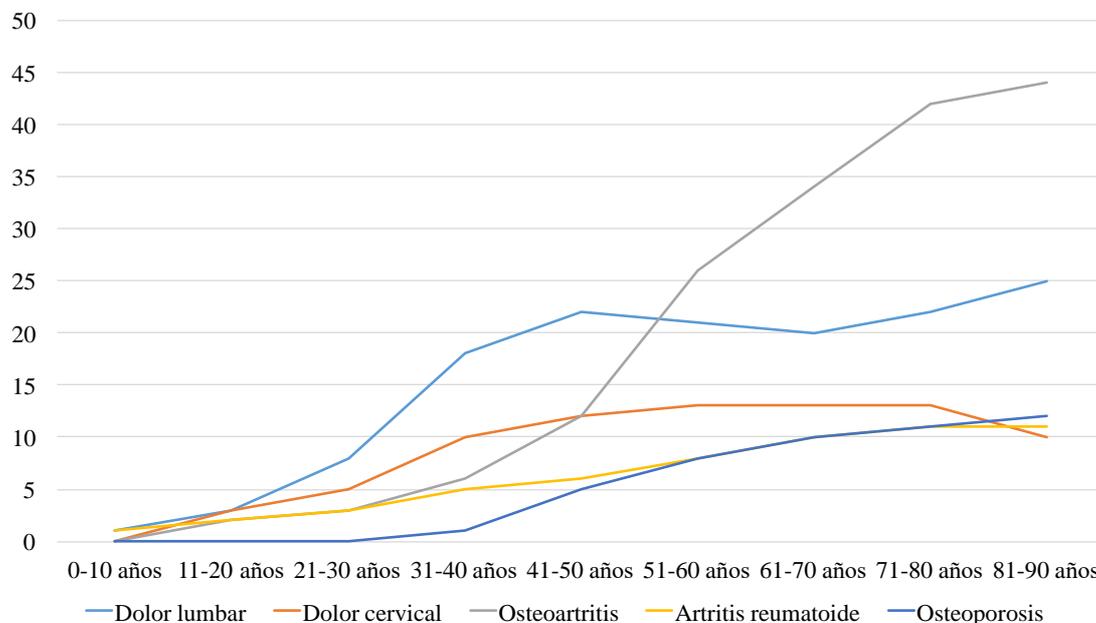
La incidencia de la OA varía en función de si se hace referencia a la enfermedad

## 2. Marco contextual

radiográfica o sintomática. La OA radiográfica tiene en cuenta los cambios degenerativos que son objetivables con radiografía, sin necesidad que se acompañen de síntomas clínicos. Estos cambios empiezan a ser evidentes a partir de los 45 años de edad, y su prevalencia varía en torno al 35% y al 40% de la población según los estudios y en función de la edad.<sup>65</sup> Al tratarse de una enfermedad de carácter degenerativo, la prevalencia aumenta conforme avanza la edad de los pacientes, alcanzando su pico a los 70-80 años en el caso de la OA de rodilla y de cadera. Estos datos suponen que la OA se convierta en la patología músculo-esquelética más prevalente del adulto mayor, por delante de otras como el dolor de espalda o el dolor cervical, tal y como se ha hallado en el estudio de Palazzo *et al.*<sup>66</sup> que queda ilustrado en la Figura 2.2.

Sin embargo, en otras zonas como la mano, no siempre se observa una mayor prevalencia conforme avanza la edad de los individuos. Al respecto, en la literatura científica existen discrepancias sobre si en este tipo de OA se produce un aumento de la prevalencia en relación con el envejecimiento; o bien, la mayor tasa de prevalencia corresponde a la franja de edad comprendida entre los 50 y los 55 años, coincidiendo en las mujeres, con la aparición de la menopausia.<sup>67</sup>

En cuanto a la distribución por género, los estudios no arrojan resultados homogéneos al respecto. Algunos trabajos sugieren que en mujeres se da tanto una mayor prevalencia como una mayor severidad de los síntomas,<sup>68</sup> mientras que otras investigaciones apuntan diferencias no significativas entre ambos sexos.<sup>69</sup> Por otro lado, según lo expuesto por una revisión de 2014 sobre la incidencia global de la osteoartritis, la media de mujeres con respecto a la población total que presentan signos de OA es del 4,3%, mientras que la de los hombres es del 2,8%, recogiendo diferencias significativas.<sup>6</sup>



**Figura 2.2:** Prevalencia de diversas patologías músculo-esqueléticas según rango de edad. Modificado de Palazo *et al.* (2014)

También se ha sugerido que las diferencias entre sexos se dan por edades. Por debajo de los 50 años de edad, la OA es más frecuente en hombres, así como a partir de este momento, existe una mayor prevalencia de OA de mano, rodilla y tobillo en mujeres.<sup>67</sup> En cuanto a la cadera, los estudios parecen indicar que la osteoartritis es más frecuente en el sexo masculino.<sup>39</sup>

### 2.2.3 Mapa epidemiológico

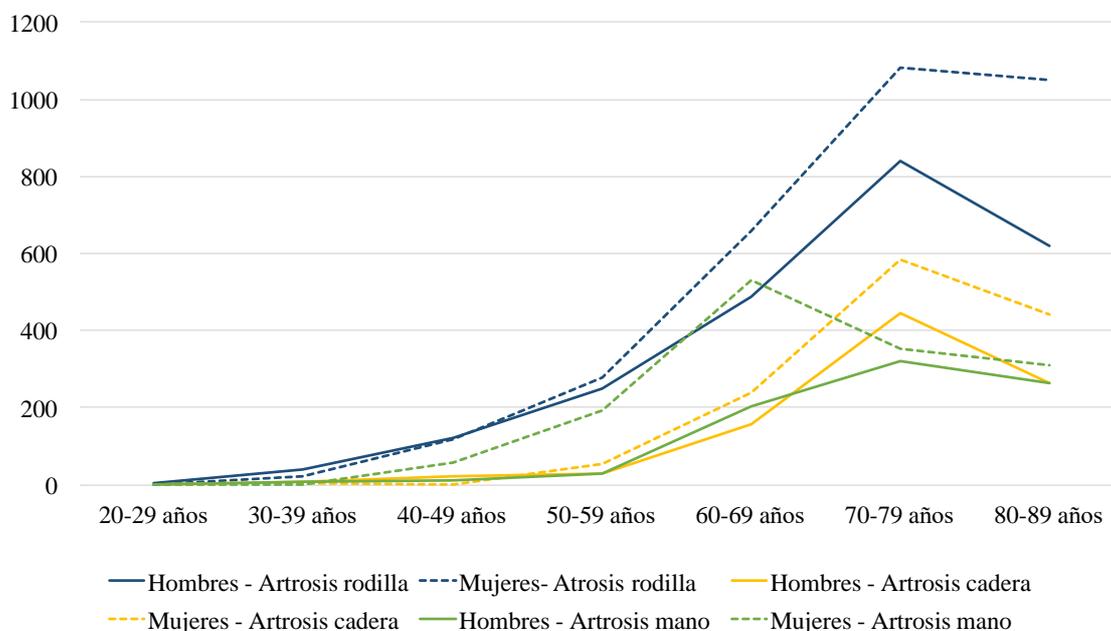
Por regiones, la OA con mayor prevalencia es aquella que acontece en la articulación de la rodilla, siendo también la que supone un mayor número de visitas al especialista.<sup>67</sup> Según un estudio llevado a cabo en el Reino Unido, la mitad de las visitas médicas que se realizan en relación con la osteoartritis se deben a la OA de rodilla.<sup>70</sup> La cadera y la mano son las regiones que disputan el segundo puesto a la hora de ser la articulación con mayor prevalencia, variando en función del rango de edad de los pacientes. En este sentido, se ha observado que en personas menores de 70 años, la OA de mano es más

## 2. Marco contextual

común que la de cadera, pero una vez superada esa edad, la incidencia de la OA de cadera es mayor.<sup>6</sup> Otros tipos de OA como la de columna o tobillo serían las siguientes en el *ranking*, aunque con tasas de afectación mucho menores a las de las tres articulaciones mencionadas. La Figura 2.3 muestra la ratio de incidencia por regiones y sexos.

Siendo la rodilla la articulación más frecuentemente afectada por esta condición, de ahora en adelante el presente trabajo se centra en detallar la epidemiología de la OA de esta región. Se estima que la prevalencia de la OA de rodilla sobre la población general oscila entre el 6 y el 10%.<sup>66</sup> Estas cifras aumentan conforme avanza la edad de los individuos, así como también se ha reportado que la tasa de prevalencia es mayor en zonas rurales que en urbanas.<sup>71</sup> También se observan diferencias entre continentes, ya que mientras EEUU estima una tasa del 12%,<sup>72</sup> se ha visto cómo esta es mucho menor en países asiáticos, lo que se atribuye tanto a factores genéticos como de tipo ambiental y conductual.<sup>73</sup> Con respecto a los datos epidemiológicos en España, se estima una prevalencia de entorno al 10% y con una ratio de incidencia de 6,5/1.000 personas por año.<sup>3,62</sup> Asimismo, estos datos deben ser interpretados con cautela, ya que tal y como señalan algunos autores, es necesario que los estudios detallen mejor los criterios de diagnósticos de la OA empleados en cada caso.

Otro punto no exento de controversia y de debate con respecto al mapa epidemiológico de la OA es acerca de si debe considerarse esta condición como una patología local o sistémica. Bien es cierto que en el caso de la OA de rodilla y de cadera puede haber factores de riesgo comunes, de tipo biomecánico, pero el grado de interrelación de estos factores es diferente para cada articulación, siendo este un argumento en el que se basan algunos autores para considerar la OA como una condición local.<sup>74</sup>



**Figura 2.3** Ratio de incidencia de la osteoartritis según región y sexo por cada 100.000 personas-año. Modificado de Oliveria *et al.* (1995)

Por otro lado, existen factores genéticos que predispondrían de manera sistémica a sufrir signos de desgaste articular en varias articulaciones, apoyando así la teoría de la visión generalizada de la osteoartritis.<sup>75</sup> Aunque otros autores prefieren dividir la osteoartritis en función precisamente de si es primaria o secundaria. Por primaria se entiende que es aquella que no tienen causa conocida y se atribuye a factores genéticos; por el contrario, las secundarias es cuando la causa es conocida y suelen ser de naturaleza mecánica.<sup>76</sup>

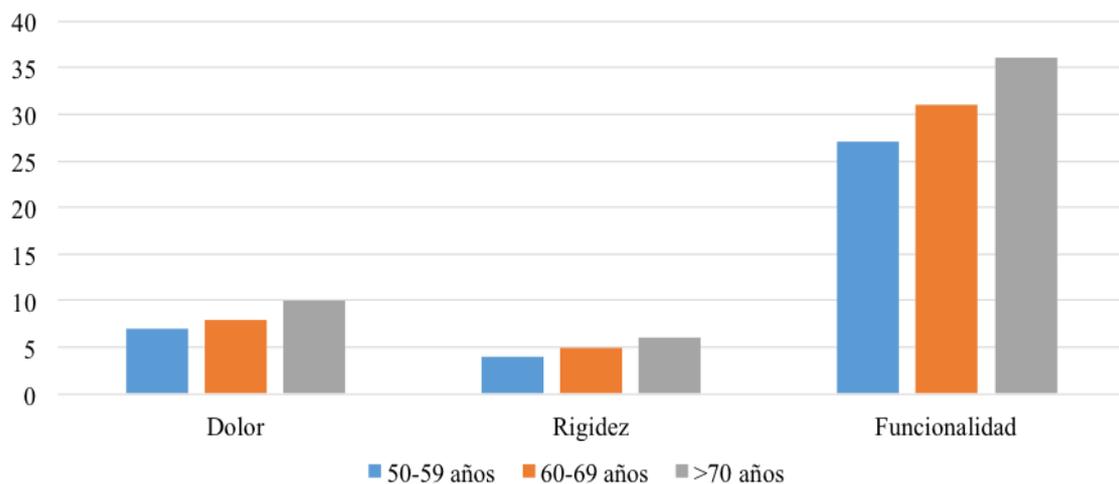
#### 2.2.4 Clínica

La American College of Rheumatology define la osteoartritis como un síndrome clínico, propio de adultos mayores, que cursa con dolor de rodilla, rigidez matutina y crepitación articular.<sup>5</sup> La pérdida de funcionalidad, manifestado como la dificultad observada a la hora de realizar actividades cotidianas, es otro de los rasgos característicos de esta condición. La gravedad e intensidad de la sintomatología suele ir en aumento conforme avanza de los pacientes, tal y como se muestra en la Figura 2.4

## 2. Marco contextual

La imagen radiográfica ha sido tradicionalmente la principal herramienta diagnóstica para la OA, ya que se pueden apreciar fácilmente signos propios de esta patología como es el estrechamiento del espacio articular, la esclerosis del hueso subcondral y la formación de osteofitos.<sup>77</sup> Según estos hallazgos, la OA de rodilla se puede dividir según la zona que esté más afectada: patología del compartimento tibio-femoral interno, patología del compartimento tibio-femoral externo y patología de la articulación femoro-patelar. Una de las clasificaciones radiológicas más usadas es la escala de Kellgren & Lawrence, la cual clasifica la OA de rodilla en cuatro grados según la cantidad de zonas afectadas que existan, lo que determina la gravedad de la condición. En la Figura 2.5 se muestra un ejemplo de aplicación de esta escala según las imágenes radiológicas.

Paralelamente al estudio radiológico, lo recomendable es medir también las capacidades funcionales y la calidad de vida de los sujetos con OA de rodilla.



**Figura 2.4:** Puntuaciones derivadas del cuestionario Western Ontario & McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) referentes a los apartados de dolor, rigidez y funcionalidad, en función de la edad de los pacientes. Modificado de Bernad-Pineda et al. (2014).

Esta evaluación cobra todavía más importancia si se tiene en cuenta la discrepancia que puede existir entre la percepción de salud que tienen los doctores y la que tiene el propio paciente en referencia al estado de salud postquirúrgico del paciente. Según Janse *et al.*<sup>78</sup> los pacientes de larga estancia perciben aspectos emocionales relacionados con la calidad de vida de manera diferente a la que lo hacen sus doctores.

Por eso mismo, existe un creciente interés en usar cuestionarios auto-informados, que reflejen las percepciones de salud y el grado de satisfacción de los pacientes. Un estudio llevado a cabo en 2007 encontró que tanto el dolor como la funcionalidad auto-informada son importantes factores determinantes de la satisfacción post-quirúrgica en pacientes intervenidos por quirúrgicamente de OA de rodilla.<sup>79</sup>

Así pues, la evidencia actual indica que el diagnóstico no debe basarse sólo en pruebas de imagen, sino que éstas deberían servir de apoyo y de información complementaria a la clínica del paciente. Esta asunción se fundamenta en varios factores: primero, la falta de relación que a veces se observa entre los hallazgos radiológicos y los síntomas del paciente, tal y como ha sido descrito científicamente en algunos artículos;<sup>80</sup> y por otro lado, lo que recomiendan las guías clínicas actuales es que las decisiones terapéuticas se fundamenten según los síntomas del paciente y sus capacidades funcionales y vayan encaminadas a mejorar estos aspectos.<sup>81</sup>

## 2. Marco contextual



**Figura 2.5:** Imágenes radiológicas de los cuatro estados de la Osteoartritis de rodilla según la escala Kellgren & Lawrence (1998).

### 2.3.5 Fisiopatología

Tradicionalmente se ha considerado la OA como una patología puramente mecánica, siendo a partir de década de los 70, cuando, gracias entre otros, al doctor George Ehrlich, se empezó a contemplar el papel de la inflamación dentro de la fisiopatología de esta lesión.<sup>82</sup>

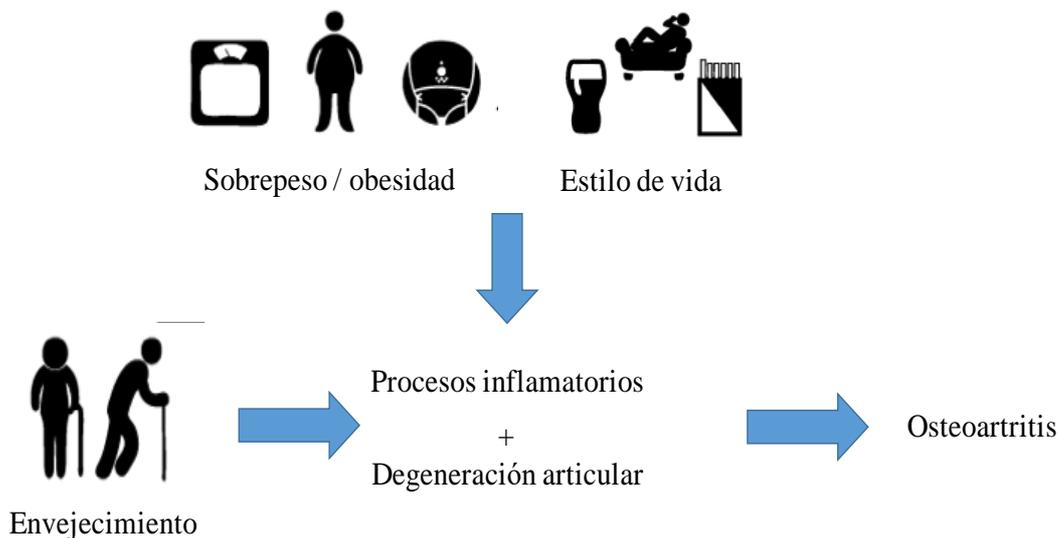
Posteriormente a estos hallazgos iniciales, se han llevado a cabo estudios que prueban la presencia de sustancias pro-inflamatorias, tales como: interleuquinas, factores de necrosis tumoral alfa (TNF alfa) y otros mediadores pro-catabólicos que alteran el metabolismo de los condrocitos.<sup>83</sup>

Por otro lado, el sobrepeso y la obesidad, así como un estilo de vida poco saludable, contribuyen a una mayor proliferación de sustancias pro inflamatorias relacionado con la osteoartritis,<sup>84</sup> tal y como se muestra de manera esquemática en la Figura 2.6.

La degeneración del cartílago articular sea quizás el rasgo más característico de la osteoartritis y el más estudiado. La falta de vasos sanguíneos y la alta proporción de matriz extracelular hacen del cartílago un tejido difícil de reparar.<sup>85</sup> Es por ello que las intervenciones farmacéuticas usadas habitualmente para ralentizar la degeneración del cartílago pasan por mejorar la circulación sistémica.<sup>5</sup>

Por su parte, la membrana sinovial sufre un proceso de fibrosis, conllevando dolor, sobre todo por la noche, rigidez matutina y efusión. Los factores de crecimiento del tejido conectivo, concretamente los TGF- $\beta$  y los TIMP1, son los elementos involucrados en la cascada de procesos de inflamación y fibrosis de la membrana.<sup>85</sup> La consecuente sinovitis ha sido sugerida por algunos estudios como un factor de riesgo y perpetuación de los síntomas en la OA de rodilla.<sup>86</sup>

El hueso subcondral, que sufre un proceso de engrosamiento y formación de osteofitos, es considerado como un rasgo secundario de OA, pero se ha visto que es uno de los hallazgos más precozmente detectables, y que en ocasiones, supone un factor determinante de la evolución de la OA.<sup>87</sup> Respecto a los meniscos, la degeneración de estas estructuras, con las consecuentes roturas parciales, son también consecuencia del proceso de desgaste de la rodilla, y sucede muchas veces de manera paralela a la OA. A partir de los 50 años, el porcentaje de sujetos con roturas parciales de meniscos es del 37%, aunque bien es cierto que un gran porcentaje de estas son asintomáticas.<sup>88</sup>



**Figura 2.6:** Papel de la inflamación en la osteoartritis de rodilla. Modificado de Mobasheri *et al.* (2014).

## 2. Marco contextual

### 2.3.6 Causas y factores de riesgo

En cuanto a la causa de OA de rodilla, el tema se plantea desde un punto de vista multifactorial, sabiendo que existe una serie de factores genéticos, ambientales y conductuales. De la interrelación de estos dependerá la aparición y acentuación del desgaste articular. En una revisión llevada a cabo por Reid *et al.*<sup>89</sup> se identificaron hasta 14 factores, tanto intrínsecos como extrínsecos, influyentes en el desarrollo de esta patología. Según estos autores, las posiciones mantenidas de ponerse de cuclillas y de rodillas fueron descritas como los factores más predisponentes. Concretamente, estar más de dos horas al día en esta postura se relaciona con el doble de posibilidad de sufrir OA de rodilla moderada-severa.

Las lesiones articulares que se puedan padecer durante la etapa de adulto joven, la mayoría de ellas desarrolladas en el ámbito deportivo, también han sido consideradas como un factor de riesgo en la aparición de OA de rodilla, suponiendo un aumento de 3,8 veces en la probabilidad de desarrollar esta condición.<sup>90</sup> Según apunta Englund,<sup>88</sup> de los sujetos que han sufrido una lesión de menisco, bien de manera aislada o en combinación con rotura del ligamento cruzado anterior, el 33% de ellos desarrollará signos radiológicos prematuros de OA de rodilla en un plazo de 10 años. Además, al cabo de los 20 años, el porcentaje aumenta hasta el 50%.<sup>91</sup> Se piensa que la afectación del menisco y del ligamento cruzado anterior, al ser estructuras con un importante función estabilizadora de la rodilla, puede suponer un aumento del estrés mecánico al que está sometido el cartílago articular, debido a una peor distribución de la carga y una menor absorción de impactos.<sup>88</sup> Sin embargo, los resultados obtenidos por estudios de laboratorio sugiere que no está del todo claro cómo responde el cartílago antes el estrés, ya que se observó que este parece experimentar un proceso de adaptación a la carga, aumentando su resistencia a la degeneración.<sup>92,93</sup>

Por otro lado, según se deduce de lo obtenido por diversas investigaciones, las roturas meniscales de tipo horizontal, que acontecen especialmente en el rango de los 50-60 años de edad, son roturas de tipo degenerativas, que se acompañan en un importante porcentaje de los casos de signos de desgaste articular en la rodilla, por lo que deberían considerarse como un signo más de la OA de rodilla.<sup>67</sup>

Se piensa que las lesiones de los meniscos o del ligamento cruzado anterior, al comprometer la estabilidad de la rodilla, pueden suponer un aumento del estrés por contacto del cartílago, debido a una peor distribución de la carga y una menor absorción de impactos. Sin embargo, no parece estar del todo claro cómo responde el cartílago frente al aumento de carga. Mientras los estudios de laboratorio sugieren que el cartílago sufre un proceso de adaptación, los estudios clínicos parecen indicar que el aumento de carga supone que el cartílago se degenera.<sup>92,93</sup>

Otras lesión que se ha sugerido que está relacionadas con la aparición de la OA de rodilla es la necrosis del cóndilo femoral, que consiste en la muerte de tejido celular en esta zona por falta de aporte sanguíneo.

La obesidad también ha sido tradicionalmente descrita como un factor predisponente para la OA. En un estudio llevado a cabo por Grazio *et al.*<sup>94</sup> se encontró una relación lineal entre el índice de masa corporal y la incidencia de la OA, así como entre la ganancia de peso y el aumento de la carga articular. Se estima que un 20% de los casos de OA de cadera y un 69% de los de OA de rodilla tiene como causa coadyuvante la obesidad.<sup>69</sup> La revisión sistemática sobre la incidencia global de la osteoartritis llevada a cabo en 2014 corroboró esta relación y apunta que la creciente tasa de obesidad infanto-juvenil también puede suponer un aumento en la incidencia de esta patología en las próximas décadas.<sup>6</sup> Se cree que esta relación se debe no sólo a un tema mecánico, sino

## 2. Marco contextual

también de tipo metabólico. Se ha visto que el exceso de tejido adiposo produce factores tumorales que alteran el metabolismo del cartílago articular. Se ha postulado que el sistema de leptina (hormona reguladora del apetito) podría ser un vínculo entre las anomalías metabólicas en la obesidad y un mayor riesgo de osteoartritis.<sup>95</sup>

Los factores genéticos también influyen en la aparición y desarrollo de OA, sobre todo en la OA de columna, mano y cadera, y en menor medida en rodilla o en OA generalizada.<sup>96</sup>

A pesar de que en el desarrollo de la osteoartritis se estima que la contribución de la genética es entorno al 65%, pocos han sido los genes detectados claramente como susceptibles para desarrollar la condición. De los que parecen guardar algún tipo de relación, son en su mayoría genes que codifican para componentes de la matriz extracelular, para proteínas reguladoras del anabolismo o catabolismo de la matriz extracelular y para mediadores inflamatorios.<sup>97</sup> Uno de los genes que más parece predecir más la presencia de osteoartritis es el GDF-5. Este gen está relacionado con el desarrollo del esqueleto, la condrogénesis, la formación de las articulaciones diartroideas y en los procesos de reparación del hueso y el cartílago.<sup>98</sup>

En personas europeas, parece existir otros seis genes, albergados en el cromosoma 7q22 que guardan algún tipo de relación con la OA de rodilla. De entre estos seis genes, el HBP1 es el que ha demostrado ser más predictivo en OA, aunque con valores menores que el GDF-5.<sup>99</sup> Sin embargo, estos resultados no han podido ser replicados en estudios con poblaciones chinas, lo que también da a entender de la variabilidad de la influencia genética en función de la raza. Por su parte, el gen IGF3 y el ALDH1A2 parecen ser los más fuertemente relacionados con el desarrollo de OA de cadera y mano respectivamente.<sup>100</sup> La Tabla 2.1 recoge un resumen de los factores de riesgo de la OA de rodilla.

### 2.3.7 Costes socio-económicos

Los costes socio-económicos derivados de la OA son elevados, así como se deben tener en cuenta tanto los gastos directos como los indirectos que supone esta condición. Por gastos directos se entiendo que son aquellos derivados de los servicios médicos empleados en el manejo de la condición: personal sanitario, equipamiento e intervenciones médicas, medicación; así como los indirectos hacen referencia al conjunto de pensiones, compensaciones laborales, disminución de la productividad y absentismo de la productividad consecuencia de los problemas de salud ocasionados por la OA de rodilla. Así pues, según estimaba una revisión sistemática reciente, el coste económico de la OA de rodilla puede suponer hasta el 0,5% del producto interior bruto de un país.<sup>101</sup> Además, se ha evidenciado que los mayores costes económicos guardan relación con niveles elevados de dolor, bajo grado de funcionalidad y pobre calidad de vida.<sup>60</sup> Por otro lado, White *et al.*<sup>102</sup> encontraron que del gasto económico en medicación de los pacientes con OA, sólo un 15% de éste se atribuye a medicación para el dolor, siendo mayor el consumo de antidepresivos y somníferos.

**Tabla 2. 1:** Cuadro resumen de los factores de riesgo en osteoartritis de rodilla

Factor de riesgo	Descripción
<b>Posiciones mantenidas</b>	Posiciones repetitivas o mantenidas de ponerse de cuclillas y arrodillarse -> Mayor riesgo
<b>Lesiones articulares previas</b>	Lesión del ligamento cruzado anterior y menisco -> Mayor riesgo Fractura meseta tibial Necrosis del cóndilo femoral Lesiones osteocondrales
<b>Obesidad</b>	Mayor riesgo
<b>Genética</b>	Gen GDF-5 parece ser el más influyente

## 2. Marco contextual

El hecho de que más de la mitad de la medicación era para otras prescripciones médicas, lo que da entender que en muchas ocasiones, el paciente con OA se trata de un paciente polimedicado, y con una respuesta baja a los fármacos.<sup>102</sup>

Según este mismo estudio, en EEUU, un paciente de OA supone un coste medio de 16.000\$ sólo en gastos directos. Los costes se ven aumentados si la OA es severa, el paciente requiere de operación quirúrgica y rehabilitación postoperatoria, el periodo hospitalario se alarga, o existen comorbilidades, pudiendo llegar a los 20.000\$ por cada paciente. Sobre los costes indirectos de la OA, los datos son más heterogéneos.<sup>65</sup>

La mayoría de este tipo de estudios se han llevado a cabo en el continente norteamericano. En España, el estudio llevado a cabo por Loza *et al.*<sup>2</sup> en 2008 apunta que las enfermedades reumáticas son las que, en comparación con otras patologías crónicas, suponen mayores costes para la sociedad, por su elevada prevalencia y su afectación en la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes. Además, se estima que estos costes vayan en aumento en las próximas décadas, debido al envejecimiento poblacional y la mayor prevalencia de la patología. Las propuestas para reducir este gasto pasan por disminuir la estancia hospitalaria y mejorar la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes.

### **2.3 Tratamiento conservador de la osteoartritis de rodilla**

En este apartado se exponen las bases del tratamiento conservador en osteoartritis de rodilla, considerado como primera línea de actuación terapéutica y siendo suficiente en algunos casos para conseguir un adecuado manejo de los síntomas y un correcto mantenimiento de la funcionalidad. El ejercicio físico es la pieza central de este grupo de terapias, existiendo amplia evidencia científica que respalda su efectividad a la hora

de mejorar la sintomatología de la condición. A su vez, este se complementa de tratamiento farmacológico, ayudas técnicas y otras medidas analgésicas.

### 2.3.1 Generalidad y evidencia científica

El tratamiento conservador constituye la primera línea terapéutica de la osteoartritis y es el más adecuado para casos de OA leve y moderada. Se entiende por tratamiento conservador el conjunto de estrategias terapéuticas no quirúrgicas que tienen como objetivo mejorar la sintomatología y la calidad de vida de los pacientes con OA de rodilla. El ejercicio físico, el tratamiento farmacológico, los programas educativos, el uso de ayudas ortopédicas y otras medidas analgésicas son las principales propuestas de actuación del tratamiento conservador. En muchos casos, las estrategias de tratamiento conservador son suficientes para manejar esta condición, demorando y en algunos casos evitando así la opción quirúrgica.<sup>103</sup>

Durante las últimas décadas, se ha publicado gran cantidad de material científico sobre técnicas conservadoras para el manejo de la OA de rodilla en forma de ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y guías clínicas. También existen organismos y grupos de investigaciones especializados en el manejo de la OA, como es el caso de la Osteoarthritis Research Society International<sup>104</sup> (OARSI), organismo que reúne un gran número de expertos en la materia, y que periódicamente publica revisiones bibliográficas y guías de recomendación clínica para la OA. En su última edición, publicada en 2018, sigue abogando por el ejercicio terapéutico como elemento central del tratamiento conservador, recomendando escoger una dosis adecuada que permita mejoras a nivel de fuerza, movilidad y capacidad cardiovascular. Esta edición de la guía propone además los programas educativos y la intervención cognitivo-conductual en grupo para mejorar la calidad de vida y la funcionalidad de los pacientes.<sup>81</sup>

## 2. Marco contextual

La National Institute for Health and Care Excellence es otro ejemplo de Instituto de Investigación en Salud, en este caso no específico de la OA, pero que en su edición de 2014 recoge recomendaciones clínicas y grados de evidencia sobre el tratamiento en OA de rodilla. Entre estas recomendaciones se encuentran la educación al paciente y el acceso a la información referente a su condición, programas de fortalecimiento, ejercicio aeróbico y programas de pérdida de peso en los casos en los que se necesaria.<sup>105</sup>

La gran cantidad de material científico publicado en los últimos años al respecto facilita la tarea de realizar una práctica basada en la evidencia, al mismo tiempo que permite estar constantemente actualizado sobre los nuevos hallazgos y recomendaciones.

### **2.3.2 Ejercicio físico**

El ejercicio físico se erige como pieza principal del tratamiento conservador. Sabiendo del carácter crónico e irreversible de la OA, el ejercicio físico es un aliado perfecto para mantener niveles de funcionalidad adecuados y reducir el dolor durante el progreso de la patología. Una revisión Cochrane de 2014 avala el uso del ejercicio físico a la hora de disminuir el dolor y mejorar la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes, basándose en evidencia de alta calidad, considerando improbable un cambio de las conclusiones al respecto por la alta calidad metodológica de los estudios incluidos.<sup>11</sup> Además, otra revisión del 2015 considera que estos beneficios son superiores o comparables a los conseguidos por los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs).<sup>106</sup>

En este sentido, se aprecia que los efectos clínicos del ejercicio físico en la OA de rodilla están ampliamente demostrados, habiendo autores como Albert Bricca y Ewa Roos<sup>107</sup> que argumentan que ya no son necesarias más investigaciones sobre los efectos del ejercicio físico en el tratamiento conservador de la OA de rodilla, y que futuras

investigaciones podrían dirigirse a diseñar estrategias que mejoraran el cumplimiento y la adherencia a los programas de entrenamiento

En la literatura científica se puede hallar una gran variedad de tipos de ejercicio físico que han sido aplicados en el contexto de la OA de rodilla.

Existen intervenciones de ejercicio físico generalistas, como el ejercicio de tipo aeróbico, donde la terapia no se centra en mejorar de manera específica la rodilla, sino que se busca una mejora física general, incremento de la capacidad cardio-pulmonar y mejora sobre el procesamiento del dolor.<sup>108</sup> Este técnica, que se utiliza un múltiples condiciones ha demostrado que también puede ser efectiva en el tratamiento de la OA de rodilla.<sup>109</sup>

De las estrategias centradas específicamente en la región de la rodilla, el fortalecimiento muscular sea quizás una de las más usadas en la práctica clínica, y consiste en la ejecución de ejercicios que solicitan un trabajo del tejido muscular para que se produzcan cambios en su anatomía y fisiología. Una meta-análisis llevado a cabo en 2013 demostró resultados favorables a esta intervención con un tamaño de efecto moderado a la hora de reducir el dolor y mejorar la capacidad funcional de los participantes.<sup>110</sup> Pelland *et al.*<sup>111</sup> en su revisión sistemática de 21 artículos, encontraron resultados muy similares a los anteriores, sugiriendo que los ejercicios de fuerza se encuentren siempre presente en los programas de rehabilitación de OA de rodilla, junto con otras técnicas como la terapia manual o el entrenamiento aeróbico. Asimismo, se recomendó tanto el fortalecimiento específico de un grupo muscular, como el fortalecimiento sistémico del cuerpo, sin demostrar que uno sea superior sobre el otro.

Otras investigaciones llevaron a cabo intervenciones de ejercicio acuático. Con este tipo de ejercicio se busca mejorar el equilibrio, trabajar la musculatura del tronco y

## 2. Marco contextual

miembros inferiores, a la par que se aprovechan los efectos analgésicos del agua caliente. Según una revisión sistemática llevada a cabo por Bartels *et al.*,<sup>112</sup> se trata de una terapia efectiva para sujetos con OA de rodilla y de cadera.

También hay estudios que proponen emplear aparatos de electro-estimulación para mejorar la activación muscular. Con respecto a la evidencia de esta técnica, las revisiones sistemáticas no son concluyentes, ya que los últimos estudios apuntan que la electro-estimulación no añadía ningún beneficio adicional a la hora de trabajar la fuerza en pacientes con OA de rodilla.<sup>113,114</sup>

Existen estudios que proponen también realizar el ejercicio físico en grupo. De este modo, se busca añadirle un componente lúdico-social y dotar de mayores beneficios psicológicos al ejercicio físico habitual. Desde un punto de vista económico, se persigue disminuir costes agrupando pacientes con características similares para hacerles una intervención común. La literatura científica indica que los resultados obtenidos con esta terapia parecen ser similares a los que se consiguen con tratamientos individuales.<sup>115</sup>

### **2.3.3 Medidas analgésicas no farmacológicas**

El dolor es uno de los principales síntomas de la OA de rodilla, siendo también, el principal motivo de consulta al especialista. Reducir los niveles de dolor es otro de los objetivos primarios del tratamiento conservador. Para ello es común en la práctica clínica el uso de medidas analgésicas no farmacológicas, tales como la acupuntura, la electroterapia y las técnicas de balneoterapia.

Por lo general, estas estrategias no han registrado efectos clínicos importantes sobre el dolor. La guía clínica de la OARSI encuentra que, en el caso de la acupuntura, la evidencia es muy heterogénea e incierta, requiriéndose de más estudios de calidad al respecto.<sup>104</sup> Por su parte, la balneoterapia registró un tamaño de efecto bajo, por lo que

se recomienda su aplicación solamente en aquellos pacientes con comorbilidades.<sup>104</sup> La evidencia al respecto del uso de la electroterapia recoge que tiene un tamaño de efecto bajo sobre el dolor, aunque la baja calidad metodológica de los estudios no permite afirmar que sea una técnica efectiva.<sup>81</sup>

### 2.3.4 Tratamiento farmacológico

El uso de fármacos analgésicos, compuestos para regenerar el cartilago, infiltraciones intra-articulares u otros fármacos para los efectos derivados, son las principales medidas farmacológicas para el manejo de la OA de rodilla, buscando principalmente un efecto analgésico que mejore también la funcionalidad.

El paracetamol es uno de los fármacos más empleados para esta patología, por la presunción de ser un fármaco seguro, sin apenas efectos secundarios y por su bajo coste económico. Está recomendado como primera línea de tratamiento, aunque las investigaciones indican que tiene un tamaño de efecto limitado sobre el dolor y nulo efecto sobre la función. Se recomienda su uso para casos de severidad media-moderada, y con una ingesta de 1 gramo tres veces por día. Si al cabo de un tiempo no se consiguen efectos, lo recomendable es reemplazarlo por otro fármaco.<sup>116</sup>

Los AINES son otros de los fármacos habituales para el manejo de la OA de rodilla, aunque investigaciones científicas recientes han demostrado que tienen un efecto limitado y se recomiendan emplearlos preferentemente en ciclos dolorosos, más que de manera continuada.<sup>116</sup>

Relativamente novedosos son los medicamentos sintomáticos de acción lenta para la OA (del inglés *symptomatic slow-acting drugs for osteoarthritis*). Es así como se conoce al conjunto de fármacos que buscan ralentizar la degeneración articular. Respecto a su eficacia, los resultados no son homogéneos, encontrándose efecto sólo en

## 2. Marco contextual

algunos tipos y rara vez al combinarlos.<sup>117</sup>

Las infiltraciones ácido hialurónico parecen ser efectivas para mejorar el dolor y la funcionalidad. Existen estudios de relativa buena calidad metodológica que encontraron un significativo efecto a favor de esta intervención al compararla con el paracetamol.<sup>106</sup>

Como última línea de tratamiento farmacológico se encuentran los opioides. Estos fármacos, que tienen numerosos efectos secundarios como disfunción respiratoria, náuseas, vómitos, estreñimiento o dependencia, han demostrado ser efectivos en cuanto al alivio del dolor. El tramadol es uno de los opioides más usados para estos casos y el recomendado por guías clínicas para casos de dolor severo y persistente.<sup>116</sup>

En caso de que estas técnicas no sean suficientes para manejar los síntomas y asegurar una buena funcionalidad, se opta por el tratamiento quirúrgico, especialmente en caso de una OA de rodilla severa. La artroplastia total de rodilla es la técnica quirúrgica de elección en estos casos, abordándose en detalle en el siguiente apartado.

### **2.4 Tratamiento quirúrgico. Artroplastia de rodilla**

El presente apartado aborda la artroplastia total de rodilla como técnica quirúrgica para los casos moderados y severos de OA de rodilla. Esta técnica, desarrollada a mediados del siglo pasado y cuya incidencia se espera que vaya en aumento para las próximas décadas, ha demostrado excelentes resultados en cuanto a alivio del. Sin embargo, también supone alteraciones funcionales que cursan con afectación de la fuerza y el equilibrio, así como también se han reportado casos de dolor de rodilla postquirúrgico persistente.

#### **2.4.1 Evolución histórica y procedimiento quirúrgico**

La ATR es el tratamiento de elección para fases avanzadas de la OA de rodilla, siendo

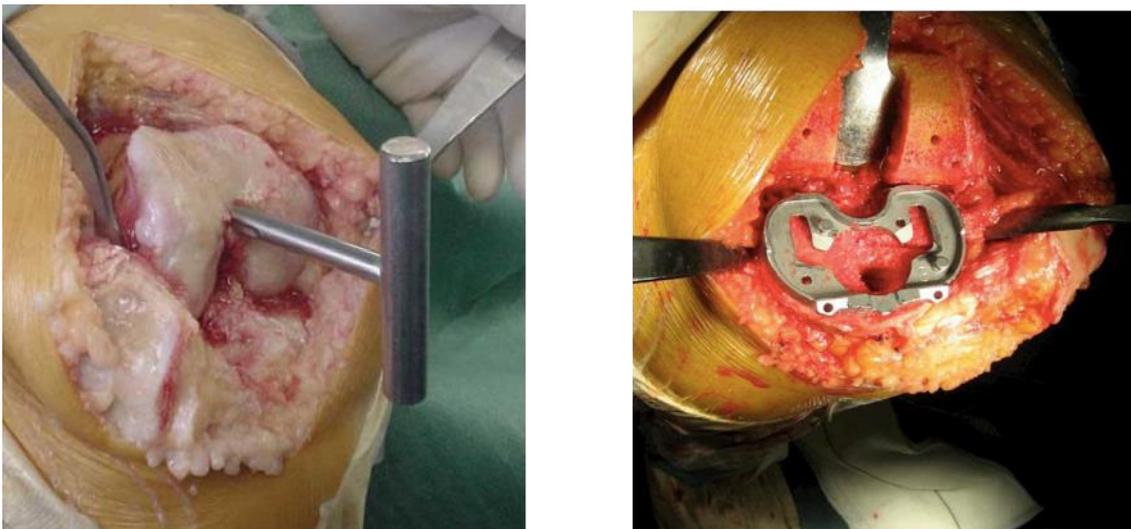
la técnica de elección cuando el tratamiento conservador es insuficiente para paliar los síntomas de los pacientes. Por el contrario, la intervención está contraindicada cuando el paciente cursa con infecciones actuales o recientes, existe una patología vascular periférica, además de los habituales factores de riesgo quirúrgico, como puede ser: comorbilidades importantes, afecciones cardiopulmonares, edad avanzada, altos niveles de índice de masa corporal, dolor crónico o depresión.<sup>118</sup> Aunque la ATR se puede emplear para prácticamente cualquier patología de rodilla (artritis reumatoide, fracturas, displasias, malformaciones) la gran mayoría de ellas se realizan en sujetos con OA.

La historia de la ATR se remonta a finales del siglo XIX, cuando el doctor Gluck fue el primero en implantar prótesis de rodilla, hechas a base de marfil. En 1940, Boyd y Campbell diseñaron un modelo mecánico para recubrir los cóndilos femorales. En la década de los 50, se probó con la implantación de vástagos intramedulares y bisagras que mejoraban notablemente la estabilidad articular, pero tenían el inconveniente de limitar en exceso la movilidad articular. En las siguientes décadas se empezaron a implantar prótesis realizadas con nuevos materiales, derivados del acero y del polietileno, que junto con el mayor uso de antibióticos y las mejoras en la higiene sanitaria, se consiguió minimizar el riesgo de infección.<sup>119</sup> Sin embargo, no fue hasta la década de los 90 cuando se popularizó su implantación para pacientes con importantes limitaciones funcionales y estados degenerativos avanzados. En vista de los buenos resultados que se obtenían y los nuevos avances en las investigaciones biomédicas, en el tiempo comprendido entre 1993 y 2006, el número de operaciones por año aumentó cerca del 80%,<sup>120</sup> hasta convertirse hoy en día, en la cirugía de reconstrucción más habitual de los países desarrollados. Los avances producidos en este campo también se reflejan en la vida media de las prótesis, ya que actualmente el 95% de ellas vive más de 15 años de media.<sup>121</sup>

## 2. Marco contextual

Aunque existen diferentes tipos de artroplastia, la ATR es la más habitual, y se diferencia de los otros tipos, en que en esta, se coloca una prótesis tricompartmental, recambiándose la superficie articular de la tibia, el fémur y la parte posterior de la rótula. El procedimiento habitual de esta técnica quirúrgica se inicia con una incisión longitudinal de unos 12-14 centímetros. Posteriormente se practica una artrotomía parapatelar medial con luxación del aparato extensor (Figura 2.7).

Una práctica bastante frecuente en esta intervención quirúrgica es la sustitución del ligamento cruzado posterior por un poste (cam), en el tipo de prótesis más frecuentemente empleado en la práctica cotidiana. De esta forma se gana una mayor congruencia articular, pero se pierde coordinación en el movimiento (movimiento paradójico). En caso de conservarlo (prótesis con preservación del ligamento cruzado posterior), se facilita la potenciación del músculo cuádriceps, ya que el brazo de palanca es mayor.<sup>122</sup>



**Figura 2.7:** Imágenes de la cirugía de artroplastia total de rodilla. Extraído de Endres NK, Minas T (2010)

La implantación de la prótesis suele ser de tipo cementada. Generalmente, antes de la cementación se aplica un torniquete en estéril, retirándose cuando esta ha finalizado. La

Figura 2.8 muestra un ejemplo de prótesis total de rodilla vista a través del estudio radiográfico.

Respecto a la funcionalidad de estas prótesis, la mayoría de ellas permite una flexión de unos 110°, con una rotación axial de entre 15° y 20°, y suponen también una laxitud en valgo de unos 2-3°. La asimetría de los cóndilos femorales y de los platillos tibiales permite realizar una rotación automática de mayor o menor grado con respecto a los movimientos.

### 2.4.2 Efectividad y resultados quirúrgicos

Son numerosos los estudios que demuestran la efectividad de la ATR a la hora de disminuir el dolor, mejorar la función y aumentar la calidad de vida de los pacientes, por lo que se considera como el *gold standard* de los procedimientos terapéuticos para fases finales de la OA de rodilla.<sup>13</sup>

Tal es así que se considera la ATR como una de las intervenciones más exitosas en el campo de la medicina, gracias también al bajo porcentaje de complicaciones asociadas.<sup>123,124</sup>

Por países, en EEUU es donde se llevan a cabo más intervenciones quirúrgicas de este tipo. Se estima que en el año 2010 se llevaron a cabo un total de 4.700.000 ATR. Por rango de edad, las personas de entre 70 y 79 años fueron las que más se sometieron a este tipo de operación, con más de 1.400.00 casos en ese año, lo que supone una prevalencia del 10,38% en esa franja de edad.<sup>125</sup>

## 2. Marco contextual



**Figura 2.8:** Vista radiográfica lateral y anterior de prótesis de rodilla. Extraído de Young *et al.* 2008

Otros datos oficiales sobre la epidemiología de la ATR son los que se tienen del Nordic Arthroplasty Register Association.<sup>126</sup> En su estudio publicado en 2017 se observa un aumento de la incidencia de los cuatro países que conforman la asociación desde el año 2000. En Dinamarca esta incidencia se multiplica por 6, por 3,9 en Noruega, 2,3 en Suecia y por 2,1 en Finlandia. La incidencia fue mayor en mujeres que en hombres en los cuatro países estudiados.

En España, a diferencia de estos otros países, no existe un registro oficial del número de ATR que se llevan a cabo en el total del territorio nacional. Para tener una estimación, habría que sumar los datos de las distintas comunidades autónomas. En el año 2005 se realizaron 32.076 recambios con una proporción de 7,3 por 10.000 habitantes. Esta cifra varía entre los 4/10.000 en Galicia y los 12,8/10.000 en Cataluña.<sup>127</sup>

En la comunidad autónoma de Cataluña sí que existe un registro oficial de artroplastias

de cadera y rodilla desde el año 2005. En su último informe, publicado en 2014, se observa una tendencia al alza en el número de operaciones realizadas cada año, así como una mayor prevalencia en mujeres. Estos datos coinciden con los de otras publicaciones que apuntan que, al igual que ocurre con la incidencia de la OA de rodilla, se estima que el número de ATR que se llevarán a cabo en los próximos años sufrirá también un aumento exponencial. Tal es así, que del año 2010 al 2030 se estima que el porcentaje podría aumentar hasta en un 500%. Estas cifras suponen un reto terapéutico, al mismo tiempo que abre la puerta a nuevas líneas de investigación en vías de rentabilizar adecuadamente la operación, aprovechar mejor los recursos y mejorar la calidad de vida de los pacientes.<sup>128</sup>

En cualquier caso, los datos económicos parecen reforzar que la tesis de que la ATR es una técnica rentable. Efectivamente, en un estudio de coste-efectividad llevado a cabo por Losina *et al.*<sup>129</sup> obtuvieron una estimación reciente de un coste de 11.548 \$ ajustado por año de calidad de vida ganado por paciente con edad media de 68 años. Otro estudio llevado a cabo por Elmallah<sup>130</sup> en 2017 corroboró los resultados anteriores, determinando que la ATR queda por debajo del umbral de coste-efectividad valorado en 50.000\$ por calidad de vida ajustada a los años. Tal y como se ha hablado anteriormente, el coste aumenta en función de las complicaciones y necesidades que requiera el paciente.

### **2.4.3 Limitaciones postoperatorias**

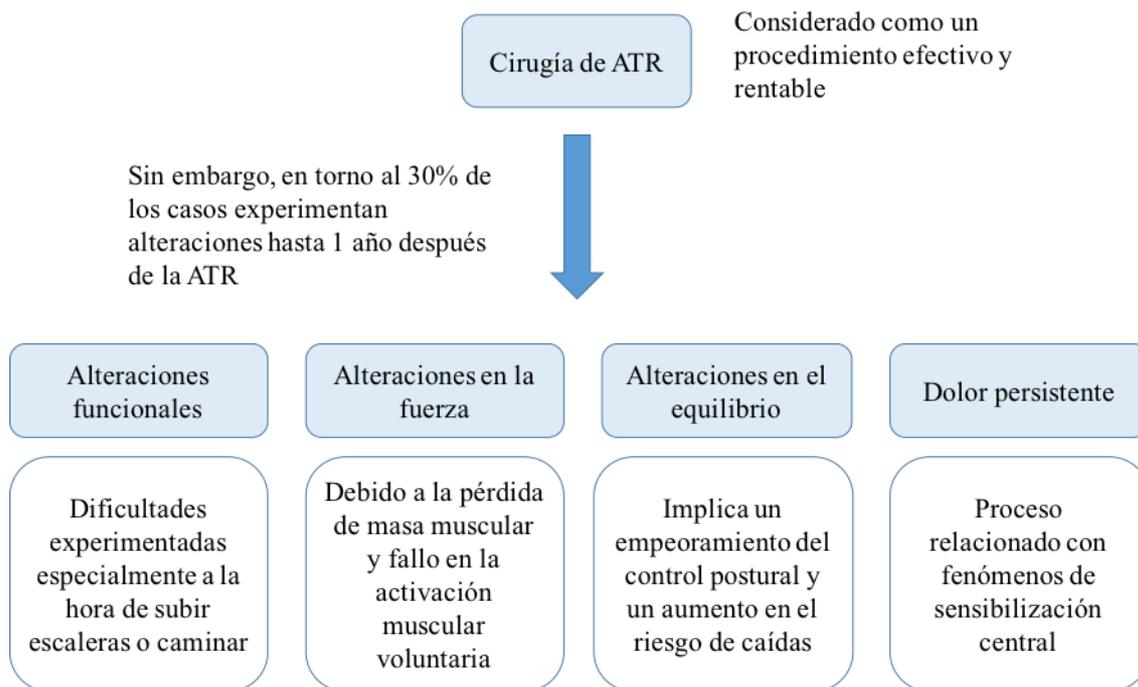
A pesar de los datos expuestos anteriormente y que muestran la ATR como una operación exitosa y rentable, esta técnica quirúrgica también supone una importante afectación de la funcionalidad y capacidad física de los sujetos, especialmente en los primeros meses después de la cirugía. Estas alteraciones se dan en un sustancial

## 2. Marco contextual

porcentaje de pacientes, y aunque en la mayoría de los casos son transitorias, suponen un importante impacto en su calidad de vida generando un sentimiento de insatisfacción quirúrgica.<sup>21,131,132</sup> El presente trabajo se centra en abordar las alteraciones funcionales tras ATR derivadas de la afectación de la fuerza y el equilibrio. La Figura 2.9 resume de manera esquemática las limitaciones postoperatorias tras ATR en las que se centra el presente trabajo.

### **Insatisfacción quirúrgica y persistencia del dolor**

La insatisfacción quirúrgica se traduce como el sentimiento de no ver cumplidas las expectativas que se tenía sobre la operación a la hora de realizar actividades de la vida diaria. Según los estudios, el porcentaje de insatisfacción tras ATR varía entre el 10 y el 30%.<sup>133,134</sup> Este porcentaje aumenta casi el doble cuando se hace referencia a la insatisfacción para realizar actividades deportivas y recreacionales.<sup>135</sup> Hamilton *et al.*<sup>136</sup> en un estudio llevado a cabo en 2012 sobre satisfacción tras ATR, encontraron que son tres los factores que mejores predicen la satisfacción de los pacientes: haber vistas cumplidas las expectativas pre-quirúrgicas, alcanzar un grado satisfactorio de reducción del dolor y el trato recibido en la estancia hospitalaria. En este estudio también se sugiere que informar debidamente al paciente antes de la operación con respecto al tipo de cirugía que se va a realizar, así como de los tiempos postoperatorios, puede contribuir a una mayor satisfacción del paciente. La presencia de dolor de cierta intensidad tras la operación es una característica común en aquellos intervenidos por ATR, siendo además una de las principales molestias descritas por los pacientes tras la cirugía.<sup>17</sup> El porcentaje de pacientes que presentan dolor persistente seis meses después de la ATR se estima entorno al 27%, y en la mayoría de estos casos, el dolor se puede prolongar hasta varios años después de la cirugía.<sup>137</sup>



**Figura 2.9:** Esquema de las limitaciones postoperatorias tras cirugía de Artroplastia Total de Rodilla (ATR).

A ciencia cierta se desconoce el origen del dolor postoperatorio persistente y en ocasiones, se ha llegado a considerar como un dolor de tipo neuropático.<sup>137</sup> El dolor persistente postoperatorio ha sido definido por la International Association for the Study of Pain como aquel dolor que se desarrolla después de la operación y que se extiende más allá del tiempo normal de curación, presente durante al menos de tres a seis meses.<sup>17</sup> El dolor persistente postquirúrgico no es exclusivo de las ATR, sino que se ha observado en todo tipo de operaciones ortopédicas y traumatológicas, con cifras de prevalencia similares o incluso superiores a las de la ATR.<sup>138</sup>

Según investigaciones recientes, la falta de concordancia que muchas veces se da entre el deterioro radiológico y el dolor percibido por el paciente con OA así como la gran variabilidad en cuanto al dolor percibido de la población con osteoartritis, obliga a entender el dolor en esta condición no solamente a través de modelos periféricos, que consideran la articulación como único responsable del dolor; sino integrando también

## 2. Marco contextual

mecanismos como la sensibilización periférica y la sensibilización central como causas subyacentes del dolor.<sup>139-141</sup> Estos procesos implican un aumento de la sensibilidad sensorial, amplificación de la percepción del dolor y alteraciones del procesamiento del dolor a nivel central. Todas estas alteraciones pueden seguir presentes incluso después de la ATR, y es lo que podría explicar el dolor persistente en algunos casos.<sup>142</sup>

Actualmente existe un creciente interés en determinar factores modificables y no modificables que predigan el dolor persistente postoperatorio. Las últimas revisiones señalan variables demográficas, socioeconómicas, psicológicas y factores clínicos y quirúrgicos como aspectos relacionadas con dolor persistente postoperatorio.<sup>143</sup>

### **Limitaciones funcionales**

El porcentaje de pacientes que ve limitada su funcionalidad los meses siguientes a la ATR varía según los estudios, pero se encuentra entorno al 20-30% de media. Las limitaciones funcionales son aquellas dificultades que experimentan los pacientes a la hora de realizar adecuadamente actividades cotidianas. Autores como Heck *et al.*<sup>144</sup> encontraron que a los seis meses, el porcentaje era del 9%, mientras que Alzahrani *et al.*<sup>15</sup> apunta que, en ese mismo periodo de tiempo, es del 30%. Por su parte, Kennedy *et al.*<sup>145</sup> lo cifran en 43%. A los doce meses tras la cirugía, el porcentaje, según Franklin *et al.*,<sup>146</sup> es del 37%. Asimismo, la mayoría de estudios coinciden en apuntar que a partir de los seis meses parece producirse un *plateau* funcional, lo que se explicaría como punto a partir del cual, las mejoras tienden a estancarse o ser mínimas en comparación con los tiempos previos.<sup>145,147</sup>

Según Bradbury y Borton,<sup>132</sup> las principales limitaciones funcionales que presentan los pacientes son: dificultad para caminar sin ayuda, disminución de la velocidad y de la frecuencia de la zancada, dificultad para subir y bajar escaleras e incapacidad para la

práctica deportiva recreacional. Estas limitaciones se pueden atribuir a distintas causas, tales como equilibrio insuficiente, perpetuación de niveles de dolor elevados, rehabilitación inadecuada o complicaciones quirúrgicas.

Determinar los factores que predicen buenos resultados tras ATR es una cuestión en auge en los últimos años en lo que a investigación se refiere. Diversos han sido los factores relacionados con una baja funcionalidad postoperatoria. Se ha visto que el grado de funcionalidad preoperatoria es un aspecto influyente, observándose dos tendencias en este sentido: una, que aquellos sujetos que parte de una funcionalidad preoperatoria baja consiguen mayores ganancias relativas después de la operación. Por otro lado, los mayores niveles de funcionalidad postoperatoria corresponden con los valores más altos de funcionalidad antes de la operación.<sup>148-150</sup> Por su parte, otros autores encontraron que aquellos sujetos que tenían dificultades para la marcha antes de la operación, eran los que más posibilidades tenían de experimentar bajos niveles de funcionalidad postoperatoria.<sup>24</sup>

Siendo diversos los factores que determinan la funcionalidad tras ATR, este trabajo se centra en explicar la relación que influyen la fuerza muscular y el equilibrio en la funcionalidad.

### **Alteración de la fuerza muscular tras ATR**

La fuerza muscular es una capacidad que se ve disminuida los meses siguientes a la intervención por ATR,<sup>21,151</sup> limitando la capacidad funcional de los pacientes y el desarrollo de actividades cotidianas como la marcha o subir y bajar escaleras.<sup>152</sup> La pérdida de fuerza se hace evidente sobre todo los primeros meses después de la cirugía.<sup>153</sup> Estas pérdidas se atribuyen a varios factores. Uno de ellos es consecuencia directa de la operación, la cual, conlleva una escisión en la cara anterior de la rodilla, lo

## 2. Marco contextual

que podría afectar al aparato extensor de la rodilla.<sup>154</sup> Además, la inactividad posterior a la cirugía reduce el área de sección transversal del músculo, así como también supone fenómenos de falta de activación neuromuscular.<sup>25</sup> Ambas situaciones desembocan en una atrofia de cuádriceps, haciéndose evidente al compararla con la pierna contralateral. En este sentido, estudios como el de Rodgers *et al.*<sup>31</sup> relatan diferencias del 30% en comparación a la pierna contralateral a los tres meses después de la cirugía. Existen también estudios que demuestran que el proceso de recuperación de esta capacidad se da especialmente en los seis primeros meses, así como también se apunta que la recuperación completa de la fuerza puede durar más de un año.<sup>155</sup> Por su parte, otros estudios señalan que aunque los valores obtenidos un año después de la operación suelen reflejar una mejoría con respecto al postoperatorio, estos valores no llegan a alcanzar los obtenidos por sujetos sanos homólogos.<sup>16,156</sup> Según un estudio llevado a cabo en 2014, al comparar la fuerza de aquellos sujetos que habían sido intervenidos por reemplazo articular un año atrás respecto a la de controles sanos homólogos, se observó que la fuerza extensora y flexora de rodilla es un 17% y un 23% respectivamente menor en el grupo de los operados.<sup>157</sup>

El rol de la fuerza muscular en el contexto de la OA va más allá de permitir la realización de actividades cotidianas. Según apuntan Kemnitz *et al.*<sup>158</sup> durante el proceso de OA de rodilla, se producen fenómenos de infiltración grasa en la musculatura isquio-tibial y del cuádriceps. Además, la fuerza muscular ha sido descrita como un factor relevante tanto en la aparición como en el avance los síntomas en esta condición.<sup>7</sup> Por su parte, otros autores determinaron que después de la ATR, la fuerza es un importante predictor de la capacidad funcional en aquellos pacientes intervenidos.<sup>26</sup> En vista de estos acontecimientos, se sugiere que conseguir niveles adecuados de fuerza

muscular es una de las prioridades del manejo de la OA de rodilla, tanto durante la fase preoperatorio como después de la misma.

### **Alteraciones del equilibrio, propiocepción y control postural tras ATR**

Estos tres elementos son otros de los más mermados a corto y medio plazo tras la ATR.

Su déficit implica un mayor riesgo de caídas y limita la funcionalidad de los pacientes.<sup>18</sup>

La consecución de niveles adecuados de equilibrio tras la ATR resulta crucial para una adecuada recuperación funcional de los individuos.<sup>15</sup>

Durante los primeros meses después de la intervención, las mayores complicaciones radican en mantener un correcto control postural, tanto en situaciones estáticas como dinámicas. La capacidad de reconocimiento de la posición articular también se ve mermada como consecuencia de la afectación de los receptores propioceptores durante la cirugía. Asimismo, se ha encontrado que seis semanas después de la operación, los sujetos siguen mostrando valores en el test Timed Up & Go mayores de 13,5 segundos, tiempo catalogado como punto de corte para considerar que un sujeto tiene alto riesgo de caídas.<sup>159</sup> Por su parte, Thewlis *et al.*<sup>19</sup> encontraron que los pacientes intervenidos por ATR, a los seis meses, seguían experimentando una distribución asimétrica de la carga. Este reparto desigual, muchas veces tiene como objetivo inconsciente proteger la articulación lesionada, evitando que la carga que tenga que acumular la pierna lesionada sea menos. De hecho, es frecuente que los pacientes con ATR adopten este patrón postural desde antes de la operación, manteniéndose también después de la intervención y requiriendo de largos periodos de reaprendizaje motor para poder modificarlo. Según una revisión sistemática de 15 artículos llevada a cabo por Moutzuri *et al.*<sup>20</sup> hasta un año después de la operación, no se observan mejoras en la propiocepción de la rodilla y el riesgo de caídas. Otros autores como Clagg *et al.*<sup>160</sup> demostraron que siguen

## 2. Marco contextual

existiendo diferencias significativas tras un año en cuanto a la actuación de cuatro escalas de equilibrio entre pacientes intervenidos por ATR y sujetos sanos.

El patrón de marcha es otra forma habitual de medir el equilibrio dinámico y la capacidad funcional de los individuos. Tras la ATR este patrón sigue alterado también hasta un año después, momento a partir del cual, ya no se observan diferencias significativas con respecto a controles sanos homólogos.<sup>161</sup>

Estas alteraciones funcionales son en la mayoría de los casos transitorias, pero requieren de un abordaje terapéutico para minimizar su impacto. En este sentido, se suele llevar a cabo un proceso de rehabilitación postoperatoria, siendo el fisioterapeuta el profesional sanitario encargado de este cometido. Las características y fases de la rehabilitación postoperatoria se abordan a continuación.

### **2.5 Rehabilitación postoperatoria**

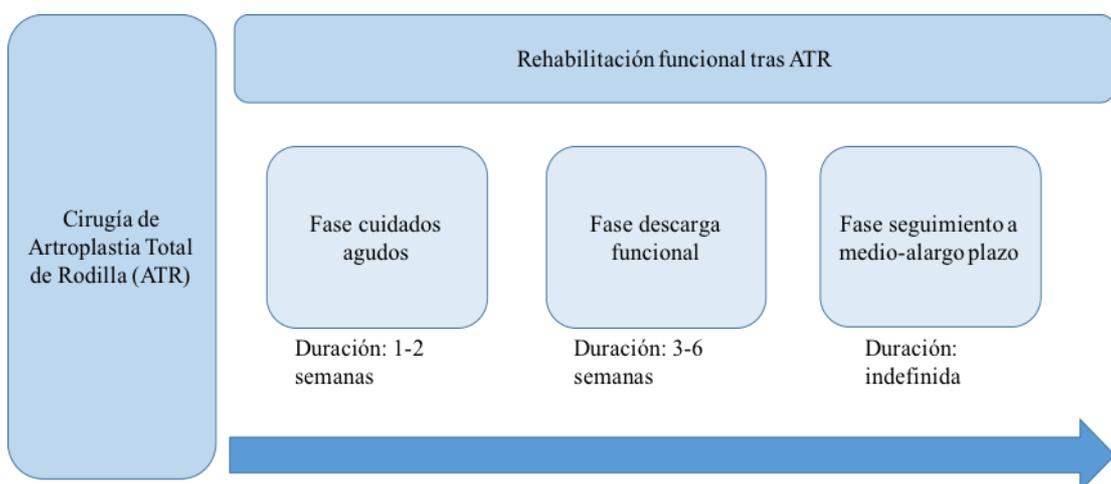
En este apartado se expone el proceso de la rehabilitación postoperatoria tras ATR, la cual, busca complementar los resultados de la operación a partir de mejorar la funcionalidad de los pacientes, siendo el fisioterapeuta es el profesional sanitario encargado de este proceso. Se explican también las distintas fases de las que se compone el proceso de rehabilitación así como la evidencia científica que existe al respecto.

#### **2.5.1 Concepto y fases**

Posterior a la cirugía de ATR, se suele llevar a cabo un periodo de rehabilitación funcional. El objetivo de esta es el de aumentar la funcionalidad y capacidades físicas de los pacientes, permitiendo así, optimizar los efectos de la cirugía y minimizar el riesgo de complicaciones.<sup>145</sup> La rehabilitación postoperatoria cobra especial interés si se

considera el elevado porcentaje de pacientes que experimentan déficits funcionales postoperatorios. Tradicionalmente se han trabajado cuatro aspectos durante el proceso de rehabilitación: ejercicio físico, movilidad articular, reentrenamiento de la marcha y realización de actividades cotidianas.<sup>22</sup> En cuanto a la programación de la rehabilitación, se distinguen tres fases, explicadas a continuación e ilustradas a modo resumen la Figura 2.10.

- Fase de cuidados agudos: Se llevan a cabo en el hospital nada más finalizar la intervención quirúrgica. El paciente presenta bajas capacidades funcionales, requiriendo en los primeros días de asistencia para levantarse y andar. Durante los cuidados agudos, el paciente recibe tratamiento farmacológico para el dolor y la inflamación, terapia manual pasiva para mejorar la movilidad de rodilla y se suelen iniciar ejercicios suaves de activación muscular de cuádriceps. Este tratamiento se complementa con crioterapia para reducir el dolor y la inflamación. La posibilidad de marcha es uno de los criterios más usados para recibir el alta hospitalaria e iniciar la fase de descarga funcional.<sup>162</sup>



**Figura 2.10:** Esquema de las de la rehabilitación funcional tras la Artroplastia Total de Rodilla (ATR). Elaboración propia

## 2. Marco contextual

- La fase de descarga funcional consiste en la rehabilitación funcional progresiva del paciente, mediante la realización de distintos tipos de ejercicio terapéutico, tales como el entrenamiento de fuerza muscular, el entrenamiento de equilibrio, o la realización de actividades cotidianas.<sup>24</sup> Distintos subtipos de entrenamiento así como diferentes dosis de trabajo (cargas, frecuencia de las sesiones, tiempos totales de cada sesión) se han estudiado, obteniendo efectos variables sobre la función física y la sintomatología.<sup>24,163</sup> Asimismo, estas terapias activas se suelen combinar de otros métodos de tratamiento pasivos como es la terapia manual, la electroterapia o la crioterapia.
- Seguimiento a medio-largo plazo: Durante esta fase el paciente es apto para realizar tareas de la vida diaria. Aunque en la mayoría de los casos, la situación ya está controlada y se ha alcanzado los valores de meseta funcional, se suele llevar un control médico para asegurarse de la correcta evolución del paciente. En ocasiones se insta al paciente a seguir realizando ejercicio físico de manera rutinaria, o bien por su cuenta, o en sesiones grupales en los centros hospitalarios. Diversos estudios científicos respaldan la realización de ejercicio físico durante esta fase ya que consigue mejorar el estado físico y funcional de los pacientes.<sup>16,157</sup>

### **Evaluación de resultados**

Diversas son las formas de evaluar los resultados postoperatorios tras ATR. Tradicionalmente esta evaluación se ha basado en signos clínicos, como las imágenes radiográficas o la función física: rango de movimiento articular y fuerza. Por otro lado, en los últimos años se observa una tendencia al alza de evaluar los resultados de la ATR usando escalas auto-informadas. El uso de estas herramientas de medición permite conocer la percepción del paciente y ofrece una visión más completa sobre su salud y

funcionalidad percibida.<sup>164</sup> EL cuestionario Western Ontario & McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC)<sup>150</sup> y el Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Score (KOOS)<sup>165</sup> son dos de las escalas más utilizadas en este ámbito. Ambas surgen de la necesidad de reflejar los síntomas y las limitaciones funcionales percibidas por los pacientes con OA de rodilla, siendo estos dos aspectos, los principales motivos de consulta al especialista.<sup>166</sup>

Así pues, existe también estudios que demuestra que las escalas auto-informadas se comportan de manera más sensible a los cambios. En un estudio llevado a cabo por Miner *et al.*<sup>167</sup> se observó que cuando se empleaban cuestionarios auto-informados, se hallaban cambios dramáticos en la funcionalidad auto-informada; mientras que si se valoraba el rango articular, los cambios eran mínimos.

### 2.5.2 Evidencia científica

La literatura científica cuenta con evidencia sólida acerca de los beneficios derivados de la aplicación de fisioterapia postoperatoria para la mejora funcional del paciente intervenido por ATR. En 2005, un informe elaborado por el Ministerio de Sanidad de Ontario (Canadá) reflejaba esta afirmación sustentándose en evidencia de alta calidad.<sup>22</sup> Más adelante, otros estudios corroboraron este paradigma, verificando los efectos de la fisioterapia rehabilitadora en cuanto a mejora de la funcionalidad, capacidad física y calidad de vida.<sup>162</sup> Asimismo, también existe publicaciones que apuntan que una frecuencia de dos o tres días por semana es suficiente para obtener resultados satisfactorios.<sup>168</sup> Por su parte, en los últimos años se han llevado a cabo investigaciones evaluando la idoneidad de realizar el programa fisioterápico postoperatorio desde casa en lugar de en las instalaciones hospitalarias. En este sentido, Heikiläa *et al.*<sup>169</sup> demostró que un programa de rehabilitación tras ATR llevado a cabo en casa, es igual de efectivo

## 2. Marco contextual

que uno desarrollado en las instalaciones hospitalarias, proponiendo la rehabilitación en casa como alternativa al procedimiento habitual. Otros estudios posteriores corroboraron estos hallazgos, mostrando diferencias no significativas entre ambas intervenciones hasta dos años después de la cirugía.<sup>170</sup>

Haciendo énfasis en las intervenciones llevadas a cabo en la fase de descarga funcional, tras un repaso de la literatura existente, se observa que tradicionalmente el trabajo en esta fase se ha centrado en el fortalecimiento muscular y en la realización de actividades cotidianas. Moffet *et al.*<sup>171</sup> fueron de los primeros autores en elaborar un protocolo para la ejecución de actividades funcionales, que incluía ejercicios como la reeducación de la marcha o subir y bajar escaleras.

Las estrategias de fortalecimiento muscular son también una herramienta muy utilizada, tanto en la práctica clínica como en lo que a investigación se refiere. El objetivo de ésta es la de aminorar las pérdidas de fuerza y así aumentar los niveles de funcionalidad.<sup>155</sup> La evidencia al respecto de esta estrategia muestra efectos mayores a las intervenciones habituales tanto a nivel de fuerza, como de equilibrio y funcionalidad.<sup>170,172</sup> Más recientemente, la revisión sistemática de Pozzi *et al.*<sup>173</sup> abogaba por incluir dentro del protocolo rehabilitador, programas de fortalecimiento y resistencia muscular para obtener mejoras funcionales en pacientes intervenidos por ATR.

Recientemente se está prestando más interés a las intervenciones encaminadas al trabajo del equilibrio y la propiocepción, En este sentido, Piva *et al.*<sup>174</sup> y Liao *et al.*<sup>147</sup> fueron de los primeros autores en investigar los efectos de estas técnicas. Investigaciones recientes sugieren un efecto añadido, en cuanto a equilibrio y funcionalidad, al incluir este programa dentro de un protocolo de rehabilitación tras ATR.<sup>23</sup>

Siendo la fuerza y el equilibrio dos aspectos que se ven mermados posteriormente a la

cirugía, y cuya recuperación es fundamental dentro de la rehabilitación postoperatoria, a continuación, se aborda con detenimiento la relación que guarda la OA con estas dos cualidades y que estrategias se suelen emplear para su mejora.

### **2.6 Fuerza muscular y osteoartritis de rodilla**

Este apartado se centra en explicar el importante papel que desarrolla la fuerza muscular en el contexto de la OA de rodilla, siendo esta, una cualidad modificable por el ejercicio físico. Asimismo, se repasa la literatura existente en cuanto al fortalecimiento muscular como técnica de tratamiento en la OA de rodilla y en el contexto de la ATR.

#### **2.6.1 Fuerza, discapacidad y osteoartritis de rodilla**

La fuerza es una cualidad física básica, modificable en función de diferentes condiciones, entre ellas por el ejercicio físico, cuya función primordial es la de permitir la realización de movimientos y tareas.<sup>175</sup>

El proceso de envejecimiento, tal y como se ha explicado en otros apartados, puede conllevar la aparición de sarcopenia, y con ello, una pérdida de masa muscular. Además del propio proceso degenerativo, determinadas patologías y dolencias asociadas al envejecimiento, como la OA de rodilla, acentúan esta pérdida de fuerza. Precisamente, la disminución de la fuerza muscular es uno de los rasgos característicos de la OA de rodilla.<sup>25</sup> Así pues, diversos estudios apuntan que la pérdida de fuerza no solo se da en fases avanzadas de la condición, sino también en aquellas iniciales, incluso cuando la degeneración artrósica cursa sin sintomatología dolorosa.<sup>176</sup>

Slemenda *et al.*<sup>7</sup> fueron de los primeros autores en relatar la pérdida de fuerza asociada a esta condición. En sus estudios, observaron que los niveles de fuerza de cuádriceps eran menores en aquellas personas con OA de rodilla en comparación a sujetos sanos,

## 2. Marco contextual

Asimismo, también se encontró que esta pérdida era independiente de la edad, sexo o índice de masa corporal de los individuos. Estos hallazgos, en conjunto a otros más recientes, como los obtenidos por Hootman *et al.*<sup>25</sup> han llevado a postular que la pérdida de fuerza es un factor de riesgo independiente tanto en la aparición como en el avance de la OA de rodilla.

El hecho de que no siempre exista una correlación entre los signos radiológicos de la OA y el dolor percibido por el paciente, hace pensar que otros factores, tales como la fuerza, puedan tener relación con el dolor.<sup>177</sup> Esta presunción ha sido posteriormente contrastada por estudios que exhiben una correlación de magnitud elevada entre el nivel de fuerza de cuádriceps y el dolor, independientemente del grado de degeneración radiológica.<sup>178</sup> Por tanto, se puede considerar que la pérdida de fuerza explicaría el dolor de rodilla en personas con OA mejor que otros factores como la degeneración radiológica.<sup>178</sup>

Para explicar la relación existente entre pérdida de fuerza y dolor, en la literatura científica se recogen principalmente dos propuestas. Una de ellas es la de considerar que el dolor provoca una inhibición en los circuitos de activación muscular y por tanto, disminuye la actividad neuromuscular del cuádriceps. La otra explicación sigue una dirección opuesta, y postula que una pérdida en la fuerza del cuádriceps supone una disminución de la estabilización dinámica de la rodilla, pudiendo esto originar síntomas.<sup>29,179</sup>

Además de la relación con el dolor y el avance de la condición, otros estudios han corroborado la influencia de la pérdida de fuerza en la disminución del equilibrio.<sup>180</sup> Con respecto a este tema, cabe tener en cuenta que la atrofia está considerada como una de las causas del equilibrio precario, lo cual, podría explicar esta relación.<sup>181</sup>

### **2.6.2 Entrenamiento de la fuerza muscular en osteoartritis de rodilla**

El entrenamiento físico, basado tanto en el fortalecimiento como en la resistencia muscular, ha demostrado ser efectivo a la hora de mejorar los niveles de fuerza muscular, tanto en sujeto sanos como en aquellos que presentan OA de rodilla.<sup>10,180</sup> En este sentido, el trabajo de fuerza muscular es una estrategia vastamente recomendada para el manejo de esta condición en todas sus fases del tratamiento conservador,<sup>11</sup> así como también se incluye frecuentemente en los protocolos pre y postoperatorios de ATR.

Centrando el tema en cuestión en el contexto de la rehabilitación tras ATR, tal y como se ha comentado en anteriores apartados, la recuperación de la fuerza muscular es un elemento importante a la hora de mejorar la funcionalidad y la realización de actividades cotidianas.<sup>154</sup> Así pues, el fortalecimiento muscular parece ser una herramienta útil a la hora de aminorar y revertir los fenómenos de falta de activación muscular voluntaria y atrofia muscular que suceden en el cuádriceps posteriormente a la cirugía.<sup>182</sup> La falta de activación muscular voluntaria se define como la incapacidad de producir la máxima fuerza disponible de un músculo a pesar del esfuerzo voluntario.<sup>183</sup> Por su parte, la atrofia muscular hace referencia a la pérdida de masa muscular.<sup>25</sup> Ambos fenómenos están presentes después de la cirugía de ATR, especialmente los tres primeros meses, cuando la pérdida de fuerza es más evidente.<sup>21</sup>

Así como la ATR supone mejoras rápidas y efectivas sobre el dolor; las mejoras en la fuerza muscular no son tan evidentes durante los primeros meses postoperatorios y requieren de tiempos más largos para su recuperación.<sup>16</sup> Sin embargo, el control del dolor y la mejora temprana en el rango de movimiento han sido tradicionalmente los objetivos primordiales de la rehabilitación funcional, relegando la restauración de la fuerza muscular a un plano más secundario.<sup>184,185</sup> Teniendo en cuenta la ya mencionada importan-

## 2. Marco contextual

cia de incrementar los niveles de fuerza muscular para una adecuada rehabilitación, diversos autores reclaman un reenfoque de las prioridades en la rehabilitación, dotando de mayor relevancia a la recuperación de esta cualidad.<sup>105,154</sup>

La rehabilitación funcional tras ATR suele durar entre cuatro y seis semanas, dependiendo de la evolución del paciente y de las facilidades y logística de los centros hospitalarios. Tal que al acabar este periodo siguen existiendo deficiencias físicas y funcionales en gran cantidad de pacientes,<sup>156,157</sup> algunos autores sugieren incrementar el tiempo de intervención o realizar una rehabilitación más intensiva en cuanto al entrenamiento de la fuerza.<sup>154,186</sup> Indagando en los efectos del entrenamiento de fuerza en el periodo de la rehabilitación funcional, se encuentra evidencia acerca de que este tipo de entrenamiento específico resulta ser más efectivo a la hora de restaurar la fuerza, mejorar la funcionalidad y un retorno precoz a las actividades deportivas, en comparación a los procedimientos estándar aplicados en la rehabilitación tras ATR.<sup>187</sup> Asimismo, intervenciones como las llevadas a cabo por Mizner *et al.*<sup>155</sup> y Stevensons *et al.*,<sup>154</sup> basadas en el fortalecimiento muscular de miembros inferiores y ejercicios de alta intensidad, encontraron que tras seis semanas de aplicación, se obtenía una mejora en la fuerza de cuádriceps, equilibrio dinámico y función física en comparación a los valores previos a iniciar el protocolo. Estos resultados indican que los beneficios del entrenamiento de fuerza no se limitan sólo a la ganancia de fuerza, sino que también supone efectos sobre otras cualidades como el equilibrio o la función física. Recientemente, un estudio llevado a cabo en 2018 corroboró esta suposición, al observar que una intervención de fortalecimiento muscular en el postoperatorio de ATR suponía efectos en el equilibrio, propiocepción y función física de los participantes.<sup>180</sup>

Sin embargo, a día de hoy, se carece de evidencia sólida que permita elaborar un protocolo bien detallado sobre el tipo y la dosis de ejercicio físico más adecuado a la

hora de optimizar las ganancias de fuerza tras de la ATR. Al hilo de esta afirmación, Meier *et al.*<sup>16</sup> reclaman más ensayos clínicos aleatorizados que ayuden a determinar los efectos del entrenamiento de fuerza en este contexto.

### **2.7 Equilibrio y osteoartritis de rodilla**

En este apartado se explica cómo la OA es una condición que supone una afectación del sistema propioceptivo y un empeoramiento en las estrategias de equilibrio. A continuación, se define el concepto de entrenamiento sensorimotor, una técnica relativamente novedosa específicamente enfocada a la mejora del equilibrio. También se recoge la evidencia a la hora de aplicarlo en el contexto de la OA de rodilla, principalmente en la fase de rehabilitación postoperatoria, donde se ha demostrado su efectividad a la hora de mejorar el equilibrio y la funcionalidad.

#### **2.7.1 Sistema propioceptivo, equilibrio y osteoartritis de rodilla**

El sistema propioceptivo se deteriora a lo largo del transcurso de la OA de rodilla y según algunos autores, estas alteraciones propioceptivas pueden suponer un factor de riesgo importante tanto para el inicio como en el desarrollo de la patología.<sup>28</sup> Inestabilidad y OA de rodilla son dos entidades íntimamente relacionadas y que habitualmente aparecen de manera simultánea. Existen estudios que relatan que entre un 60% y 80% de los pacientes con OA de rodilla experimentan inestabilidad en esta articulación.<sup>188</sup>

Sin embargo, la dirección de esta relación causa-efecto no es del todo conocida. Algunos autores sugieren que las alteraciones a nivel propioceptivo empeoran la calidad de movimientos y, a su vez, esto supone un aumento en la carga mecánica de la rodilla, contribuyendo a la degeneración. Otros argumentan que los procesos dolorosos de la OA inhiben las estrategias neuromusculares, empeorando las respuestas efectoras del

## 2. Marco contextual

equilibrio.<sup>189</sup> La atrofia muscular que se produce durante la OA es otra de las causas del equilibrio precario que experimentan estos sujetos,<sup>190</sup> También se ha sugerido que los procesos de inflamación de bajo grado (traducción del concepto anglosajón de *low grade inflammation*) pueden afectar negativamente a la propiocepción. En un primer momento se descubrió que la inflamación sistémica favorecía los procesos catabólicos en el tejido muscular, reduciendo su capacidad regenerativa y por tanto favoreciendo los fenómenos de atrofia muscular.<sup>191</sup> Por sí mismo, esta alteración muscular ya supondría también una afectación del equilibrio; sin embargo, estudios recientes sugieren que la inflamación sistémica también produce cambios en el funcionamiento de los mecanoreceptores, responsables de la propiocepción.<sup>192</sup>

Diversos estudios reflejan la afectación del equilibrio en personas con OA, encontrando que aquellos sujetos afectados por esta condición, exhibían peores resultados en diversos test de equilibrio y en la realización de tareas funcionales en comparación con sujetos sanos de la misma edad y sexo.<sup>193</sup>

Otra de las consecuencias de la afectación del sistema propioceptivo es el aumento del riesgo de caídas. La OA de rodilla se ha descrito como un factor de riesgo a la hora de sufrir caídas. Según apuntan algunos estudios, la incidencia de caídas en personas con OA del miembro inferior es del 50% a lo largo de un año.<sup>194</sup> La afectación de los mecanoreceptores, la atrofia muscular de cuádriceps, el dolor frecuente y alteraciones en el desplazamiento del centro de gravedad son características frecuentemente observadas en el paciente con OA de rodilla, y todas ellas han sido descritas como factores de riesgo a la hora de sufrir caídas.<sup>190,195</sup>

### 2.7.2 Concepto y evolución histórica del entrenamiento sensorimotor

El entrenamiento sensorimotor es una intervención relativamente reciente y, en algunos casos, se puede confundir con otros términos como propiocepción o equilibrio. Aunque estos son similares, y en algunos casos podrían utilizarse indistintamente, resulta necesario hacer unas puntualizaciones para un mejor entendimiento, pues se trata de un término que agrupa todos estos conceptos.

El sistema propioceptivo es el conjunto de vías aferentes que, tal y como se ha definido en apartados anteriores, informan del estado y movimiento de nuestro cuerpo.<sup>196</sup> Por su parte, el equilibrio se entiende como el conjunto de acciones que, partiendo de la información procedente del sistema propioceptivo, mantienen estable el centro de gravedad, tanto en situaciones estáticas como dinámicas. Por último, el entrenamiento sensorimotor es el tipo de ejercicio físico que estimula las vías aferentes sensitivas y eferentes motoras con el objetivo de crear nuevas estrategias de activación neuromuscular que aseguren un correcto equilibrio estático y dinámico.<sup>30</sup>

A mediados del siglo XX surgen las primeras aportaciones científicas sobre el entrenamiento sensorimotor de la mano del Dr. Freeman, quien propuso esta técnica para individuos con inestabilidad crónica de tobillo. Su finalidad fue compensar el déficit sensorial propioceptivo que, según él, sufrían estos sujetos.<sup>197</sup> Otra figura importante en este ámbito fue el Dr. Vladimir Janda, quien realizó grandes avances sobre el papel del sistema nervioso central para regular los movimientos corporales. En base a sus hallazgos, otorgó gran importancia al papel de la propiocepción a la hora de mejorar la coordinación de movimiento. Posteriormente, en 2006, Page<sup>30</sup> realizó su contribución científica al respecto al proponer una progresión de ejercicios enfocadas al entrenamiento sensorimotor, basándose en los principios de Janda. El programa se comprende de tres fases, progresando de los ejercicios de equilibrio estático a los

## 2. Marco contextual

dinámicos, y posteriormente realizando tareas funcionales. El objetivo principal de este programa, más allá de “muscular la articulación”, como decía el propio Page, era el de aumentar la reacción muscular y mejorar la resistencia de los tejidos. En la actualidad, el entrenamiento sensorimotor es una técnica ampliamente utilizada en campos tan diversos como la fisioterapia deportiva, la rehabilitación traumatológica, la prevención de lesiones, o la rehabilitación neurológica, contando con evidencia científica que respalda esta técnica, apuntando efectos positivos asociados a la rehabilitación funcional y prevención de lesiones.<sup>198,199</sup>

### 2.7.3 Entrenamiento sensorimotor en OA de rodilla

Disminuir el dolor y mejorar la funcionalidad son los dos objetivos tradicionalmente establecidos en el tratamiento conservador de la OA de rodilla. Desde hace unas décadas, la mejora del equilibrio se está incluyendo también como parte capital del tratamiento, por su importante relación con la funcionalidad y el riesgo de caídas.<sup>172,188</sup>

Atendiendo a la literatura científica al respecto de las intervenciones encaminadas a la mejora del equilibrio, se observa que la mayoría de ellas se basaban en ejercicios funcionales o programas de resistencia muscular, siendo pocos los casos que incluían un trabajo específico del equilibrio en forma de entrenamiento sensorimotor. Fitzgerald *et al.*<sup>200</sup> fueron los primeros autores en estudiar científicamente los efectos de un entrenamiento específicamente orientado a la mejorar de esta capacidad en pacientes con OA de rodilla. El programa, que se desarrolló en 2002, incluía ejercicios de distintos tipos de marcha (marcha en tándem, a pasos cruzados, en trenza) y ejercicios de apoyo unipodal en distintas superficies, con y sin alteraciones del equilibrio. Este trabajo sentó las bases del entrenamiento sensorimotor en OA de rodilla, y sirvió de referencia para que otros autores las adaptaran también al contexto postoperatorio de la

ATR, tal y como se expondrá más adelante.

Repasando los antecedentes, otro de los pioneros en este campo fue Ahmed,<sup>201</sup> quien evidenció que, aquellos sujetos que llevaron a cabo un entrenamiento sensorimotor durante seis semanas, exhibieron mejores resultados en cuanto a equilibrio y funcionalidad que aquellos que llevaron a cabo un entrenamiento convencional. Por su parte, Smith *et al.*<sup>202</sup> en 2012 realizaron una revisión sistemática de siete ensayos clínicos, en la que hallaron que un programa de ocho semanas de ejercicio propioceptivo era efectivo para mejorar la funcionalidad y el posicionamiento articular. Más recientemente, en 2018, Gomeiro *et al.*<sup>203</sup> demostraron que el entrenamiento sensorimotor era igual de efectivo que otros tipos de ejercicios para mejorar la función y el dolor, siendo también, igual de seguro y viable.

Para los casos de OA de rodilla en los que se opta por el tratamiento quirúrgico, el reentrenamiento del equilibrio está incluido en la gran mayoría de protocolos postoperatorios tras ATR en la práctica clínica. Además, se ha evidenciado que bajos niveles de equilibrio tras ATR se correlacionan con peores resultados funcionales y con un mayor riesgo de caídas.<sup>204</sup>

Es por ello que el entrenamiento sensorimotor, al igual que sucede en el tratamiento conservador de la OA de rodilla, se han ido introduciendo dentro de los protocolos de rehabilitación habituales tras ATR, tal y como también se hace en la rehabilitación de otras cirugías de miembros inferiores.<sup>205</sup>

Los primeros estudios que se realizaron sobre los efectos del entrenamiento sensorimotor como parte del tratamiento rehabilitador en ATR fueron los llevados a cabo por Piva *et al.*,<sup>174</sup> y Liao *et al.*<sup>147</sup> Ambas investigaciones llevaron a cabo un programa sensorimotor basado en las premisas de Fitzgerald *et al.*<sup>200</sup> pero adaptado al

## 2. Marco contextual

contexto de la rehabilitación tras ATR, así como se combinaron este programa con ejercicios funcionales según la propuesta de Moffet *et al.*<sup>171</sup> o ejercicios de flexibilidad. Más recientemente, otro trabajo es de Roig *et al.*<sup>47</sup> quienes también partieron de los principios de Fitzgerald *et al.*,<sup>200</sup> añadiendo a la intervención, de manera novedosa, entrenamiento con plataforma dinamométrica estos casos,

Hasta el momento, la evidencia al respecto de esta técnica en la rehabilitación tras ATR se reduce a una decena de ensayos clínicos con un seguimiento relativamente corto, normalmente entre tres y seis meses. Recientemente, Moutzori *et al.*<sup>23</sup> publicaron en 2017, una revisión sistemática que probaba la eficacia del entrenamiento propioceptivo en la rehabilitación tras ATR. Sus hallazgos le permitieron afirmar que esta técnica es un complemento ideal para ser utilizada junto a la rehabilitación tradicional. Asimismo, la efectividad de aplicar el entrenamiento sensorimotor como parte de un programa preoperatorio de ATR está todavía por resolver.

### **2.8 Entrenamiento preoperatorio**

Este apartado se inicia con la explicación de qué es el entrenamiento sensorimotor, las bases fisiológicas sobre las que se fundamenta y la evolución histórica de esta intervención. Seguidamente se contextualiza el entrenamiento preoperatorio en la cirugía de artroplastia total de rodilla y se repasan las principales características de las intervenciones llevadas a cabo,

#### **2.8.1 Concepto y evolución histórica**

Desde hace unas décadas, en el campo de la cirugía traumatológica y ortopédica, al igual que ocurre en otros ámbitos quirúrgicos, son comunes los llamados entrenamientos o intervenciones preoperatorias. Se trata de intervenciones basadas

principalmente en el ejercicio físico y la preparación psicológica, que, como su propio nombre indica, se realizan durante el tiempo previo a la cirugía y lo que buscan es dotar a los sujetos de mejores condiciones físicas y mentales para afrontar la cirugía, evitando el declive funcional característicos del tiempo previo a la cirugía.

En este sentido, se ha demostrado que los sujetos en lista de espera para ser intervenidos de ATR, durante este periodo experimentan un empeoramiento de sus capacidades físicas, un aumento de los niveles de dolor y un enlentecimiento de la marcha.<sup>206,207</sup> Psicológicamente, se observó que los sujetos también presentan mayores niveles de estrés, ansiedad, catastrofismo y conductas de miedo-evitación, traducándose en una disminución de la funcionalidad y la calidad de vida.<sup>208</sup>

Además, el tiempo total de demora en la cirugía, puede tener también consecuencias sobre los resultados postoperatorios. Según Fortin *et al.*,<sup>209</sup> cuanto menor sea el tiempo de espera para la ATR, mejores van a ser los resultados funcionales postoperatorios, tanto a los seis como a los doce meses después de la cirugía.

Las primeras aportaciones científicas del entrenamiento preoperatorio surgen a finales del siglo XX de la mano del doctor Nomori,<sup>210</sup> quien evidenció que un entrenamiento de la musculatura respiratoria, previo a cirugía abdominal, era efectivo para reducir las complicaciones postquirúrgicas y mejorar la funcionalidad respiratoria. Durante los siguientes años, se han incrementado las propuestas, aplicándose a diversas áreas quirúrgicas como la traumatológica, la neumología, la cirugía digestiva, ginecológica u oncológica. En 2014, la revisión sistemática de Pouwels *et al.*<sup>211</sup> evidenció que, para cirugía abdominal, el ejercicio físico durante el tiempo preoperatorio era eficaz a la hora de reducir el número de complicaciones postquirúrgicas, mejorar la funcionalidad y aumentar la capacidad pulmonar. Por su parte, diversos estudios también han comprobado que, en cirugías ortopédicas, aplicar ejercicio físico preoperatorio mejora

## 2. Marco contextual

las capacidades funcionales y disminuye las limitaciones a la hora de realizar actividades de la vida diaria.<sup>212</sup> Otros estudios observaron que aplicando un entrenamiento preoperatorio se reduce el tiempo de estancia hospitalaria postquirúrgica.<sup>161</sup>

### 2.8.2 Entrenamiento preoperatorio en ATR

En el campo de la ATR, los primeros entrenamientos preoperatorios se empiezan a implantar a principios del siglo XXI. Estos programas consistían principalmente en ejercicio de fortalecimiento muscular de los miembros inferiores, reeducación de la marcha, técnicas manuales para la ganancia de rango articular y ejercicios funcionales. Uno de los primeros estudios en evaluar los efectos del entrenamiento preoperatorio para ATR fue el de Crowe y Henderson<sup>213</sup> en 2003. En este estudio se proponía un programa de duración variable en función del paciente, y perseguía una mejora física general, un fortalecimiento muscular y mejoras en el rango de movimiento de rodilla. Se evaluó únicamente el tiempo de estancia hospitalaria, observándose mejoras en este aspecto. Posteriormente, se realizaron otros trabajos que midieron también aspectos como la funcionalidad auto-informada, las capacidades físicas, el dolor, la calidad de vida y aspectos psicológicos. La mayoría de estos estudios compararon sus resultados con grupos que no realizaban ninguna intervención, programas educativos o programas de ejercicios domiciliarios.<sup>33</sup>

Con respecto a las intervenciones llevadas a cabo en los entrenamientos preoperatorios, estas se sustentan principalmente en dos paradigmas. El primero de ellos es el del trabajo de la fuerza para miembros inferiores. La premisa de estos programas es la de trabajar la fuerza muscular como herramienta para mejorar la funcionalidad<sup>166</sup> y ejercer de contrapunto a la progresiva pérdida de fuerza muscular en el cuádriceps, que sucede

a lo largo del avance de la OA de rodilla y que incluso se mantiene meses después de la cirugía.<sup>130,168</sup>

El otro paradigma de los entrenamientos preoperatorios, más reciente y por tanto menos evaluado, es el del entrenamiento del equilibrio y la propiocepción. Sabiendo que el equilibrio es una cualidad también mermada a consecuencia de la OA de rodilla, conseguir un adecuado nivel de equilibrio resulta esencial para conseguir buenos niveles funcionales tras la cirugía de ATR.<sup>14</sup>

A continuación, se analizan los antecedentes referentes a estos dos casos: las intervenciones preoperatorias basadas en el entrenamiento de la fuerza y las basadas en el entrenamiento sensorimotor.

### **2.9 Antecedentes: preoperatorios de fuerza y sensorimotor. Estudio de revisión**

El entrenamiento de fuerza es una de las intervenciones más estudiadas dentro de los programas preoperatorios a la ATR. Esta intervención se sustentan en la evidencia del fortalecimiento muscular como herramienta efectiva en la mejora de la funcionalidad y la actuación física,<sup>180,214</sup> siendo especialmente relevantes estos efectos en aquellos sujetos con OA de rodilla que se encuentran a la espera de someterse a la ATR, pues suelen presentar una marcada atrofia de la musculatura del muslo, consecuencia del avance de la condición.<sup>215</sup>

Previo al planteamiento del presente trabajo, se realizó una revisión de los antecedentes en este campo, y se observó que los estudios al respecto llevaron a cabo intervenciones que oscilan entre las tres y las ocho semanas de duración. A pesar de basarse todos en el paradigma del entrenamiento de fuerza, existen ligeras diferencias en la naturaleza y dosis de la intervención. Algunos ejemplos de estos estudios son los siguientes:

## 2. Marco contextual

Rooks *et al.*<sup>216</sup> propusieron un trabajo combinado de fortalecimiento muscular fuera del agua y ejercicio acuático, realizado este programa con una frecuencia de tres veces por semana. Por su parte, Calatayud *et al.*<sup>217</sup> basaron su intervención en un programa de ejercicios de alta intensidad, con la hipertrofia muscular como principal objetivo, evaluando resultados desde el inicio de la intervención preoperatoria hasta tres meses después de la cirugía. En el estudio de Williamson *et al.*<sup>218</sup> se realizó una intervención que combinaba ejercicios de fortalecimiento muscular de miembro inferior con ejercicios de equilibrio y tareas funcionales, comparando estos efectos con los obtenidos al aplicar acupuntura o frente al procedimiento habitual. Por su parte, Evgeniadis *et al.*<sup>219</sup> realizaron su intervención centrada el trabajo de fortalecimiento de tronco y miembros superiores, empleando gomas elásticas. La intervención duró tres semanas y los resultados fueron evaluados tanto de manera preoperatoria como hasta 14 semanas después de la cirugía. Otros autores como Beaupre *et al.*<sup>220</sup> llevaron a cabo una intervención que combinaba el fortalecimiento muscular con ejercicios para la mejora del rango de movimiento. Se evaluaron los resultados en cuanto a funcionalidad, rango de movimiento y estancia hospitalaria, pero no la fuerza muscular.

En cuanto a la efectividad de estos programas, hasta el momento la evidencia es incierta, con resultados heterogéneos entre los distintos estudios que no permiten aclarar la utilidad de aplicar un entrenamiento preoperatoria en la cirugía de ATR. De manera individual, algunos estudios sí que han reportado mejoras en el periodo postoperatorio en lo referente a función física,<sup>217</sup> control postural,<sup>221</sup> y reducción del dolor.<sup>222</sup> Asimismo, también se ha evidenciado que esta intervención es efectiva a la hora de reducir el tiempo de estancia hospitalaria.<sup>213</sup> Sin embargo, las síntesis de estudios cualitativos y cuantitativas muestran que los efectos de las intervenciones preoperatorias en ATR son débiles, sin llegar en la mayoría de los casos a generar cambios

mínimamente detectables sobre la funcionalidad, el dolor y el equilibrio. Por tanto, hasta el momento, no se ha podido determinar si las intervenciones preoperatorias son más efectivas que los protocolos convencionales.<sup>32-34</sup>

Ahora bien, cabe tener en cuenta una serie de limitaciones que presentan estos estudios. Primero, la mayoría de las revisiones coinciden en apuntar la falta de detalles en la descripción de las intervenciones llevada a cabo por los estudios. Según apuntan, en muchos casos no se aporta suficiente información sobre el volumen de tratamiento empleado o la progresión de los ejercicios.<sup>32,34</sup> Otra de las limitaciones radica en la heterogeneidad de los tiempos de intervención, ya que existen preoperatorios desde las tres a las ocho semanas de duración. Además, los estudios carecen de seguimientos a largo plazo, midiendo los resultados únicamente durante un periodo no superior a las ocho semanas postoperatorias. Además, se cree que es en este momento cuando más influyen los factores inherentes a la operación quirúrgica, pudiendo enmascarar las ganancias obtenidas por el entrenamiento preoperatorio.

Otro tipo de intervención preoperatoria, aunque todavía menos abundantes en cuanto a número de publicaciones, es el entrenamiento sensorimotor.

Con la intención tanto de ampliar el conocimiento existente sobre el entrenamiento sensorimotor en artroplastia total de rodilla, como de determinar necesidades de investigación, en este trabajo se analizaron los antecedentes del entrenamiento sensorimotor en artroplastia total de rodilla y se sintetizó de manera sistemática sus efectos en estos pacientes. Asimismo, se amplió el tema de estudio a la artroplastia total de cadera, pues el protocolo de ejercicios y los objetivos de este son muy similares a los que se aplican en ATR. El trabajo fue publicado en 2018 en la revista científica *Gait & Posture*,<sup>204</sup> y forma parte integrante de la investigación llevada a cabo en el desarrollo de este doctorado. Si bien a modo de exposición de los antecedentes en este marco

## 2. Marco contextual

contextual se introducen algunos resultados que justifican el trabajo de investigación, los métodos de revisión y los resultados propios de la misma serán expuestos en los capítulos dedicados a tal efecto.

El trabajo de síntesis muestra que la mayoría de los ensayos clínicos previos en esta materia midieron sus resultados de manera exclusiva en el postoperatorio temprano (menos de seis meses después de la cirugía), siendo muy pocos los estudios que prolongaron la evaluación de los efectos a los 6 o 12 meses postquirúrgicos. Por otro lado, la única síntesis realizada por otros autores antes de esta investigación, para resolver la efectividad del entrenamiento sensorimotor en ATR, fue de tipo cualitativa,<sup>23</sup> no habiendo ninguna síntesis cuantitativa hasta la realización de la presente tesis.

Más importante parece el hecho de que la evidencia es todavía escasa, con solo tres artículos previos publicados. Concretamente, Gstoettner *et al.*<sup>37</sup> fueron los pioneros en el entrenamiento sensorimotor previo a la ATR. Su programa preoperatorio duró seis semanas y combinó ejercicios de propiocepción y estiramientos. El grupo control no realizó ninguna intervención preoperatoria. Los hallazgos dedujeron diferencias significativas postoperatorias en el equilibrio, pero no en la funcionalidad, a favor del grupo sensorimotor. Durante el periodo preoperatorio no se hallaron diferencias entre grupos. Por su parte, Huber *et al.*<sup>36</sup> propusieron una intervención que combinó un protocolo de entrenamiento neuromuscular (Programa NEMEX-TJR) con un programa educacional, y compararon sus efectos frente a un grupo control que sólo realizó el programa educacional. Se midieron resultados postoperatorios hasta un año después de la cirugía. No se encontró que el grupo experimental mostrara una recuperación más favorable que el control después de la operación. Finalmente, Villadsen *et al.*<sup>35</sup> llevaron a cabo una intervención muy similar a la anterior, con un seguimiento postoperatorio menor, de tres meses, pero añadieron la medición de otros test funcionales como el de

caminar 20 minutos, o el test de realizar flexiones de rodillas durante 30 segundos. No se observaron mejoras significativas durante el preoperatorio. Después de la operación, sólo la funcionalidad mostró diferencias significativas.

Como sugieren los resultados de síntesis tanto cualitativa como cuantitativa (ver capítulo de resultados) los hallazgos de los estudios resultaron inconcluyentes. Por tanto, la literatura revisada sugiere que el entrenamiento preoperatorio sensorimotor está poco estudiado si lo se compara con otros tipos de intervención preoperatoria en ATR, como los programas de fortalecimiento muscular o de ejercicios funcionales.

Los hallazgos de nuestra revisión dedujeron que el entrenamiento sensorimotor implementado de manera postoperatoria es una terapia efectiva que puede emplearse en combinación a la rehabilitación tradicional en ATR para mejorar el equilibrio y la funcionalidad. Las mejoras tienen un tamaño de efecto grande durante el periodo postoperatorio temprano, y se mantienen en el seguimiento a medio plazo con un tamaño de efecto moderado. De esta forma, se corroboró lo obtenido en investigaciones anteriores, justificando la inclusión del entrenamiento sensorimotor dentro de la rehabilitación tradicional tras ATR. Sin embargo, en cuanto a la aplicación de esta intervención durante el preoperatorio, los resultados obtenidos no fueron ni consistentes ni concluyentes, sobre todo debido a la escasez de estudios y a metodologías no consistentes entre los estudios disponibles, siendo necesarios más estudios para poder esclarecer su efectividad. A posteriori de la publicación llevada a cabo por nuestro equipo, se han publicado otras, como es el caso de Doma *et al.*<sup>223</sup> quienes obtuvieron resultados similares, corroborando los efectos de este tratamiento sobre el equilibrio y la funcionalidad auto-informada, apuntando que también tiene efectos con respecto a las capacidades funcionales. Y lo que parece más importante, hasta la fecha no se ha

## 2. Marco contextual

estudiado la propuesta que combine un programa de fortalecimiento con un entrenamiento sensorimotor.

# **CAPÍTULO 3: JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### 3. Justificación, hipótesis y objetivos

#### 3.1 Justificación

La cirugía de ATR se plantea como la técnica de elección para los casos de OA de rodilla severa. A pesar de que se reportan excelentes resultados en cuanto a alivio del dolor y mejora de la calidad de vida,<sup>13</sup> la literatura científica apunta que un importante porcentaje de pacientes experimenta alteraciones funcionales los meses posteriores a la cirugía.<sup>131</sup> En este sentido, se ha descrito que la fuerza muscular y el equilibrio se ven afectados tras la operación, requiriendo de largos periodos para su recuperación, pudiendo alargarse en algunos casos, más allá de los doce meses. Estas alteraciones suponen de importantes restricciones de la funcionalidad en los individuos y disminución su calidad de vida.<sup>20,154,218</sup>

En vista de estos acontecimientos, se proponen los programas de rehabilitación funcional postoperatoria, siendo el ejercicio físico una pieza clave dentro de estos para conseguir mejoras en la función física, el equilibrio y la funcionalidad de los individuos, tratando así de aminorar las limitaciones postoperatorias.<sup>171,202</sup> El fortalecimiento muscular y el entrenamiento sensorimotor son dos de las estrategias más comúnmente utilizadas para este fin. Ambas estrategias han demostrado efectos clínicamente positivos cuando se aplican en el periodo postoperatorio de la ATR, siendo menor la evidencia que se tiene a día de hoy con respecto a aplicarlas de manera previa a la cirugía.<sup>23,224</sup> El fortalecimiento muscular ha sido tradicionalmente la intervención más empelada y de la que más evidencia científica se tiene al respecto. Sin embargo, los resultados no ofrecen indicios claros de que sea efectiva a la hora de mejorar la situación clínica postoperatoria de los pacientes, observándose sólo pequeños efectos en algunos estudios.<sup>32-34</sup> Bien es cierto que las características y el volumen de las intervenciones son heterogéneas, lo que limita la interpretación de la síntesis global de resultados. Por otro lado, se carece de resultados en el seguimientos a corto plazo (más

### 3. Justificación, hipótesis y objetivos

de un año de seguimiento después de la cirugía) en la mayoría de los estudios, así como las intervenciones experimentales han sido comparadas con grupos control que, en su mayoría, no realizan intervenciones preoperatorias o se basan en tratamientos pasivos (acupuntura, programas de educación).

Por su parte, el entrenamiento sensorimotor está especialmente enfocado a la mejora del equilibrio, el cual, se considera un factor clave en la recuperación funcional tras ATR.<sup>15</sup> Pese a que investigaciones recientes demuestran su eficacia como tratamiento complementario al programa habitual en el postoperatorio de ATR,<sup>23,223</sup> la evidencia de esta intervención aplicada en el periodo preoperatorio es todavía escasa, con metodologías no consistentes, y que no arroja datos esclarecedores sobre su efectividad. Asimismo, estos programas de intervención se componen únicamente de trabajo sensorimotor, no teniendo evidencia acerca de la combinación de éste con otro tipo de ejercicio físico, como el fortalecimiento muscular. Por tanto, se observa que la literatura científica actual carece de estudios que evalúen los efectos de una intervención preoperatoria a la cirugía de ATR, que combine el fortalecimiento muscular con el entrenamiento sensorimotor, comparando sus efectos frente a los inducidos por una intervención preoperatoria activa (realizando ejercicio físico), con un seguimiento de al menos un año de evolución.

### 3.1 Hipótesis

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se plantea la siguiente hipótesis para esta tesis doctoral:

*“Una intervención preoperatoria que combine, tanto trabajo de fortalecimiento de miembros inferiores, como trabajo sensorimotor, inducirá mayores beneficios en el equilibrio y la funcionalidad, en aquellos sujetos que van a ser intervenidos de artroplastia total de rodilla, que los derivados de un programa exclusivo de fortalecimiento o por los protocolos convencionales”.*

### 3.2 Objetivos

Para dar respuesta a la hipótesis del estudio, se establecen los siguientes objetivos principales.

**OP1.** Evaluar los efectos que produce una intervención preoperatoria que combine el entrenamiento de fuerza y el sensorimotor sobre el equilibrio y la funcionalidad de sujetos que serán intervenidos de artroplastia total de rodilla.

**OP2.** Comparar dichos efectos frente a los inducidos por la realización de un entrenamiento preoperatorio de fuerza y frente a los protocolos convencionales.

Como objetivos secundarios, se plantean los siguientes:

**OS1.** Evaluar y comparar los efectos de las intervenciones propuestas en aspectos como la función física de la rodilla, movilidad general, equilibrio y salud auto-informada, tanto inmediatamente antes de la cirugía, como después de la misma, en este último caso, en el periodo postoperatorio temprano (6 semanas) y transcurrido un año.

### 3. Justificación, hipótesis y objetivos

**OS2.** Sintetizar la evidencia disponible sobre los efectos que el entrenamiento sensorimotor induce en sujetos con osteoartritis severa de rodilla y que han sido o serán intervenidos de artroplastia total.

# **CAPÍTULO 4: MATERIAL Y MÉTODOS**

## 4. Material y métodos

## **4.1 Introducción a los materiales y métodos**

Para dar respuesta a la hipótesis planteada, inicialmente se realizó una revisión sistemática de la literatura con meta-análisis que evaluó la evidencia disponible sobre los efectos del entrenamiento sensorimotor en artroplastia total de rodilla y cadera. Los hallazgos de dicho trabajo derivaron en el diseño e implementación de un ensayo clínico aleatorizado, que se orientó a determinar los efectos que induce el entrenamiento sensorimotor, en combinación con un programa de fortalecimiento muscular, cuando se realiza de manera previa a la cirugía de ATR en sujetos con OA de rodilla. Los detalles metodológicos son expuestos en los siguientes apartados.

## **4.2 Revisión sistemática con meta-análisis**

### **4.2.1 Diseño del estudio**

Se realizó la revisión sistemática con meta-análisis siguiendo los criterios establecidos en el estamento *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).<sup>225</sup> La metodología y protocolo fueron registrados prospectivamente en el *International Prospective Register of Systematic Reviews* de la Universidad de York, conocido como Prospero, con número de registro CRD-42016053021.<sup>226</sup>

### **4.2.2 Pregunta de revisión**

¿El entrenamiento sensorimotor, en combinación al tratamiento habitual, es efectivo en pacientes intervenidos por artroplastia total de rodilla o cadera?

### **4.2.3 Proceso de selección**

Los criterios de inclusión aplicados fueron los siguientes:

- Ensayos clínicos aleatorizados.

#### 4. Material y métodos

- Publicados desde el inicio.
- Con participantes intervenidos por artroplastia total de rodilla o cadera.
- Con intervenciones similares para los grupos experimental y de control, consistentes bien en un procedimiento estándar, o bien en una intervención no activa.
- El grupo experimental debía de implementar un programa adicional o diferenciador, específicamente orientado a mejorar la propiocepción y el equilibrio.
- El programa experimental debía estar caracterizado con alguno de los apelativos siguientes: propioceptivo, neuromuscular, sensorimotor o de equilibrio
- Tiempo mínimo de intervención de 2 semanas o 6 sesiones.
- Evaluación de al menos una de las siguientes variables: funcionalidad autoinformada, equilibrio, función física de la rodilla, dolor, caídas o calidad de vida.

##### 4.2.4 Bases de datos y estrategia de búsqueda

Se consultaron diversas bases de datos electrónicas como: MEDLINE, EMBASE, Cochrane Library, PEDro y Scopus. Las búsquedas bibliográficas se iniciaron en diciembre de 2017, con literatura publicada desde el inicio. Se combinaron estrategias de búsqueda más globales, como la descrita por Higgins & Green,<sup>227</sup> y otras más exhaustivas, como la estrategia PICO.<sup>228</sup> En ambos casos, se incluyeron términos (en inglés) referentes a la intervención (*proprioceptive training, proprioceptive program, balance training, balance exercises, sensory-motor*) al tipo de pacientes (*total knee replacement OR total knee arthroplasty OR total hip replacement, total hip arthroplasty*) y al tipo de estudio (*randomized controlled trial*). Los términos de un mismo grupo se relacionan con el operador booleano OR, y los distintos grupos de términos lo hicieron con el AND. Dos investigadores realizaron independientemente la selección de los artículos, que se produjo en tres fases:

1. Introducción de las estrategias de búsqueda y eliminación de artículos duplicados
2. Lectura de título y resumen de los artículos encontrados
3. Lectura a texto completo de los artículos preseleccionados.

### **4.2.5 Extracción de los datos y variables de interés**

De los artículos seleccionados, se extrajo información genérica de los estudios: autores, título y año de publicación; datos del diseño del estudio: cegamiento, aleatorización, asignación, grupos; datos referentes a las intervenciones: número de participantes de cada grupo, naturaleza de la intervención, duración, tiempos de medición; y resultados de las intervenciones. En cuanto a las variables evaluadas, el equilibrio y la funcionalidad auto-informada fueron categorizadas como variables primarias.

### **4.2.6 Evaluación del riesgo de sesgo**

La evaluación del riesgo de sesgo fue llevada a cabo mediante la *Cochrane Risk Assessment of Bias Tool*, que es el método recomendado por la Cochrane y el utilizado en sus revisiones sistemáticas.<sup>229</sup> Esta se comprende de cinco dominios: sesgo de selección, sesgo de realización, sesgo de detección, sesgo de desgaste y sesgo de notificación. En todos los casos se juzgó cada uno de los dominios en los artículos y se expuso los argumentos para tales juicios.

### **4.2.7 Análisis de los datos**

Este trabajo incluyó síntesis tanto cualitativa como cuantitativa de los artículos incluidos. Para la síntesis cuantitativa, se emplearon las medias y las desviaciones estándar de las variables de interés. En caso de que un artículo utilizara varias escalas de medición para la misma variable, se escogió aquella escala que era más utilizada en el

#### 4. Material y métodos

total de artículos. El tamaño de efecto también fue recogido cuando estaba disponible. Debido a la heterogeneidad de las escalas de medición, los resultados se presentaron como diferencia de medias estandarizadas (DME). La DME fue considerada como baja ( $<0,2$ ), moderada (de  $0,2$  a  $0,8$ ) o elevada ( $>0,8$ ).<sup>230</sup>

Los resultados fueron comparados con el modelo de efectos aleatorios, asumiendo que el efecto real puede variar en función de la heterogeneidad del diseño del estudio. La heterogeneidad fue calculada utilizando el estadístico  $I^2$ , y se consideró que ésta era de moderada a alta si superaba el 50%. Los intervalos de confianza se establecieron en el 95%.

A la hora de presentar los resultados, los datos se agruparon en las diferentes variables de interés del estudio. Para una mejor comprensión, los artículos fueron divididos en dos subgrupos, en función de si realizaban una intervención preoperatoria o postoperatoria. Así como también se estratificó en función del tiempo de medición, si estos recogían los resultados del seguimiento a corto plazo (6-12 semanas después de la ATR), a medio (6-12 meses después de la ATR) o a largo (más de 12 meses después de la ATR).

### **4.3 Ensayo clínico aleatorizado**

#### **4.3.1 Diseño del estudio**

Se diseñó un ensayo clínico aleatorizado, prospectivo, a tres brazos. Los participantes fueron asignados de manera aleatoria a uno de los siguientes grupos de intervención: grupo control, grupo fortalecimiento muscular (FM), y grupo fortalecimiento muscular más entrenamiento sensorimotor (FM+S), siendo éste el grupo experimental.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del servicio de rehabilitación del *Hospital Clínic Universitari de València* (Avenida Blasco Ibáñez 17, Valencia) en el tiempo comprendido entre septiembre de 2016 y julio 2019. La recogida de muestra se inició en enero de 2017.

#### **4.3.2 Conformidad con aspectos éticos. Registro del ensayo**

El estudio fue autorizado por el *Comité Ético de Investigación Clínica* (CEIC) del *Hospital Clínic Universitari de València* y por su comité científico, reunido en fecha de 26 de mayo de 2016 y número de aprobación 26052016, que certificó que el diseño reúne las características adecuadas referentes a información de los pacientes, cumpliendo con los principios éticos sobre investigaciones médicas y biomédicas en seres humanos, establecidos por la Declaración de Helsinki de 1964 y sus posteriores revisiones (Octubre 1975, Tokio, Japón), (Octubre 1983, Venecia, Italia), (Septiembre 1989, Hong Kong), (Octubre 1996, Somerset West, Sudáfrica), (Octubre 2000, Edimburgo), (Octubre 2008 Seúl, Corea), la última de ellas, la enmienda de la Asamblea General celebrada en Fortaleza, Brasil, en octubre de 2013. Asimismo, también se cumplió con la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos del Hombre de la Unesco y los acuerdos del Protocolo Adicional del Consejo de Europa para la protección de los Derechos del Hombre y de la dignidad del ser

#### 4. Material y métodos

humano frente a las aplicaciones de la biología y de la medicina acordado en París 12 de enero de 1998 y ratificado el 23 de Julio de 1999 (Véase Anexo 1).

Durante todo el proceso de investigación se aseguró la privacidad y la confidencialidad de los datos de los participantes, cumpliendo con la normativa de protección de datos. Todos los datos referentes a su historial médico fueron única y exclusivamente usados con carácter científico, sin divulgar datos personas que pudieran hacer alusión a su persona.

El protocolo del estudio fue prospectivamente registrado (clinicaltrials.gov id. NCT02995668) y fue publicado en abierto también de manera prospectiva para reducir el riesgo de sesgo e implementación en la revista *Clinical Trials in Orthopedic Disorders*.<sup>226</sup>

No se realizaron cambios sustanciales con respecto a los métodos publicados en el protocolo.

##### 4.3.3 Muestra

###### Selección de los participantes

El servicio de traumatología del *Hospital Clínic Universitari de València* se encargó de facilitar una lista, de carácter confidencial, con los pacientes en lista de espera a someterse a la cirugía de ATR, siendo esots, potenciales participantes del estudio. Para formar parte del mismo, debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión:

- Edad comprendida entre 60 y 80 años.
- Diagnosticados de OA de rodilla severa bajo criterios clínicos y radiológicos.
- Estar en lista de espera para ser intervenidos quirúrgicamente de ATR en el *Hospital Clínic Universitari de València*.

- Tener disponibilidad horaria para llevar a cabo un entrenamiento preoperatorio de 12 sesiones en las instalaciones del hospital.

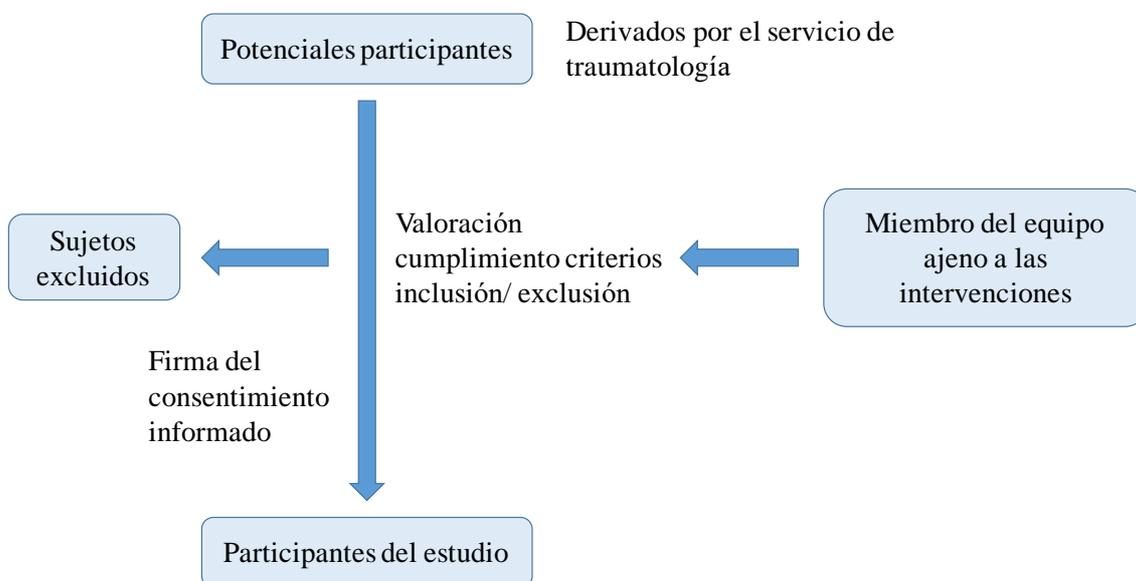
Al mismo tiempo, no debían presentar ninguno de los siguientes criterios de exclusión:

- Condición cognitiva inferior a 20 en la versión española de Lobo Mini-Mental State Examination, que impidiera del entendimiento del estudio o seguimiento del mismo.<sup>231</sup>
- Puntuación en la escala Berg Balance Scale inferior a 21, indicando alto riesgo de caídas.<sup>232</sup>
- Condiciones centrales o vestibulares que puedan alterar la capacidades de equilibrio, así como condiciones que alteran la capacidad contráctil motora.
- Infecciones postquirúrgicas o cualquier otra complicación que puedan contraindicar la rehabilitación.

Un miembro del equipo fue el encargado de contactar telefónicamente con los potenciales participantes para concertar una visita donde se valoraba la posibilidad y viabilidad de incluirlos en el estudio.

Los participantes fueron informados de la naturaleza del estudio, sus objetivos, obligaciones y posibles riesgos asociados, tanto de manera verbal como por escrito. Asimismo, también se les informó de la posibilidad de abandonar el estudio de manera voluntaria en cualquier momento. Una vez conocedores del estudio, se les pidió que firmaran el documento de consentimiento para ser participantes de la investigación. Este documento de consentimiento informado se puede encontrar en el Anexo 2. La figura 4.1 resume el proceso de selección de los participantes.

## 4. Material y métodos



**Figura 4.1:** Esquema del proceso de selección de los participantes

### 4.3.4 Aleatorización y asignación

Un miembro del equipo investigador, cegado a las intervenciones y valoraciones de los participantes, se encargó de la aleatorización de los participantes a uno de los tres grupos del estudio. Con el programa informático Matlab®, se generó una secuencia numérica aleatoria que se utilizó para asignar el grupo a los consecutivos sujetos que accedían a participar en el estudio.

Uno de los miembros del equipo de investigación, ajeno a las intervenciones y valoraciones que se aplicaban a los participantes, fue el encargado de comunicar a los pacientes, vía telefónica, el grupo que se les había asignado, así como las indicaciones quirúrgicas que tenía que llevar a cabo. Los programas o intervenciones preoperatorias presentaron distintos diseños según grupo, y se detallan con detenimiento en las próximas secciones.

### Enmascaramiento

El enmascaramiento de la investigación consiste en un doble ciego, en el que el investigador encargado de la evaluación de los participantes y recolección de datos

permanecía cegado al grupo que estaban asignados. Asimismo, la asignación de la intervención de los participantes fue ciega. Se pidió a todos los participantes del estudio que no revelaran el grupo de pertenencia ni dieran detalles de la intervención que recibían a fin de mantener la naturaleza del enmascaramiento. Las personas encargadas de llevar a cabo la intervención no estaban cegadas, ya que eran conocedoras de la naturaleza de la intervención que estaban aplicando y además, participaron en su diseño. Por otro lado, el enmascaramiento de los participantes no se pudo asegurar, ya que por regulación fueron informados de las características del estudio, lo cual supuso la posibilidad de hacerles conocedores de las distintas intervenciones que se aplicaban. Ahora bien, se hizo todo el esfuerzo posible para no revelar el grupo al que habían sido asignados.

#### **Cálculo del tamaño de la muestra**

La estimación del tamaño de la muestra necesaria para dotar al ensayo de poder adecuado fue calculado a partir de la variable primaria escala de Berg, considerando los resultados que se esperan obtener a las seis semanas postquirúrgicas. Basándonos en anteriores trabajos del propio equipo de investigación,<sup>233</sup> que evaluaron la eficacia de un programa postoperatorio de equilibrio tras ATR, en el cual la diferencia entre grupo experimental y control fue superior al cambio mínimo detectable (CMD) de cinco puntos en el resultado primario,<sup>234</sup> y estableciendo un nivel de  $\alpha=0,05$  y de  $\beta=0.02$ , se realizó una estimación con la herramienta G\*Power 3.1. Se consideró que el grupo experimental conseguiría una mejora diferencial que estaría cinco puntos por encima de la conseguida por el grupo control en tal escala. En base a esto, se estimó que se requería un tamaño de la muestra de 21 participantes por grupo para proporcionar una potencia superior al 80%. Teniendo en cuenta una tasa de abandono estimada del 20%

#### 4. Material y métodos

durante el estudio, se dedujo necesario reclutar un mínimo de 78 participantes, que serían aleatoriamente asignados a uno de los tres grupos de intervención.

##### **4.3.5 Intervenciones**

###### **Diseño de los protocolos**

Esta investigación consiste en un estudio a tres brazos: grupo control, grupo FM y grupo FM+S. Durante el tiempo preoperatorio, los participantes de los dos últimos grupos realizaron un programa de entrenamiento preoperatorio; mientras que los integrantes del grupo control no realizaron intervención preoperatoria y se adhirieron a los protocolos convencionales en ATR. La intervención quirúrgica, así como el protocolo rehabilitador tras ATR fue el mismo para los tres grupos, tal y como queda resumido en la Tabla 4.1. De esta forma, los tres grupos se diferenciaban únicamente en las intervenciones preoperatorias. Los detalles de las intervenciones pre y postoperatorias se encuentran en los siguientes apartados.

La intervención e implementación de cada grupo fue dirigida y supervisada por tres fisioterapeutas independiente, contando cada uno de ellos con más de 15 años de experiencia en el ámbito ortopédico. El fisioterapeuta encargado de cada grupo fue el mismo en la intervención pre y postoperatoria.

Los procedimientos se estandarizaron y se probaron en forma piloto para garantizar el reclutamiento de participantes, la evaluación de resultados, el manejo y manejo de datos y la seguridad. Se planificó una verificación de los procedimientos por períodos de seis meses, a través de la observación y las reuniones para garantizar la reproducibilidad de los protocolos y su consistencia.

**Tabla 4.1:** Resumen de las intervenciones llevadas a cabo por cada grupo

Grupo	Programa preoperatorio	Técnica quirúrgica	Programa postoperatorio
Grupo control	-	ATR	Cuidados hospitalarios + rehabilitación hospitalaria
Grupo FM	Fortalecimiento muscular	ATR	Cuidados hospitalarios + rehabilitación hospitalaria
Grupo FM+S	Fortalecimiento muscular + Sensorimotor	ATR	Cuidados hospitalarios + rehabilitación hospitalaria

FM: Fortalecimiento muscular; SM: Sensorimotor; ATR: Artroplastia total de rodilla

### **Intervención preoperatoria del grupo control**

El grupo control no realizó ningún programa preoperatorio y sirvió de comparador con intervención no activa. A los integrantes de este grupo, se les pidió que siguieran con sus actividades cotidianas hasta la fecha de la cirugía.

### **Intervención preoperatoria del grupo de fortalecimiento muscular**

El grupo FM sirvió de comparador activo, realizando un programa preoperatorio de fortalecimiento muscular, basado en la incorporación de cargas resistivas progresivas según las indicaciones de la conocida técnica de musculación de DeLorme y Watkins.<sup>235</sup> Esta técnica, que surge en América en la década de los 40, es uno de los tipos de entrenamiento más comúnmente utilizados para trabajar la fuerza. Se busca una respuesta de hipertrofia muscular a partir de aumentar progresivamente la resistencia con la que se realizan los ejercicios.

El trabajo de fortalecimiento muscular es una de las estrategias más comúnmente utilizadas en los programas preoperatorios de ATR.<sup>236</sup> Esta técnica ha demostrado ser efectiva para mejorar la funcionalidad y reducir el dolor antes de la cirugía.<sup>237</sup>

El programa se desarrolló en 12 sesiones, llevado a cabo en días alternos, y con una duración de 30-45 minutos cada sesión. Dentro de cada sesión, podemos diferenciar tres partes. La primera es la de calentamiento, y sirve de preparación para la musculatura. Se

#### 4. Material y métodos

realizaban ejercicios para la musculatura del cuádriceps, isquiotibiales, abductores y aductores de cadera, en tres series de 10 repeticiones, con cargas del 50% de las 10 repeticiones máximas (10RM). Por 10 RM entendemos que es el peso máximo que una persona puede levantar durante 10 repeticiones. La segunda parte de la sesión, la parte principal, iba dirigida a la mejora de la musculatura anteriormente mencionada, aumentando progresivamente las cargas hasta alcanzar el 10 RM. Las cargas se adaptan a las posibilidades de los participantes, buscando el máximo rendimiento, pero evitando dolor y fatiga. La parte de vuelta a la calma es la última, y en ella, se combinan estiramientos estáticos con crioterapia. En la Tabla 4.2 se detallan las características de los ejercicios realizados.

#### **Intervención preoperatoria del grupo de fortalecimiento muscular más entrenamiento sensorimotor**

El grupo experimental llevó a cabo el mismo programa de fortalecimiento muscular que el grupo FM, pero aumentándolo con un programa de entrenamiento sensorimotor.

Este programa se fundamentó en los principios propuestos por Fitzgerald *et al*<sup>238</sup> para el entrenamiento sensorimotor en OA de rodilla, y en las posteriores adaptaciones de Piva *et al.*,<sup>239</sup> Liao *et al.*,<sup>240</sup> así como en las de nuestro equipo investigador en un trabajo de tesis doctoral ya finalizado,<sup>233</sup> para el entrenamiento sensorimotor en pacientes intervenidos por ATR.

El programa se aplicó un total de 12 sesiones, en días alternos. Cada sesión se componía de 30-45 minutos de trabajo fortalecimiento muscular, llevado a cabo de la misma manera que en el grupo FM; al cual, se le añadía 15-20 minutos de entrenamiento sensorimotor. El tiempo total de cada sesión era de 45-65 minutos

**Tabla 4.2:** Programa de fortalecimiento muscular

<b>Ejercicio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis</b>	<b>Semanas</b>
Movilizaciones activas resistidas de extensión	Paciente en sedestación	3 x 10 repeticiones ( ½ del 10 RM ) Descanso 1'	1 - 4
Trabajo isotónico de cuádriceps en silla de Colson.	El recorrido de la articulación de la rodilla va desde 0° a 90° de flexión con flexión dorsal de tobillo	3 x 10 repeticiones (10 RM ) Descanso 1'	1 - 4
Isométricos de cuádriceps	Decúbito Supino a -15° de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo	Series 6'' Descanso de 1,5'	1 - 4
Movilizaciones activas resistidas de flexión de rodilla	Paciente en sedestación	3 x 10 repeticiones ( ½ del 10 RM ) Descanso 1'	1 - 4
Trabajo de isquiotibiales en silla de Colson	El recorrido de la articulación va de 0° de extensión a 90° de flexión	3 x 10 repeticiones (10 RM ) Descanso 1'	1 - 4
Elevaciones en decúbito lateral para abducción de cadera	Pierna en extensión	5'	1 - 4
Elevaciones ejercicios de aducción	Pierna en extensión	5'	1 - 4
Bicicleta estática		10'	1 - 4
Estiramientos	Cuádriceps e isquiotibiales		1 - 4
Crioterapia		10'	1 - 4

#### 4. Material y métodos

El programa de entrenamiento sensorimotor combinaba ejercicios propioceptivos, que buscan aumentar la aferencia sensitiva; con otros que suponen la realización de movimientos activos para mantener el equilibrio. La dificultad de los ejercicios del programa iba aumentando a medida que avanzaban las semanas. Durante las dos primeras semanas, los ejercicios consistían en dar pasos en diferentes tipos de marcha: lateral, en trenza y en tándem; con el objetivo de mejorar el equilibrio dinámico y la capacidad de marcha. A partir de la tercera semana, las marchas pasaban a ser de tres pasos, y se incluyeron también múltiples cambios de dirección, ejercicios sobre superficies de goma-espuma y trabajo de equilibrio con la placa de Bohler. Durante la cuarta semana, se abandonaron los ejercicios de marcha, sustituyéndose por ejercicios de equilibrio en carga, límites de estabilidad, y cambios de peso; basándonos en los buenos resultados logrados en trabajos anteriores.<sup>233</sup> Los detalles de la intervención de cada semana se recogen en la Tabla 4.3.

##### **4.3.6 Protocolo quirúrgico**

El protocolo quirúrgico fue el mismo para todos los participantes y consistió en la cirugía de artroplastia total de rodilla unilateral primaria, con cementación estandarizada. Se utilizó en todos los casos una prótesis con estabilización posterior, y la rótula fue remplazada en todos los participantes. La incisión se realizó por la línea media anterior, e inmediatamente antes de la misma se efectuó el torniquete en forma estéril, retirándose al finalizar la cementación del implante (entre 55 y 65 minutos). El mismo cirujano ortopédico, con más de 20 años de experiencia, realizó las cirugías. Se aplicó el mismo modelo de prótesis a todos los participantes, mientras que el tamaño se ajustó teniendo en cuenta la cobertura ósea, así como la anatomía y la morfología de los pacientes.

**Tabla 4.3:** Programa sensorimotor

Ejercicio	Descripción	Propósito	Dosis	Semanas			
				1	2	3	4
Pasos a los lados	Pasos de derecha a izquierda y viceversa. Dos en cada dirección. En caso de facilidad progresar con obstáculos bajos o con Tera-Band en los tobillos	Equilibrio dinámico y capacidad de marcha	5'	x	x		
Caminar en trenza	Pasos alternados y cruzados adelante y atrás mientras se desplaza lateralmente, primero a la derecha y luego a la izquierda. Dos veces en cada dirección.	Equilibrio dinámico y capacidad de marcha	5'	x	x		
Caminar en tándem	Pasos en tándem alternando la pierna en cada paso. 3 pasos adelante y tres pasos atrás	Equilibrio dinámico y capacidad de marcha	5'	x	x	x	
Pasos cruzados	Mismo ejercicio que en trenza pero en este caso el paciente camina adelante y atrás	Equilibrio dinámico y capacidad de marcha	5'	x	x	x	
Múltiples cambios de dirección	El terapeuta insta al paciente a caminar en distintas direcciones aleatorias de forma continuada. Se puede indicar la dirección con la voz o con señales manuales	Mejora postural, propiocepción y capacidad de marcha	5'		x	x	x
Actividades en Foam <sup>(1)</sup>	El paciente se coloca sobre una superficie blanda de foam. El terapeuta intenta descompensar el equilibrio del paciente.	Mejora postural, propiocepción y capacidad de marcha	5'			x	x
Tabla de equilibrio o plato de Bohler <sup>(2)</sup>	El paciente coloca ambos pies sobre la tabla e intenta mantener el equilibrio. El terapeuta puede incrementar la dificultad cambiando direcciones	Mejora de propiocepción y control de equilibrio para estabilización postural	5'			x	x
Tabla Roller	Un pie sobre la tabla y el otro en el suelo. Realizar cambios de dirección para mantener el pie en la tabla. Progresión puede avanzar hasta ponerse de pie en última instancia.	Mejora de propiocepción y control de equilibrio para estabilización postural	5'			x	x
Ejercicios en plataforma dinamométrica	Estabilidad postural, límites de estabilidad y cambios de peso	Mejora de propiocepción y control de equilibrio para estabilización postural	5'			x	x

#### 4. Material y métodos

Con respecto a la marca de la prótesis utilizada, esta información queda cubierta por la normativa del código de ética del hospital, que prohíbe facilitar información con relación al material sanitario con fines comerciales.

##### 4.3.7 Protocolo fisioterapia postoperatoria

El protocolo de rehabilitación postquirúrgica fue común para todos los grupos. Este se componía de dos fases: cuidados agudos hospitalarios y rehabilitación funcional hospitalaria.

- Fase cuidados agudos hospitalarios: Esta se inició el día después de la operación y duró hasta el día en que el paciente recibía el alta hospitalaria, que oscilaba entre el tercer y el quinto día después de la cirugía. Las intervenciones realizadas durante esta fase se recogen en la Tabla 4.4.
- Fase rehabilitación funcional hospitalaria: Esta fase se iniciaba aproximadamente dos semanas después de la operación quirúrgica, llevándose a cabo en el Gimnasio de Rehabilitación del *Hospital Clínic Universitari de València*. El protocolo consistía en 12 sesiones, de 45 minutos de duración cada una de ellas, y con una frecuencia de 3 días alternos a la semana. Cada una de estas sesiones se componía de cuatro periodos: calentamiento, fuerza, funcionalidad y equilibrio y enfriamiento.

**Tabla 4.4:** Intervenciones de la fase de cuidados agudos hospitalarios

Intervención	Descripción	Dosis
Medicación	Medicación analgésica y antiinflamatoria	2-3 veces al día
Frío local	Aplicado sobre la rodilla	10' al día
Movilización pasiva	Movilidad pasiva de flexión y extensión de rodilla	3'
Ejercicio isométrico de cuádriceps	Paciente en decúbito supino a -15° de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo	Series de 6'' 3 x 10 Descanso 1'

La Tabla 4.5 recoge la información referente las intervenciones realizadas en la fase de rehabilitación funcional. La progresión en la dificultad de los ejercicios y la carga aplicada fue supervisada por el fisioterapeuta a cargo del grupo, y fue implementada según tolerancia del paciente, siempre evitando la fatiga y el dolor elevado. Una vez finalizada las 12 sesiones de rehabilitación funcional, el protocolo de fisioterapia postoperatoria se consideraba concluido.

### **4.3.8 Protocolo de valoración**

Las valoraciones se llevaron a cabo tanto en la Sala de Seminarios como en el Gimnasio del Servicio de Rehabilitación del *Hospital Clínic Universitari de València*. Un miembro del estudio, ajeno a la asignación de los grupos, fue el encargado de llevar a cabo las evaluaciones. Estas se realizaron individualmente, y fueron protocolizadas, de modo que el orden de los test fue siempre el mismo: primero se cumplimentaba el cuestionario KOOS, posteriormente se realizaban los test de equilibrio y funcionalidad, y por último, las pruebas de función física (rango de movimiento y fuerza extensora de rodilla). De esta manera, se trataba de evitar que la fatiga ocasionada por el test de fuerza extensora de rodilla pudiera afectar a la actuación de los test de equilibrio. Las valoraciones tuvieron una duración media de 30 minutos y fueron llevadas a cabo en días distintos a cuando los sujetos tenían sesión de intervención pre o postoperatoria. Para mayor comodidad del evaluador a la hora de anotar los resultados, se desarrolló una hoja de valoración (Anexo 3).

#### 4. Material y métodos

**Tabla 4.5:** Descripción de las intervenciones de la fase de rehabilitación funcional hospitalaria

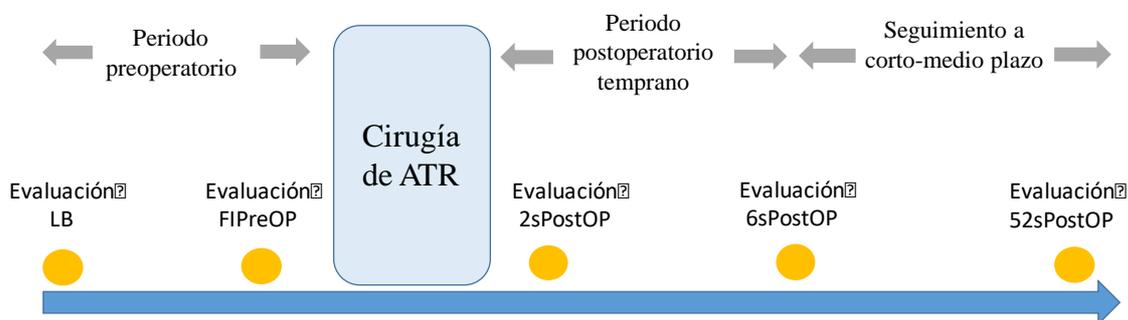
	<b>Ejercicio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis</b>
<b>Calentamiento</b>	Bombeos de Tobillo	Paciente tumbado realizar plantiflexiones y dorsiflexiones de tobillo	3'
	Estiramientos	De cuádriceps e isquiotibiales	3 x 30''
	Ejercicios de movilización	Flexión y extensión de rodilla. Ejercicios pasivos, activo-asistidos o activos, en función de la progresión del paciente	3'
<b>Fuerza</b>	Isométricos de cuádriceps	Decúbito Supino a -15° de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo	Series de 6'' Descanso 1'
	Isotónicos de cuádriceps	Objetivo: recorrido de la articulación de rodilla desde 0° a 90° de flexión con flexión dorsal de tobillo	3 x 10 (10 RM) Descanso 1'
	Isotónicos de isquiotibiales	Objetivo: recorrido de la articulación de 0° de extensión a 90° de flexión	3 x 10 repeticiones Carga 10 RM Descanso 1'
	ABD y ADD cadera	Pierna en extensión. Paciente en decúbito supino o decúbito lateral	3'
<b>Funcionalidad y Equilibrio</b>	Rampas y Escaleras	Según capacidad del paciente y en progresión. Sube con poniendo primero la no operada y luego la operada. Preferiblemente con barandillas disponibles por razones seguridad	3'
	Posición en tándem y caminar en tándem	Primero el paciente mantiene la posición en tándem con el dedo gordo del pie trasero tocando el talón del pie delantero. Después camina, cuatro pasos adelante y cuatro atrás. Preferiblemente con barandillas disponibles por razones seguridad	3 – 5'
	Mantenerse en una sola pierna	Solo si el paciente puede se mantendrá en una sola pierna. Si no pudiera, se progresa cargando sobre las dos piernas y desplazando el peso de una pierna a otra de forma alternativa. Dependiendo de la progresión se llega hasta mantener el equilibrio en una sola pierna. Preferiblemente con barandillas disponibles por seguridad	3'
	Platos de Bholer y/o Freeman	Movimientos AP, ML y en múltiples direcciones, haciendo uso de un instrumento, otro, o los dos, en función del tiempo disponible para finalizar la sesión.	3'
	Crioterapia		10'

### **Tiempos de medición**

Los tiempos de medición fueron comunes para todos los grupos, detallándose a continuación, y mostrándose de manera esquematizada en la Figura 4.2.

- **Línea Base.** Obtención de datos basales. Esta valoración se produjo entre 5 y 8 semanas antes de la fecha de operación, previa al inicio de la intervención preoperatoria.
- **Final intervención preoperatoria.** Realizándose una vez el paciente había completado las 12 sesiones preoperatorias, restando una semana para la fecha de la intervención quirúrgica.
- **Inicio rehabilitación funcional.** Se efectuó dos semanas después de que el sujeto se hubiera sometido a la intervención quirúrgica, quedando a disposición para que al día siguiente comenzara la rehabilitación funcional hospitalaria. Los resultados derivados de esta evaluación se incluyen dentro del periodo postoperatorio temprano.
- **Final rehabilitación funcional.** Este punto de medición fue considerado como punto final primario del estudio. Los hallazgos obtenidos en esta valoración se consideraron también dentro del periodo postoperatorio temprano. La valoración se llevó a cabo una vez el sujeto había completado las 12 sesiones del protocolo, suponiendo el final del programa postoperatorio, coincidiendo con las seis semanas después de la cirugía.
- **Seguimiento al año después de la cirugía.** Los hallazgos obtenidos en este punto se consideran como resultados del periodo post-operatorio a corto plazo. Esta valoración se llevó a cabo un año después de haberse realizado la intervención quirúrgica. Fue la última de las valoraciones.

## 4. Material y métodos



ATR: Artroplastia Total de Rodilla; LB: Línea Base; FIPreOP: Final Intervención Preoperatoria; 2sPostOP: 2 Semanas Postoperatorias; 6sPostOP: 6 Semanas Postoperatorias; 52sPostOP: 52 Semanas Postoperatorias

**Figura 4.2:** Esquema de los tiempos de medición

### VARIABLES PRIMARIAS

Se consideraron como variables primarias del estudio el apartado de actividades de la vida diaria (ADL) del cuestionario Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score, (KOOS) en su versión española; y la escala de equilibrio Berg.

#### Escala KOOS – ADL

- Descripción

El cuestionario KOOS es una escala de funcionalidad específica para OA de rodilla, de carácter auto-inforado, que surge en 1998 después de que sus autores realizaran una revisión de la literatura y detectaran la necesidad de elaborar un cuestionario que tuviera en cuenta la función y los síntomas de los pacientes que habían sufrido operaciones en la rodilla. Esto era algo inexistente hasta el momento, ya que las escalas de valoración se centraban en aspectos radiológicos, la examinación clínica o la laxitud de las estructuras.<sup>241</sup> El cuestionario KOOS se trata de una extensión de la escala WOMAC, con la adición de los apartados de función en actividades deportivas y recreacionales y calidad de vida. El cuestionario completo se puede encontrar en el Anexo 4.

El KOOS consta de 5 apartados o sub-escalas:

- Síntomas y rigidez: siete preguntas
- Dolor: nueve preguntas
- Actividades de la vida diaria: 17 preguntas
- Función en actividades deportivas y recreacionales: cinco preguntas
- Calidad de vida: cuatro preguntas

Cada una de las preguntas tiene cinco posibles respuestas, a las que se le asigna una puntuación que oscila entre cero y cuatro. Seguidamente, las puntuaciones se suman y se transforman en porcentajes para cada uno de los apartados, con valores que van desde 0 (mayores síntomas) a 100 (ningún síntoma).

- Metodología de medición:

De los cinco apartados, se consideró como variable primaria del estudio sólo el de actividades de la vida diaria, que hace referencia a las limitaciones funcionales que encuentra el paciente en su vida cotidiana.

En cuanto a su implementación, los participantes rellenaron el cuestionario de manera autónoma, quedando el investigador a su servicio para resolverles cualquier duda.

- Propiedades psicométricas

La escala KOOS es una de las más utilizadas en el ámbito de la OA de rodilla, además de ser empleada también en cirugías de artroscopia de rodilla o reconstrucción de ligamento cruzado anterior. La escala ha demostrado ser una herramienta fiable, con coeficientes de correlación que oscilan entre 0,78 y 0,97 puntos. Además, en comparación con la escala WOMAC, se ha observado que el cuestionario KOOS es más sensible a los cambios y presenta mayores tamaños de efecto.<sup>242</sup> Asimismo, la traducción de esta escala al español ha sido científicamente validada por Vaquero *et*

#### 4. Material y métodos

*al.*<sup>243</sup> para su implementación en la práctica clínica.

- Interpretación de los resultados

Algunos estudios señalan que en esta escala, una mejora de 10 puntos sobre 100 supondría alcanzar el valor de CMD,<sup>244</sup> así como otros apuntan que una mejora de 8 puntos representaría la mejora clínica mínimamente perceptible.<sup>242</sup>

##### Escala de equilibrio Berg

- Descripción

La escala Berg fue desarrollada por Katherine Berg en 1989 y consta de 14 ítems que evalúan de manera global la capacidad de los sujetos para mantener el equilibrio en distintas situaciones, combinando acciones de equilibrio estático y dinámico. Cada ítem representa una tarea distinta, y el evaluador puntúa de 0 (peor actuación) a 4 (mejor actuación) la ejecución y velocidad con la que el sujeto realiza esa tarea (Figura 2.3). El texto original consta de unas instrucciones que ayudan al evaluador a la hora de puntuar cada ítem (Anexo 5). La puntuación global máxima que se puede obtener es de 56 puntos.

- Metodología de medición

Para su implementación en nuestro estudio, primero, el evaluador explicaba el ejercicio en cuestión, pedía al sujeto que lo ejecutara y se anotaba la puntuación en un cuaderno. Posteriormente se sumaban todas las puntuaciones para obtener el coeficiente total. Se evaluaron los 14 ítems de los que se compone la escala.

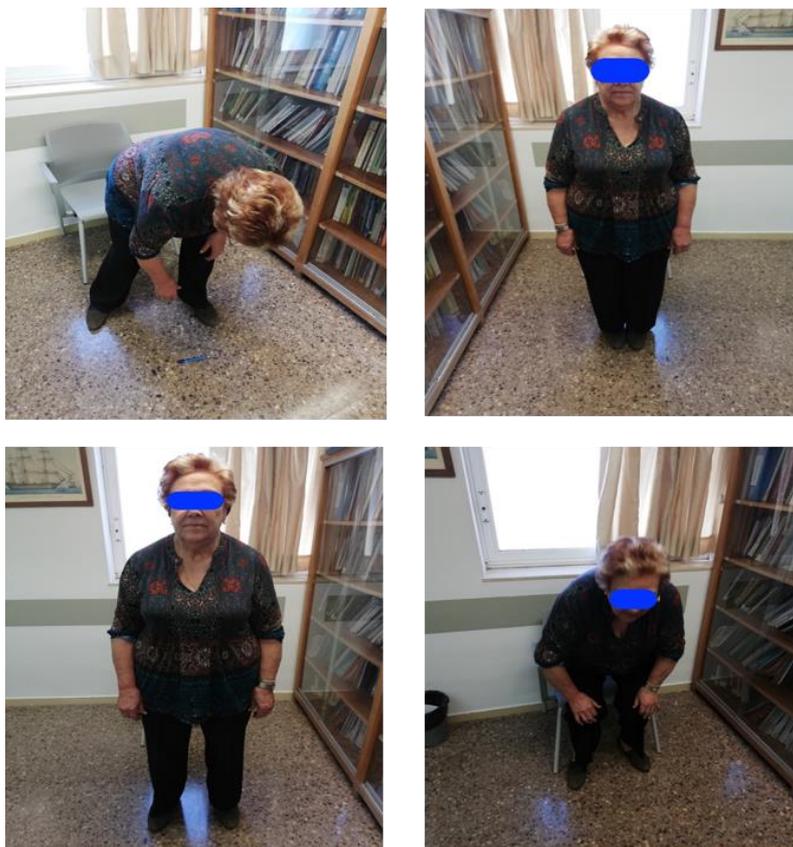
- Propiedades psicométricas

La escala Berf ha sido empleada en numerosas investigaciones y con pacientes de

condiciones muy diversas, entre ellas, adultos mayores.<sup>245</sup> Diversos estudios avalan su alta fiabilidad,<sup>246</sup> así como también ha sido demostrada la correlación de los valores derivados de esta escala con los de otros test de equilibrio y movilidad como el test de los 6 minutos marcha o el Timed Up & Go (TUG) test.<sup>247</sup> Asimismo, se ha determinado que esta escala tiene valor predictivo de caídas en personas de avanzada edad.<sup>245</sup>

- Interpretación de los resultados

Con respecto al CMD, según Donoghue *et al.*,<sup>234</sup> este varía en función del rango de puntuación del sujeto, por lo que los valores que se encuentran en el rango de entre 45 y 55 puntos, requerirían de un cambio de 3,3 puntos; mientras que aquellos que se encuentran entre los 35 y los 44, necesitarían de 4,9 puntos. Autores, como Down *et al.*<sup>246</sup> establecen un único CMD de 6,5 puntos; mientras que otros lo cifran en 2,8.<sup>248</sup>



**Figura 4.3:** Ejemplo de la realización de cuatro de los ítems de la escala Berg

#### 4. Material y métodos

##### **VARIABLES SECUNDARIAS**

Como variables secundarias se emplearon test y escalas dirigidas a la evaluación del equilibrio dinámico, estático, movilidad general y estabilidad, tales como el TUG test , el Single Leg Standing Test y Functional Reach Test. También se evaluó el estado de salud auto-percibida de los pacientes, mediante los apartados de síntomas y rigidez, dolor y calidad de vida de la escala KOOS; así como la función física de rodilla mediante el rango de movimiento articular (ROM) y la fuerza extensora de rodilla.

##### Rango de movimiento de la rodilla en flexión y extensión

- Descripción

El ROM de rodilla es uno de los parámetros más utilizados en la evaluación funcional del paciente ortopédico.<sup>249</sup> En el presente estudio, se evaluó el ROM de flexión y extensión mediante un goniómetro manual.

- Metodología de medición

Para la medición en flexión, el paciente debía permanecer en posición de decúbito supino sobre la camilla de valoración. El evaluador, que se encontraba al lado del paciente, tomaba presa con su mano sobre su pie y flexionaba pasivamente la cadera hasta llegara a los 90°. Desde esa posición, flexionaba pasivamente la rodilla hasta notar una resistencia que impedía seguir avanzado. Manteniendo esa posición, se coloca el goniómetro al lado de la rodilla del paciente, de tal forma que el brazo proximal esté alineado con la línea medio-lateral del fémur y el brazo distal, con la línea medio-lateral del peroné, utilizando la cabeza del peroné y el maléolo peroneal como referencia. Se apuntaba en un cuaderno los grados de movilidad.

Para el ROM en extensión, el paciente permanecía en la misma posición de decúbito supino y se le pedía que dejara extendida la rodilla. Las referencias de la pierna para

colocar el goniómetro eran las mismas que para medir la flexión de rodilla. Se apuntaba en un cuaderno los grados de movilidad.

- Propiedades psicométricas e interpretación de los resultados

Tradicionalmente, el ROM ha sido uno de los factores más utilizados para determinar la evolución del paciente de ATR, y según Maempel *et al.*,<sup>250</sup> sus valores están correlacionados con los de la funcionalidad auto-informada tras ATR. Por su parte, el goniómetro manual ha demostrado ser una herramienta fiable para su medición.<sup>251</sup> Metha *et al.*<sup>252</sup> establecieron como valores de CMD 7,3 grados para la flexión y 3,8 para la extensión. Asimismo, Button *et al.*<sup>253</sup> consideran que 100 grados de flexión es una movilidad suficiente para realizar actividades cotidianas.

##### Fuerza extensora de rodilla

- Descripción

Esta variable aporta información sobre la capacidad funcional del paciente, y ha sido empleado en otros estudios similares donde se evaluaron los efectos del ejercicio físico en pacientes con OA de rodilla.<sup>254</sup> Según lo expuesto por la International Clasificación of Function and Health (ICF),<sup>255</sup> la fuerza es considerada como una categoría de gran importancia en la rehabilitación del paciente con OA, por lo que recomiendan incluir la evaluación de la fuerza muscular dentro del protocolo habitual de valoración en sujetos con OA de rodilla.

- Metodología de medición

La fuerza extensora de rodilla se evaluó mediante una contracción isométrica. Para ello, se empleó un dinamómetro portable (*Nicholas Manual Muscle Tester, Lafayette Instruments*, Indiana, EEUU). Respecto a la posición que tenía que adoptar el sujeto y

#### 4. Material y métodos

cómo colocar el dinamómetro, la presente investigación se basó en las recomendaciones de artículos previamente publicados al respecto.<sup>256</sup> Los participantes se sentaron en una silla Colson, con una flexión de rodilla ligeramente inferior a 90°. El dinamómetro se colocó entre la pierna del participante y el rodillo de la silla, 10 cm por arriba del maléolo externo, tal y como se puede apreciar en la Figura 4.4 El rodillo se fijó para garantizar la fuerza isométrica. Se pidió a los participantes que hicieran una extensión de rodilla lo más fuerte posible durante tres segundos. Se realizaron tres mediciones. La primera de ellas fue para familiarizarse con el ejercicio, sin registrar resultados. Las dos siguientes sí que se registraron y se obtuvo la media aritmética de estas dos puntuaciones.

- Propiedades psicométricas e interpretación de los resultados

Existen estudios que demuestran la alta fiabilidad del dinamómetro a la hora de valorar la fuerza extensora de rodilla en adultos mayores, con coeficientes de correlación excelentes que oscilan entre 0,93 y 0,98 puntos.<sup>257</sup> Según la revisión sistemática con meta-análisis de Chamorro *et al.*<sup>258</sup> la extensión de rodilla es una de los movimientos donde el uso del dinamómetro reporta un índice de correlación mayor, y por tanto, resulta más sensible a la hora de detectar los cambios. Sin embargo, a fecha actual, no existe publicaciones acerca del valor estándar para que una diferencia sea considerada como CMD.

#### KOOS Síntomas y rigidez, dolor y calidad de vida

- Descripción

Estos apartados corresponden a la escala KOOS, explicada con detalle en capítulos anteriores. El apartado de síntomas y rigidez consta de siete preguntas; el de dolor, de nueve; y el de calidad de vida, de cinco.



**Figura 4.4:** Valoración de la fuerza extensora de rodilla

- Metodología de medición

Estos apartados se evaluaron de la misma manera que se hizo con el de ADL, dejándosele el cuestionario al paciente para que lo completara, quedando el investigador disponible para cualquier duda.

- Propiedades psicométricas e interpretación de los resultados

Todos estos apartados también han demostrado un grado de sensibilidad elevado, con tamaños de efecto altos, siendo el apartado de calidad de vida el más alto de todos ellos ( $d=2,86$  puntos).<sup>259</sup> Al igual que ocurre en la sub-escala ADL, un cambio de 10 puntos sobre 100 se considera como CMD.<sup>244</sup>

#### Timed Up & Go test

- Descripción

El TUG test es una herramienta de valoración rápida y fácil de aplicar, y evalúa la

#### 4. Material y métodos

actuación funcional, la movilidad general y el equilibrio dinámico.<sup>260</sup>

- Metodología de medición

Para su ejecución, se pidió al paciente que se sentara en una silla, y a la orden de “ya” se levantara sin hacer uso de los brazos, caminara en línea recta tres metros, (se marcó con una raya en el suelo la longitud de tres metros) se diera media vuelta, volviera a la silla y se sentara de nuevo sin usar los brazos. Todo esto, sin detenerse y tan rápido como pudiera. Se empleó la aplicación de cronómetro del teléfono móvil para medir el tiempo que empleaba en realizar la prueba, desde el momento en que el evaluador daba la orden de empezar, hasta que el sujeto se volvía a sentar. Se realizaron tres repeticiones, la primera de ellas a modo de familiarización sin registrar resultados. Las dos siguientes sí que se registraron y se calculó la media aritmética de ambas puntuaciones. El TUG test una escala negativa, de modo que los valores más bajos representan las mejores actuaciones funcionales y de equilibrio dinámico de los sujetos.

- Propiedades psicométricas

El TUG test es una herramienta de valoración recomendada en sujetos con OA, además de ser utilizada en gran cantidad de situaciones: pacientes con problemas neurológicos, personas con lesiones ortopédicas de miembro inferior, personas con alteraciones del equilibrio y también en ancianos con riesgo de caídas.<sup>261</sup> La mayoría de artículos coinciden en otorgarle un coeficiente de fiabilidad inter-observador alta, que según la población de estudio oscila entre el 0,87 y el 0,99; y un índice de error estándar de 0,82.<sup>262</sup> Otros estudios destacan del TUG que tiene un efecto techo menor que otros test de equilibrio.<sup>263</sup> Este test también ha sido validado a la hora de medir el riesgo de caídas en personas mayores, con un 87% de sensibilidad y especificidad.<sup>232</sup>

- Interpretación de los resultados

Se ha propuesto un tiempo de 13,5 segundos como punto de corte para identificar personas con alto riesgo de caídas,<sup>264</sup> así como para sujetos sometidos a ATR, se ha determinado una diferencia de 2,2 segundos como valor de CMD.<sup>262</sup>

##### Functional Reach Test

- Descripción

El Functional Reach Test (FRT), desarrollado por Duncan y colaboradores en 1990, sirve para evaluar el equilibrio dinámico. Se puede utilizar tanto en pacientes con patología neurológica como en pacientes con lesiones ortopédicas del miembro inferior.<sup>265</sup>

- Metodología de medición

Para su ejecución, el paciente se encontraba en ortostatismo, al lado de una pared con referencias métricas, con el brazo izquierdo (pues era el más próximo a la pared) extendido. La línea horizontal imaginaria que separaba el dedo corazón de la cinta métrica de la pared fue marcada como punto de partida. A continuación, se le pidió que extendiera el tronco hacia delante todo lo que pudiera sin que cambiara la posición de sus pies ni levantara los talones. Se trazó una línea horizontal imaginaria entre el dedo corazón y la cinta métrica en la pared y se calculó la distancia que había recorrido desde la posición de partida hasta la posición final (Figura 4.5). El resultado se expresaba en centímetros. Este test se realizó tres veces. La primera de ellas para familiarizarse, sin registrar resultados. De las otras dos veces, se calculó la media aritmética de las puntuaciones obtenidas.

#### 4. Material y métodos



**Figura 4.5:** Ejemplo de ejecución del Functional Reach Test

- Propiedades psicométricas e interpretación de los resultados

El FRT ha demostrado ser fiable para valorar el equilibrio en personas mayores, aunque según algunos estudios, es importante tener en cuenta posibles mecanismos de compensación de fuerza y flexibilidad de la columna dorsal que alterarían los resultados del test.<sup>266</sup> Otros autores le otorgan a este test capacidad para predecir el riesgo de caídas y fragilidad en el anciano, ya que las puntuaciones obtenidas en este test se correlacionan con estas condiciones.<sup>267</sup> Según el estudio Vellas *et al.*,<sup>268</sup> el CMD para este test es una mejora de 9,9 centímetros, o en porcentaje, un cambio del 30%.

#### Single-leg Stance test

- Descripción

Es un método simple y rápido de evaluar el equilibrio estático a una pierna. Autores como Liao *et al.*<sup>240</sup> también lo han incluido en sus estudios sobre pacientes intervenidos por ATR, como forma de evaluar el equilibrio estático.

- Metodología de medición

En el presente trabajo, este test se evaluó en todos los tiempos, excepto en la evaluación de las dos semanas después de la operación, por prescripción médica. Para su ejecución, se pedía al paciente que permaneciera en equilibrio apoyándose sólo sobre la pierna

intervenida por ATR. El sujeto no podía utilizar los brazos para agarrarse a ningún sitio. (Figura 4.6) Con la aplicación del cronómetro del móvil del evaluador, se registraron los tiempos. El cronómetro se iniciaba una vez el paciente quedaba apoyado sólo sobre la pierna en cuestión y se paraba en el momento en que se apoyaba de otra parte de su cuerpo.

Este test se realizó tres veces. La primera de ellas para familiarizarse, sin registrar resultados. De las otras dos veces, se calculó la media aritmética de las puntuaciones obtenidas.

- Propiedades psicométricas e interpretación de los resultados

El SLS test ha demostrado tener una fiabilidad alta, con coeficientes de correlación que oscilan entre el 0,82 y el 0,91. Según un estudio de Vellas *et al.*,<sup>269</sup> este test fue el mayor predictor de caídas en personas mayores de 60 años, así como en este mismo estudio también se propone que el test se incluya en la exploración rutinaria geriátrica por su facilidad de ejecución. En cuanto al CMD, según el estudio de Choi *et al.*<sup>268</sup> es de 10,5 segundos, lo que viene a ser una mejora del 50%.

La Tabla 4.6 recoge el programa de tareas referentes a la metodología del estudio, y el momento en el que fueron llevadas a cabo.

### 4.3.9 Análisis estadístico

El análisis estadístico se empleó el programa informático SPSS versión 26, con licencia de la Universitat de València.

#### 4. Material y métodos



**Figura 4.6:** Ejemplo de ejecución del Single-Leg Stance test

#### **Análisis descriptivo**

En primer lugar, se efectuaron las pruebas de normalidad de las variables a través de los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk para determinar el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas. El nivel marcado de aceptación o rechazo de la hipótesis nula fue del 95%.

Asimismo, se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo, que incluía el cálculo de la media, desviación estándar, porcentajes y frecuencias, tanto de las demográficas (edad, sexo, altura, peso y pierna operada) como de las variables clínicas primarias y secundarias.

#### **Análisis interferencial**

Previo al inicio de las intervenciones preoperatorias, (evaluación de línea base) se compararon las medias de puntuación de las distintas variables entre los tres grupos, a modo de confirmación de que no existían diferencias basales entre los distintos grupos.

#### 4. Material y métodos

Para ello, se usaron las pruebas estadísticas de chi-cuadrado (variables cualitativas) y *one-way analysis of variance* (ANOVA) (variables cuantitativas). El factor independiente fue grupo (grupo control, grupo FM y grupo FM+S), y el dependiente la variable a valorar en cada caso.

Para determinar los efectos de la intervención a lo largo del tiempo, desde línea base hasta las 6 semanas post quirúrgicas (punto final primario), se realizó un *analysis of covariance* (ANCOVA), utilizando los valores de línea base como covariables. Por tanto, cuatro tiempos de medición se incluyeron en este análisis (línea base, final de la intervención preoperatoria, dos semanas después de la cirugía y seis semanas después de la cirugía) y se calcularon las diferencias entre los tres grupos de intervención.

**Tabla 4.6:** Tareas empleadas en la metodología del estudio

TAREAS	Registro	<u>LB</u>	<u>FI</u> PreOP	<u>2s</u> PostOP	<u>6s</u> PostOP	<u>52s</u> PostOP
Inclusión participantes	x					
Consentimiento informado	x					
Aleatorización	x					
<b>EVALUACIÓN</b>						
Variables demográficas y clínicas	x					
<b>VARIABLES PRIMARIAS</b>						
<b>Funcionalidad auto-informada</b>	KOOS	x	x	x	x	x
<b>Equilibrio</b> (general)	Escala Berg	x	x	x	x	x
<b>VARIABLES SECUNDARIAS</b>						
<b>Función</b>	ROM (flexión)	x	x	x	x	x
	ROM (extensión)	x	x	x	x	x
	Fuerza extensora rodilla	x	x	x	x	x
<b>Equilibrio</b>						
(dinámico)	Timed Up & Go	x	x	x	x	x
(estático)	One-leg Stand	x	x		x	x
(estabilidad)	Functional Reach Test	x	x	x	x	x
<b>Ansiedad</b>	EuroQoL(5D)	x	x			x

LB: Evaluación de línea base; FIPreOP: Evaluación Final Intervención Preoperatoria, 2sPostOP: Evaluación 2 Semanas Postoperatorias; 6sPostOP: Evaluación 6 Semanas Postoperatorias; 52sPostOP: Evaluación 52 Semanas Postoperatorias.

#### 4. Material y métodos

En el caso de existir diferencias significativas entre las variables, se procedió al cálculo *post hoc*, mediante el estadístico Bonferroni. Los tamaños de efecto fueron obtenidos a través del estadístico *de Cohen*, a partir de comparar por pares la magnitud del cambio experimentado desde línea base hasta el punto final primario para cada grupo y cada variable. Para la interpretación de estos valores, se establecieron los siguientes valores: tamaño de efecto bajo: de 0,2 a 0,5; tamaño de efecto moderado: de 0,5 a 0,8; y tamaño de efecto elevado: mayor a 0,8.<sup>230</sup>

En referencia a la variable ansiedad, que fue la única variable cualitativa, se empleó la prueba de Chi-cuadrado, aplicando el método asintótico. Una de las variables fue el grupo y la otra ansiedad. La V de Cramer fue utilizada para determinar la magnitud y la dirección de la asociación.

Para determinar las diferencias entre grupos en cada uno de los puntos de medición se llevó a cabo una prueba de *one way* ANCOVA, empleada en los tiempos: final de la intervención preoperatoria, 2 semanas después de la cirugía y un año después de la cirugía. La variable independiente fue grupo, y la variable dependiente la variable a valorar en cada caso. La variable correspondiente en línea base fue la covariable. En caso de obtenerse diferencias significativas, se procedió a valorar entre qué grupos existían estas diferencias, a partir de la comparación por pares y la prueba de Bonferroni. Para la interpretación de los valores, se realizó de la misma manera anteriormente descrita. Para la aprobación de la hipótesis nula se estableció un valor del 95% ( $<0,05$ ).

# **CAPÍTULO 5: RESULTADOS**

## 5. Resultados

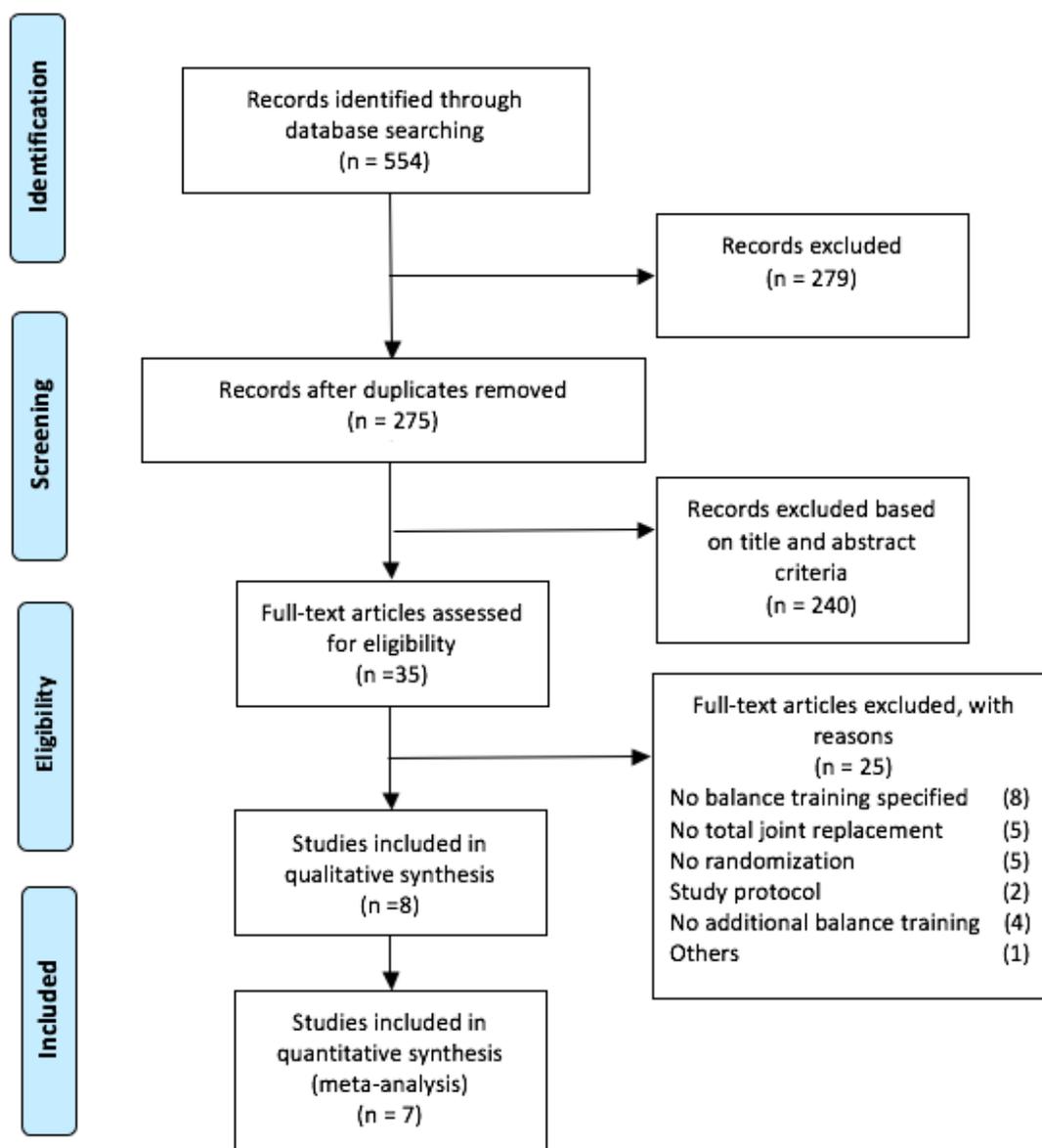
## **5.1 Introducción a los resultados**

En este capítulo se presentan los resultados de los dos estudios que comprenden esta tesis doctoral: una revisión sistemática con meta-análisis y un ensayo clínico aleatorizado. El primero de ellos se centró en revisar y evaluar los efectos del entrenamiento sensorimotor en sujetos intervenidos por remplazo articular de rodilla o cadera. Fruto de la observación de la carencia de una evidencia clara con respecto a los efectos del entrenamiento sensorimotor aplicados en el preoperatorio de artroplastia total de rodilla surge el segundo de los estudios, un ensayo clínico aleatorizado. Este estudio evaluó los efectos de una intervención preoperatoria a la cirugía de artroplastia total de rodilla que combinó el entrenamiento de fortalecimiento con el sensorimotor en sujetos con OA de rodilla.

## **5.2 Resultados revisión sistemática con meta-análisis**

### **5.2.1 Selección de los artículos**

Respecto al proceso de selección de artículos, en un primer corte se obtuvieron un total 554 ítems. Tras excluir duplicados, la cifra se quedó en 275 artículos. Treinta y cinco de ellos fueron evaluados en texto completo, de los cuales, finalmente se incluyeron 10 artículos. De éstos, dos artículos presentaban los resultados a largo plazo de otros dos estudios originales, por lo que originalmente se incluyeron 8 artículos para la síntesis cualitativa. Uno de estos artículos fue excluido de la síntesis cuantitativa por incapacidad para combinar sus datos con los del resto de artículos, por lo que la síntesis cuantitativa se realizó con 7 estudios. El proceso de selección de artículos se resume en la Figura 5.1.



**Figura 5.1:** Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos incluidos

### 5.2.2 Participantes y diseño de las intervenciones

Se analizaron un total de 567 participantes, con una edad media 68,9 años (DE 7,3). Trescientos ochenta y dos participantes fueron sometidos a ATR. De los artículos incluidos, cuatro llevaron a cabo intervenciones preoperatorias. Los otros cuatro estudios emplearon intervenciones postoperatorias. Con respecto a las intervenciones de los grupos control y experimental, fueron las siguientes:

- **Grupos control:** Las intervenciones preoperatorias consistieron en un programa

educacional,<sup>35,36</sup> o la no realización de intervención preoperatoria.<sup>37,270</sup> En los estudios que emplearon intervenciones postoperatorias, el protocolo de rehabilitación fueron programas de rehabilitación estándar.<sup>159,199,239,240</sup>

- **Grupos experimental:** Las intervenciones fueron las mismas que aquellas empleadas en el respectivo grupo control. Ahora bien, todas ellas fueron aumentadas con un programa implementado de manera adicional que estuvo específicamente enfocado al entrenamiento de la propiocepción y el equilibrio. Los términos utilizados para definirlo fueron entrenamiento bien sensorimotor,<sup>270</sup> de equilibrio,<sup>239,240</sup>, propioceptivo,<sup>37</sup> o neuromuscular – basado en el programa NEMEX-TJR.<sup>35,36</sup> Finalmente, dos estudios emplearon la plataforma dinamométrica para el trabajo del equilibrio.<sup>159,199</sup>

Las características de los artículos incluidos se pueden consultar en el Anexo 6.

### 5.2.3 Fiabilidad de los datos

El nivel inicial de acuerdo sobre la inclusión de los estudios fue bueno ( $k = 0,73$ ). Por otro lado, el nivel de acuerdo sobre el riesgo de sesgo varió de moderado a muy bueno ( $k = 0,53-1$ ), siendo más mayor en el apartados de *random sequence generation*, y menor en el *detection bias*. Para llegar a un consenso, se volvieron a debatir los apartados conflictivos y se contó con la participación de un tercer revisor.

### 5.2.4 Efectos de las intervenciones

#### Efectos sobre las variables primarias

En el periodo del postoperatorio temprano (seis semanas después de la cirugía), un total de seis estudios evaluaron los efectos de las intervenciones sobre la funcionalidad autoinformada, mientras que cinco estudios lo hicieron sobre el equilibrio (Tabla 5.1).

## 5. Resultados

**Tabla 5.1:** Efectos de las intervenciones sobre las variables principales

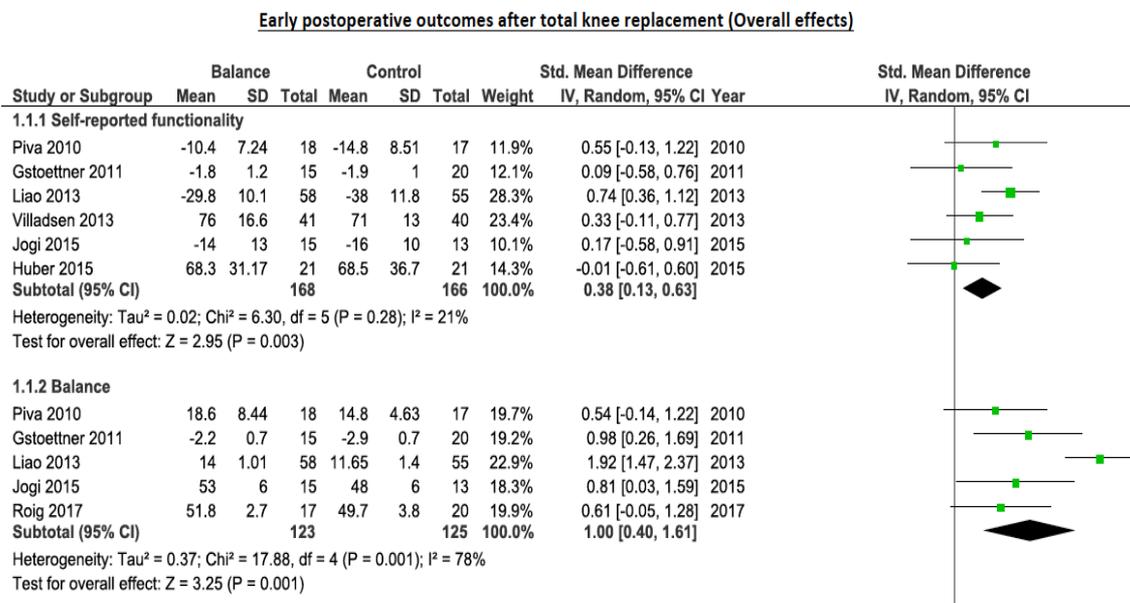
	Efectos en el postoperatorio temprano				Efectos en el medio plazo			
	N	n	SMD [CI 95%]	Efecto	N	n	SMD [CI 95%]	Efecto
<b>Intervenciones preoperatorias</b>								
Funcionalidad	3	158	0,19 [-0,13; 0,50]	*	2	201	0,87 [-0,76; 2,50]	*
Equilibrio	1	35	0,98 [0,26; 1,69]	**	0			n.e.
<b>Intervenciones postoperatorias</b>								
Funcionalidad	3	176	0,61 [0,30; 0,91]	**	2	143	0,50 [-0,13; 1,13]	*
Equilibrio	4	213	1,00 [0,24; 1,76]	**	2	143	0,74 [0,40; 1,08]	**
<b>Efectos totales</b>								
Funcionalidad	6	334	0,38 [0,13; 0,63]	**	4	344	0,68 [-0,1; 1,46]	*
Equilibrio	5	248	1,00 [0,40; 1,61]	**	2	143	0,74 [0,40; 1,08]	**

\*: Tamaño de efecto a favor del grupo experimental, con  $p > 0,05$ ; \*\*: Tamaño de efecto a favor del grupo experimental, con  $p < 0,05$ ; N: Número de estudios; n: número de sujetos por estudio; n.e: no evaluado

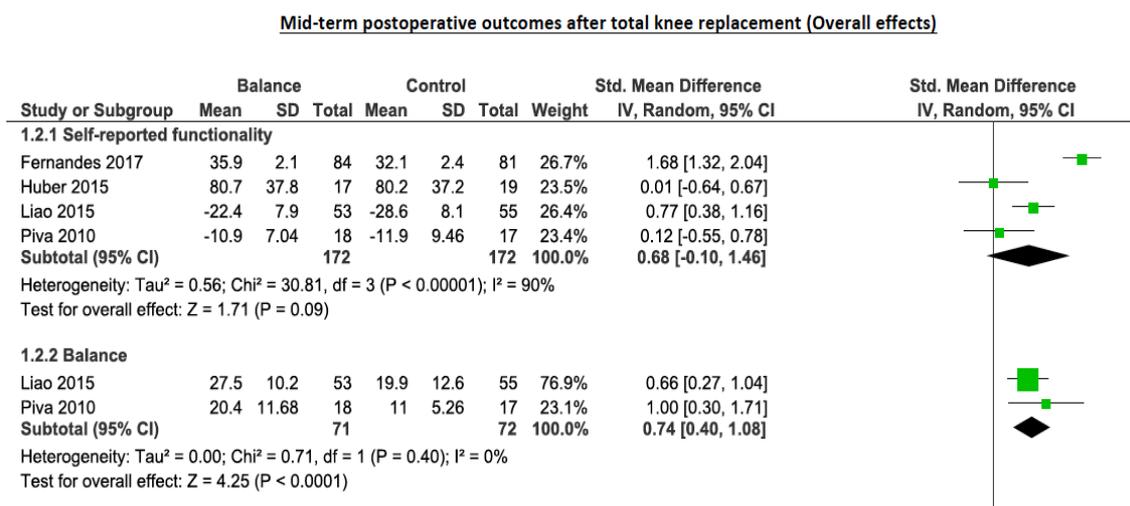
Tras realizar la síntesis cuantitativa, se registró un efecto positivo de la intervención experimental, en términos de funcionalidad auto-informada y equilibrio, con respecto a los grupos control (Figura 5.2).

Con respecto al efecto de las intervenciones a medio plazo, cuatro estudios (dos intervenciones postoperatorias y dos preoperatorias) evaluaron estos efectos en términos de funcionalidad, y dos (ambas intervenciones preoperatorias) lo hicieron en referencia al equilibrio, (Tabla 5.1) Los datos obtenidos sugieren que el equilibrio, pero no la funcionalidad, sigue viéndose beneficiado durante este periodo por una intervención que incluya entrenamiento sensorimotor (Figura 5.3).

Analizando de manera aislada las intervenciones preoperatorias, se observa un efecto positivo, pero con diferencias no significativas con respecto al grupo control en lo referente a funcionalidad auto-informada. Por otro lado, los efectos sobre el equilibrio fueron únicamente evaluados por un estudio en el postoperatorio temprano, que mostró efectos positivos, no habiendo evidencia de los efectos a medio plazo (Figura 5.4).

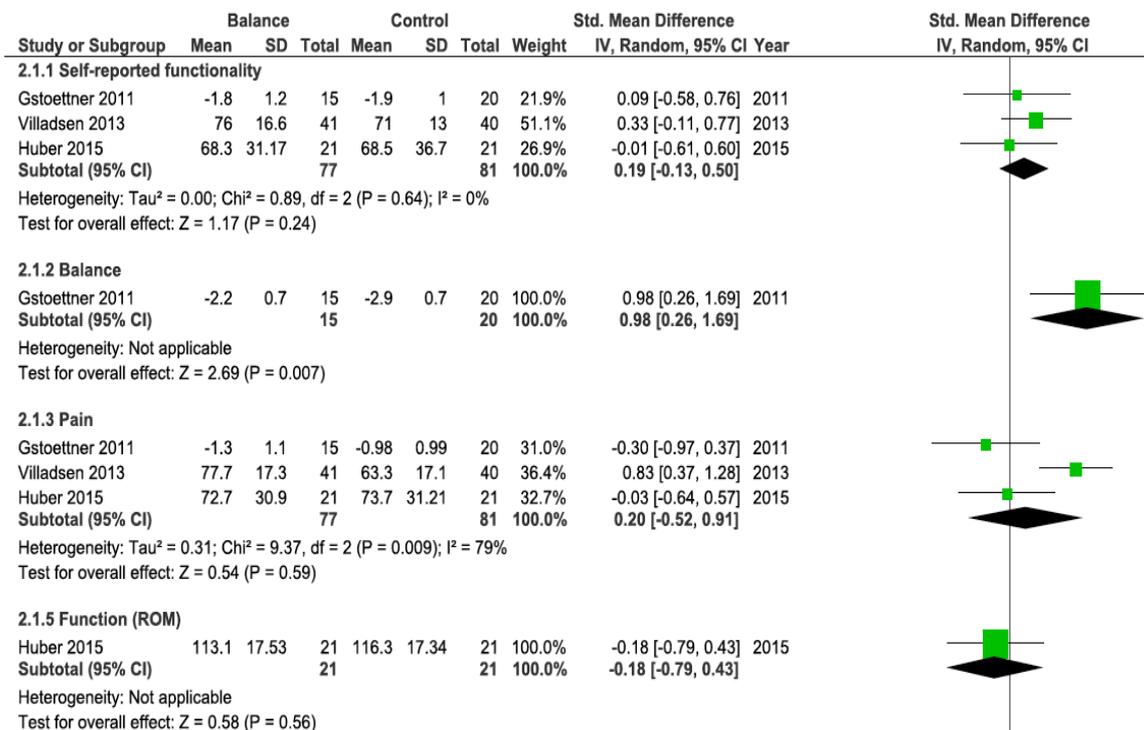


**Figura 5.2:** “Forest plot” de los efectos a corto plazo de todas las intervenciones sobre las variables primarias.



**Figura 5.3:** Forest plot” de los efectos a medio plazo de todas las intervenciones sobre las variables primarias.

## 5. Resultados



**Figura 5.4:** “Forest plot” de los efectos a corto plazo de las intervenciones preoperatorias

De estos datos se deduce que la evidencia con respecto al entrenamiento sensorimotor en intervenciones preoperatorias es todavía escasa como para aportar resultados esclarecedores.

### Efectos sobre las variables secundarias

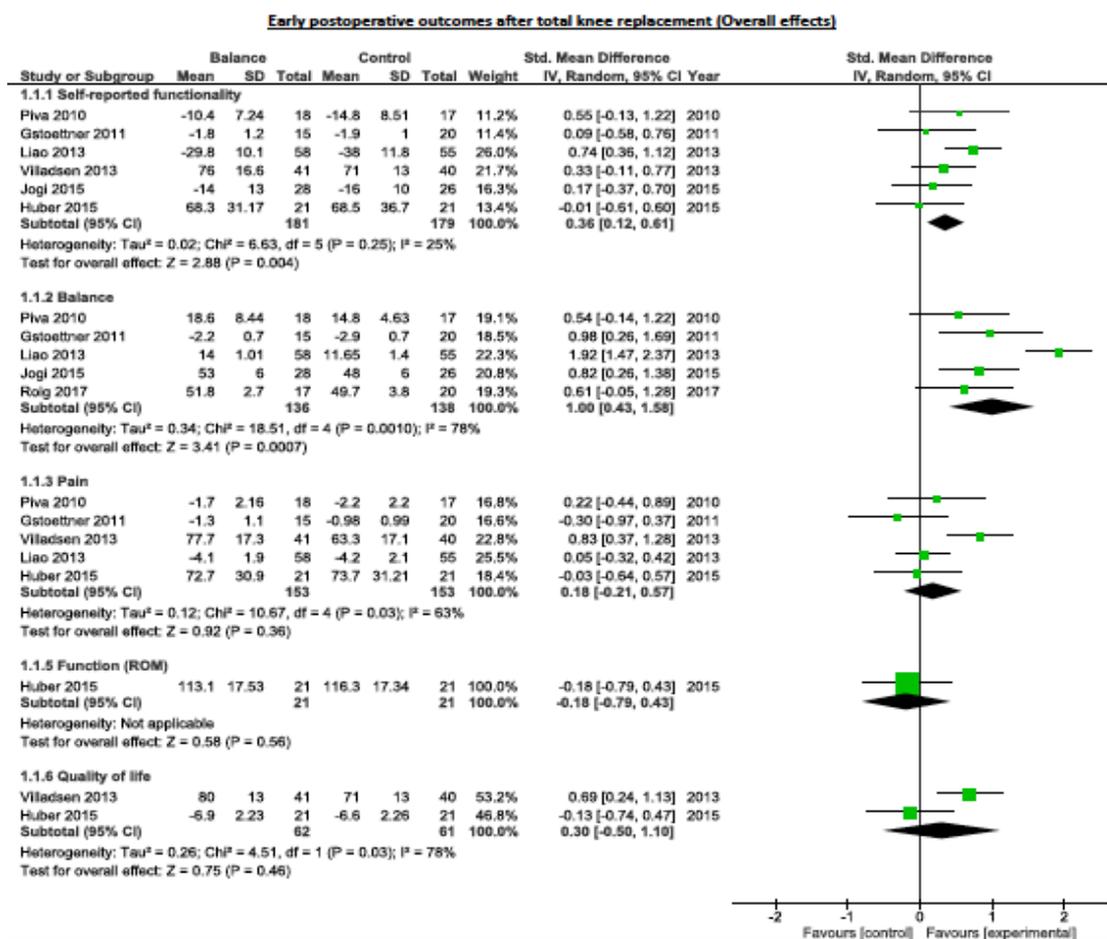
El dolor, el rango de movimiento y la calidad de vida fueron consideradas como variables secundarias en esta revisión. De estas, el dolor fue la variable más empleada, evaluándose por cinco estudios en el periodo postoperatorio temprano y por cuatro en el medio plazo. El rango de movimiento y la calidad de vida fueron recogidos únicamente en dos estudios con intervenciones preoperatorias (Tabla 5.2).

Los resultados mostraron que las intervenciones experimentales supusieron una mejora significativa en el dolor y la calidad de vida, pero no en el rango de movimiento con respecto a las intervenciones control, tanto en el periodo postoperatorio temprano (Figura 5.5), como en el medio plazo (Figura 5.6).

**Tabla 5. 2:** Efectos de las intervenciones sobre las variables secundarias

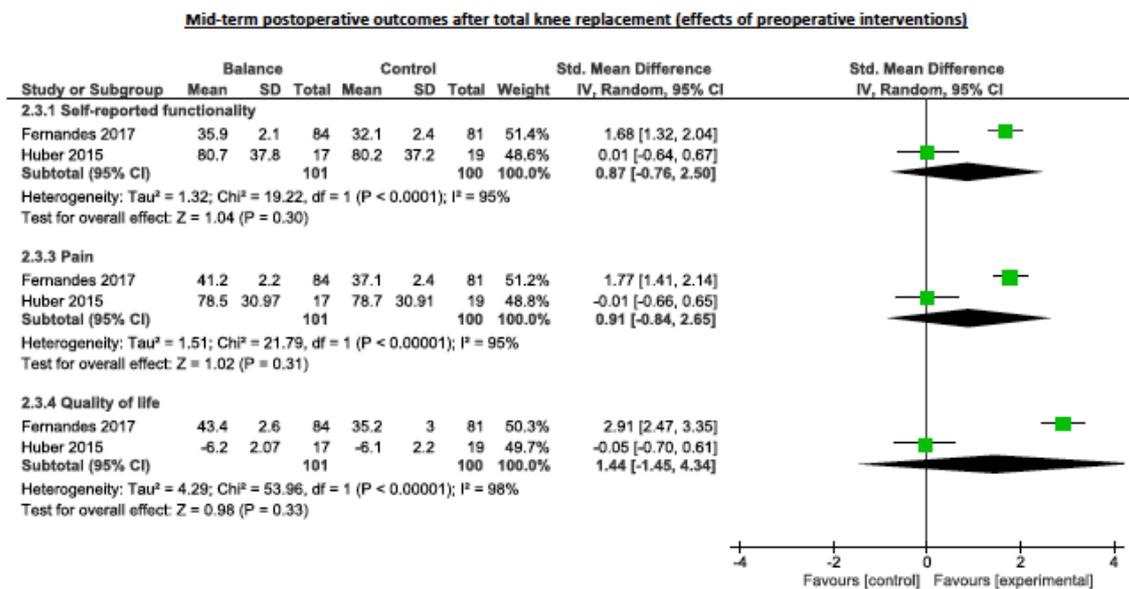
	Efectos en el postoperatorio temprano				Efectos en el medio plazo			
	N	n	SMD [CI 95%]	Efecto	N	n	SMD [CI 95%]	Efecto
<b>Intervenciones preoperatorias</b>								
Dolor	3	158	0,20 [-0,52; 0,91]	*	2	201	0,91 [-0,84; 2,65]	*
ROM	1	42	-0,18 [-0,79; 0,43]	+	0			n.e.
QoL	2	123	0,30 [-0,50; 1,10]	*	2	201	1,44 [-1,45; 4,34]	*
<b>Intervenciones postoperatorias</b>								
Dolor	2	148	0,09 [-0,23; 0,41]	*	2	143	0,24 [-0,09; 0,57]	*
<b>Efectos totales</b>								
Dolor	5	306	0,18 [-0,21; 0,57]	*	4	344	0,57 [-0,37; 1,50]	*
ROM	1	42	-0,18 [-0,79; 0,43]	+	0			n.e.
QoL	2	123	0,30 [-0,50; 1,10]	*	2	201	1,44 [-1,45; 4,34]	*

ROM: Rango de Movimiento; QoL: Calidad de vida. \*: Indica mayores efectos en el grupo experimental con  $p < 0,05$ . +: Indica mayores efectos en el grupo experimental con  $p > 0,005$



**Figura 5.5:** “Forest plot” de los efectos de las intervenciones sobre las variables secundarias en el postoperatorio temprano.

## 5. Resultados



**Figura 5.6:** “Forest plot” de los efectos de las intervenciones sobre las variables secundarias en el medio plazo.

### 5.2.5 Evaluación del riesgo de sesgo

El *Cochrane risk of bias tool assessment* fue el instrumento utilizado para medir el riesgo de sesgo en los artículos incluidos. El riesgo de sesgo fue catalogado como moderado en uno de los artículos,<sup>271</sup> bajo en el caso de cuatro estudios,<sup>233,240,270,272</sup> y muy bajo en los otros dos estudios.<sup>273,274,239</sup> El apartado de *performance bias*, que hace referencia al cegamiento de los participantes y del personal involucrado en la investigación, fue juzgado en todos los artículos como riesgo de sesgo alto o incierto. El resumen con la asignación del riesgo de sesgo de cada uno de los artículos se puede consultar en la Tabla 5.3. El juicio completo con sus respectivas declaraciones se puede encontrar en el Anexo 7.

**Tabla 5.3:** Evaluación del riesgo de sesgo

	Sequence generation	Allocation concealment	Performance bias	Detection bias	Attrition bias	Reporting bias
Bitterli (2011)	+	?	?	+	+	+
Gstoettner (2011)	?	+	?	?	+	-
Huber (2015)	+	+	?	+	+	+
Jogi (2015)	+	+	-	?	+	+
Liao (2013)	+	+	-	?	+	+
Piva (2010)	+	+	-	+	+	+
Roig (2017)	+	?	-	+	+	+
Villadsen (2014)	+	+	?	+	+	+

- Bajo riesgo de sesgo
- Alto riesgo de sesgo
- Incierto riesgo de sesgo

### 5.3 Resultados del ensayo clínico aleatorizado

#### 5.3.1 Flujo de participantes y cumplimiento de las intervenciones

Noventa y cinco sujetos en lista de espera para ser intervenidos de ATR en el *Hospital Clínic Universitari de València*, fueron derivados por el servicio de traumatología para evaluar el cumplimiento de criterios de inclusión en el estudio. De éstos, 82 fueron reclutados y accedieron a participar, mientras que otros 13 fueron no incluidos. De estos últimos, la exclusión de nueve de ellos fue debida al incumplimiento de uno o más criterios de inclusión: condiciones que alteraban la capacidad de equilibrio (tres sujetos), ATR no primaria (tres sujetos), ATR por otras patologías distintas a la OA de

## 5. Resultados

rodilla (dos sujetos), puntuación menor de 21 en la escala Berg (un sujeto). Otros cuatro sujetos decidieron no participar en el estudio.

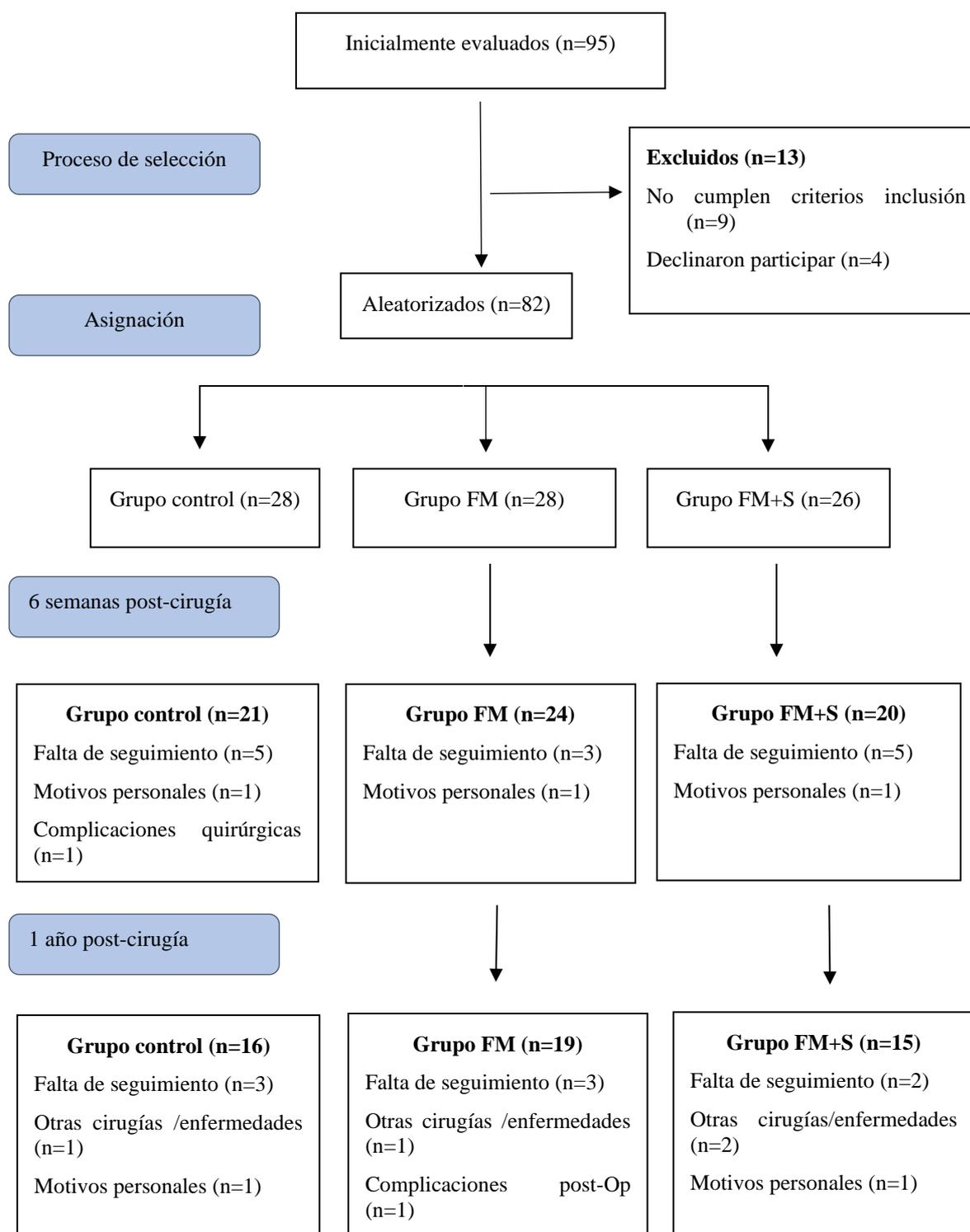
Los sujetos participantes fueron aleatoriamente asignados a uno de los tres grupos de intervención, de tal forma que el reparto fue 28 participantes en el grupo control, 28 participantes en el grupo FM, y 26 participantes en el grupo FM+S.

De los 82 sujetos que se incluyeron en el estudio, 17 no completaron las intervenciones pre/post operatorias por distintas razones. Por grupos, en el control hubo siete pérdidas, cuatro en el grupo FM, y seis en el grupo FM+S. En porcentaje, el total de pérdidas fue del 20,7%. Las razones por las que los participantes no completaron el estudio fueron: falta de seguimiento (13 sujetos), motivos personales (3 sujetos), complicaciones quirúrgicas (1 sujeto).

De esta forma, el cumplimiento de las intervenciones pre y post operatorias finalizó de la siguiente manera: grupo control con 21 participantes, grupo FM con 24, y grupo FM+S con 20 participantes.

Cincuenta participantes fueron evaluadas un año después de la operación. El reparto por grupos fue: 16 participantes en el grupo control, 19 en el grupo FM y 15 participantes en el grupo FM+S. Los motivos de las pérdidas fueron: falta de seguimiento (8 sujetos), otras cirugías/enfermedades (cuatro sujetos), motivos personales (dos sujetos) y complicaciones post operatorias (un sujeto). Los participantes que realizaron intervenciones preoperatorias tuvieron un promedio 11,2 sesiones.

En la Figura 5.7 se muestran los detalles del proceso de selección de los participantes.



FM: Grupo Fortalecimiento Muscular; FM+S: Grupo Fortalecimiento Muscular + Sensorimotor.  
 Post-Op: Postoperatorio.

**Figura 5. 7:** Diagrama de flujo del proceso de selección de los participantes

## 5. Resultados

### 5.3.2 Evaluación de línea base: variables sociodemográficas

La edad de los participantes que completaron el estudio osciló desde los 62 a los 80 años, siendo el promedio de edad de 70,3 años (DE 6,0). En cuanto al sexo de los participantes, el recuento fue de 42 mujeres y 23 hombres, por lo que el porcentaje de mujeres fue del 64,6%. En el estudio antropométrico, se observó que la media de altura fue de 162,2 cm (DE 5,6) y el peso de 77,5 kg (DE 8,2). Las variables demográficas basales no presentaron diferencias significativas entre los grupos.

En la Tabla 5.4 se pueden encontrar los datos de las variables sociodemográficas en los distintos grupos.

### 5.3.3 Evaluación línea base: variables clínicas

En el momento de línea base, antes de empezar las intervenciones preoperatorias, se compararon las medias de los grupos de las variables clínicas. Tal y como se puede apreciar en la Tabla 5.5, ninguna de estas variables mostró diferencias significativas entre grupos, por lo que se deduce que el resultado del proceso de aleatorización fue adecuado.

### 5.3.4 Evaluación del final de la intervención preoperatoria

Esta valoración se llevó a cabo al finalizar la intervención preoperatoria, una semana antes de la cirugía.

**Tabla 5.4:** Variables sociodemográficas

	Control (n=21)	FM (n=24)	FM+S (n=20)	p-valor
	M (DE)	M (DE)	M (DE)	
Edad (años)	70,16 (5,61)	70,75 (5,29)	70,35 (6,38)	0,970
Mujeres (%)	66,67	58,33	65	0,827
Altura (cm)	161,3 (6,5)	162,24 (4,71)	162,91 (5,45)	0,456
Peso (kg)	77,4 (8,34)	76,9 (7,28)	78,1 (9,01)	0,648

FM: Grupo Fortalecimiento Muscular; FM+S: Grupo Fortalecimiento Muscular + Sensorimotor; cm: centímetros.

**Tabla 5.5:** Evaluación de las variables clínicas en línea base

	Control (n=21)	FM (n=24)	FM+S (n=20)	p-valor
	M (DE)	M (DE)	M (DE)	
<b>VARIABLES PRIMARIAS</b>				
Escala Berg (puntuación)	48,3 (4,4)	48,0 (4,3)	49,7 (3,1)	0,384
KOOS-ADL (%)	51,7 (11,7)	55,5 (17,8)	56,0 (14,4)	0,600
<b>VARIABLES SECUNDARIAS</b>				
Función física				
ROM flexión rodilla (°)	103,9 (10,4)	109,3 (12,0)	107,5 (12,6)	0,312
ROM extensión rodilla (°)	-5,3 (6,0)	-4,0 (5,4)	-4,9 (4,4)	0,687
Fuerza extensora rodilla (kg)	101,8 (25,5)	99,7 (29,4)	106,8 (30,8)	0,268
Equilibrio / Movilidad				
TUG test (s)	15,6 (5,8)	16,1 (10,2)	14,0 (3,9)	0,625
FR test (cm)	26,7 (5,7)	27,9 (5,1)	28,3 (6,3)	0,632
SLS test (s)	7,2 (8,0)	6,6 (8,5)	8,7 (7,7)	0,692
Cuestionarios Auto-informados				
Ansiedad EQ-5D	2,2 (0,3)	2,4 (0,6)	2,1 (0,6)	0,856
KOOS-Síntomas (%)	64,6 (12,6)	64,1 (14,3)	65,0 (13,6)	0,978
KOOS-Dolor (%)	49,2 (13,6)	54,9 (15,0)	50,4 (10,8)	0,321
KOOS-QoL (%)	28,3 (15,7)	31,8 (12,1)	32,2 (14,0)	0,620

FM: Grupo Fortalecimiento Muscular; FM+S: Grupo Fortalecimiento Muscular + Sensorimotor; cm: centímetros; KOOS: Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; ADL: sub-escala de Actividades de la vida diaria del cuestionario KOOS; ROM: Rango de movimiento; cm: centímetros; TUG: Timed Up and Go; FR: Functional Reach; SLS: Single Leg-Stance; EQ: Euro Quality of life 5-dimension; QoL: sub-escala de calidad de vida del cuestionario KOOS.

### VARIABLES PRIMARIAS

El análisis de comparación entre grupos reveló diferencias estadísticamente significativas tanto en la escala Berg ( $p < 0,001$ ), como en el cuestionario KOOS-ADL ( $p = 0,001$ ). Las intervenciones preoperatorias mostraron, en la comparación por pares, tamaños del efecto que oscilaron entre moderados y altos al ser comparadas con el grupo control. Ahora bien, las intervenciones FM y FM+S indujeron efectos similares, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Los resultados se exponen en la Tabla 5.6.

## 5. Resultados

**Tabla 5.6:** Resultados de la evaluación final de la intervención preoperatorio para las variables primarias

	Grupo	M (DE)	d Cohen	p-valore	F
Escala Berg (puntuación)				<0,001	10,870
	G1: Control	48,3 (3,4)	0,86 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	49,9 (3,3)	0,73 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	50,9 (2,8)	0,11 <sup>2-3</sup>		
KOOS-ADL (%)				0,001	7,988
	G1: Control	51,3 (11,7)	0,61 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	62,4 (10,1)	0,76 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	60,1 (10,8)	0,16 <sup>2-3</sup>		

KOOS: Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Scale; ADL: Activity of Daily Living sub-escala del cuestionario KOOS. Grupo control (n=21); Grupo FM (n=24); Grupo FM+S (n=20). El tamaño del efecto *d* de Cohen se estima como la magnitud del cambio entre los grupos desde línea base a punto final primario, siendo la comparación para 1: control, 2: grupo FM y 3: grupo FM + S.

### Variabes secundarias

Las intervenciones preoperatorias indujeron mayores mejoras que la intervención control en cuanto a fuerza extensora de rodilla, equilibrio dinámico y movilidad, y percepción auto-informada del dolor y los síntomas, con tamaños del efecto moderados y altos. Ahora bien, las intervenciones FM y FM+S obtuvieron resultados muy similares entre ellas, sin diferencias significativas. Por tanto, la intervención experimental supone mejoras clínicas con respecto a los procedimientos convencionales, pero no sobre el programa preoperatorio de fortalecimiento. La Tabla 5.7 muestra los resultados obtenidos por las diferentes intervenciones en el periodo analizado.

### 5.3.5 Evaluación del inicio de la rehabilitación postoperatoria

Por claridad, se incide en que esta evaluación tuvo lugar antes de iniciarse la rehabilitación postoperatoria hospitalaria, coincidiendo con las dos semanas después de la cirugía.

**Tabla 5.7:** Resultados de la evaluación final de la intervención preoperatoria para las variables secundarias

	Grupo	M (SD)	d Cohen	p-valor	F
<b>Función física</b>					
ROM flexión rodilla (°)				0,073	2,735
	G1: Control	104,1 (10,5)	0,25 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	112,1 (11,5)	0,37 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	110,9 (10,6)	0,18 <sup>2-3</sup>		
ROM extensión rodilla (°)				0,419	0,882
	G1: Control	-4.3 (5,1)	0,02 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	-3,0 (3,5)	-0,22 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	-4,7 (4,2)	-0,18 <sup>2-3</sup>		
Fuerza extensores rodilla(kg)				<0,001	11,771
	G1: Control	107,2 (33,1)	0,46 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	142,0 (42,0)	0,40 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	152,3 (40,8)	0,03 <sup>2-3</sup>		
<b>Equilibrio/ Movilidad</b>					
Timed Up and Go test(s)				0,002	6,662
	G1: Control	15,7 (6,1)	0,81 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	13,4 (7,6)	1,04 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	11,9 (2,6)	-0,14 <sup>2-3</sup>		
Functional Reach test (cm)				0,100	1,923
	G1: Control	28,0 (5,8)	0,40 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	30,8 (5,4)	0,37 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	30,9 (5,1)	-0,04 <sup>2-3</sup>		
Single-Leg Stance test (s)				0,252	1,411
	G1: Control	7,5 (7,9)	0,24 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	7,8 (8,7)	0,53 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	10,3 (9,5)	0,29 <sup>2-3</sup>		

Cuestionarios auto-informados					
Ansiedad EQ-5D				0,075	2,750
	G1: Control	2,4 (0,7)	0,26 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	2,1 (0,9)	0,44 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	2,0 (0,7)	0,13 <sup>2-3</sup>		
KOOS-Síntomas (%)				<0,001	8,984
	G1: Control	62,4 (13,7)	0,92 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	71,0 (13,7)	0,97 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	72,0 (10,7)	0,05 <sup>2-3</sup>		
KOOS-Dolor (%)				0,005	5,908
	G1: Control	49,3 (13,0)	0,58 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	61,8 (9,9)	0,58 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	57,6 (11,1)	0,04 <sup>2-3</sup>		
KOOS-QoL (%)				0,137	2,054
	G1: Control	28,9 (13,3)	0,43 <sup>1-3</sup>		
	G2: FM	38,3 (14,1)	0,20 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	35,0 (15,0)	-0,25 <sup>2-3</sup>		

ROM: Rango de movimiento; KOOS: Cuestionario Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Scale; QoL: sub-escala de calidad de vida del cuestionario KOOS; cm: centímetros; kg:kilogramos. Grupo control (n=21); Grupo FM (n=24); Grupo FM+S (n=20). El tamaño del efecto *d* de Cohen se estima como la magnitud del cambio entre los grupos desde línea base a punto final primario, siendo la comparación para 1: control, 2: grupo FM y 3: grupo FM + S.

### Variables primarias

Se observó que los resultados clínicos de los participantes de los tres grupos fueron muy similares en cuanto a la funcionalidad auto-informada y el equilibrio general, ya que las diferencias entre grupos no resultaron significativas, tal y como puede apreciar en la Tabla 5.8. En este instante, los participantes de los tres grupos mostraron valores mayores que los obtenidos en la línea base en el caso del cuestionario KOOS-ADL; mientras que con respecto a la escala Berg, estos valores fueron menores en los integrantes del grupo control, ligeramente superiores en los del grupo FM e inferiores en el grupo FM+S. En ningún caso se superaron los CMD de estas escalas.

### Variables secundarias

En línea con los resultados obtenidas en el equilibrio y la funcionalidad, las variables secundarias tampoco mostraron diferencias significativas entre los grupos (Tabla 5.9). Al comparar con las puntuaciones obtenidas en la línea base, se observó un incremento del equilibrio dinámico (Functional Reach Test), así como una mejora en los síntomas, dolor y calidad de vida auto-informada con respecto a los valores basales.

**Tabla 5.8:** Resultados de la evaluación del inicio de la rehabilitación postoperatoria.

	Grupo	M (DE)	D Cohen	p-valor	F
Escala Berg (puntuación)				0,317	1,171
	G1: Control	47,6 (3,3)	0,27 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	48,4 (3,1)	0,52 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	49,4 (3,4)	0,29 <sup>2-3</sup>		
KOOS-ADL (%)				0,358	1,044
	G1: Control	59,2 (14,3)	0,07 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	60,1 (10,7)	0,44 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	64,6 (8,9)	0,39 <sup>2-3</sup>		

KOOS: Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Scale; ADL: Sub-escala de actividades diarias del cuestionario KOOS. Grupo control (n=21); Grupo FM (n=24); Grupo FM+S (n=20). El tamaño del efecto d de Cohen se estima como la magnitud del cambio entre los grupos desde línea base a punto final primario, siendo la comparación para 1: control, 2: grupo FM y 3: grupo FM + S

## 5. Resultados

Por otro lado, la función física y algunas variables relacionadas con el equilibrio y la movilidad exhibieron puntuaciones inferiores a las del inicio de la intervención preoperatoria, lo que confirma que las capacidades de los participantes dos semanas después de la cirugía son limitadas.

### **5.3.6 Evaluación del final de la rehabilitación postoperatoria. Resultados del postoperatorio temprano**

La evaluación del final de la rehabilitación postoperatoria se realizó a las seis semanas después de la cirugía. Este momento coincide con el final del protocolo de rehabilitación funcional postoperatoria. Además, este tiempo de evaluación fue catalogado en el presente estudio como punto final primario de la investigación, motivo por el cual, los efectos de las intervenciones a lo largo del tiempo son evaluados desde línea hasta este punto.

#### **Variables primarias**

Los integrantes de los tres grupos mostraron medias de evolución positivas. En la escala Berg, los integrantes del grupo control experimentaron una mejora de 1,76 puntos, 3,33 puntos los del grupo FM, y 2,2 puntos los del grupo FM+S. Sólo los integrantes del grupo FM superaron el CMD nuevamente. Por su parte, la media de las mejoras en la variable KOOS-ADL fue de 24 puntos para los integrantes del grupo control; 17,8 para los del grupo FM y 21,6 para los del grupo FM+S. En los tres casos, estas mejoras superaron el CMD. Cuantitativamente, el análisis intra-grupo reveló que estas diferencias fueron significativas en ambas variables (Tabla 5.10). Por claridad, la evolución de las variables primarias desde línea base hasta este punto se representa gráficamente en la Figura 5.8.

**Tabla 5.9:** Resultados de la evaluación del inicio de la rehabilitación postoperatoria para las variables secundarias

	Grupo	M (DE)	d Cohen	p-valor	F
<b>Función física</b>					
ROM flexión rodilla(°)				0,433	0,878
	G1: Control	93,5 (9,4)	-0,10 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	93,3 (9,5)	0,21 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	95,2(12,4)	0,26 <sup>2-3</sup>		
ROM extensión rodilla (°)				0,277	1,312
	G1: Control	-6,6 (3,5)	0,071-2		
	G2: FM	-4,7 (2,1)	-0,061-3		
	G3: FM+S	-5,8 (4,9)	0,022-3		
Fuerza extensores de rodilla (N)				0,989	0,012
	G1: Control	71,5 (19,4)	0,121-2		
	G2: FM	74,2 (24,5)	0,371-3		
	G3: FM+S	77,4 (31,1)	0,261-3		
<b>Equilibrio / Movilidad</b>					
TUG test (s)				0,282	1,291
	G1: Control	19,4 (7,4)	0,21 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	16,9 (8,0)	0,24 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	17,0 (5,8)	0,12 <sup>2-3</sup>		
FR test (cm)				0,503	0,695
	G1: Control	29,87 (5,23)	0,22 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	31,55 (4,78)	0,16 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	32,26 (5,81)	0,05 <sup>2-3</sup>		
<b>Cuestionario auto-informado</b>					
KOOS-Síntomas (%)				0,511	0,678
	G1: Control	85,9 (7,0)	0,02 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	88,7 (7,9)	0,12 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	87,2 (7,3)	0,11 <sup>2-3</sup>		
KOOS-Dolor (%)				0,710	0,345
	G1: Control	77,3 (12,0)	0,19 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	79,1 (17,5)	0,22 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	74,3 (17,5)	0,06 <sup>2-3</sup>		
KOOS-QoL (%)				0,452	0,806
	G1: Control	55,4 (17,9)	0,15 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	56,0 (8,1)	0,38 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	57,6 (14,0)	0,24 <sup>2-3</sup>		

ROM: Rango de movimiento; KOOS: Cuestionario Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Scale; QoL: Sub-escala calidad de vida del cuestionario KOOS. Grupo control (n=21); Grupo FM (n=24); Grupo FM+S (n=20). El tamaño del efecto d de Cohen se estima como la magnitud del cambio entre los grupos desde línea base a punto final primario, siendo la comparación para 1: control, 2: grupo FM y 3: grupo FM + S.

## 5. Resultados

Por otro lado, el equilibrio global y la funcionalidad auto-informada, a las seis semanas después de la cirugía, registraron valores similares entre las tres intervenciones, sin encontrarse diferencias significativas entre ellas (Tabla 5.10).

### **Variables secundarias**

Se observó que a las 6 semanas después de la cirugía, tanto la fuerza extensora de rodilla, así como diferentes dimensiones de equilibrio y el estado de salud y calidad de vida auto-informado mostraron valores superiores a los exhibidos en la línea base, siendo esta evolución a lo largo del tiempo estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) (Tabla 5.10). La evolución experimentada por las variables secundarias durante este periodo se representa en las Figuras 5.9, 5.10 y 5.11. Por otro lado, se observó una interacción tiempo por grupo estadísticamente significativa en el caso de la variable fuerza extensora de rodilla ( $p < 0,001$ ), de lo que se extrae que las intervenciones FM y FM+S supusieron mejoras a lo largo del tiempo mayores que las observadas por el grupo control.

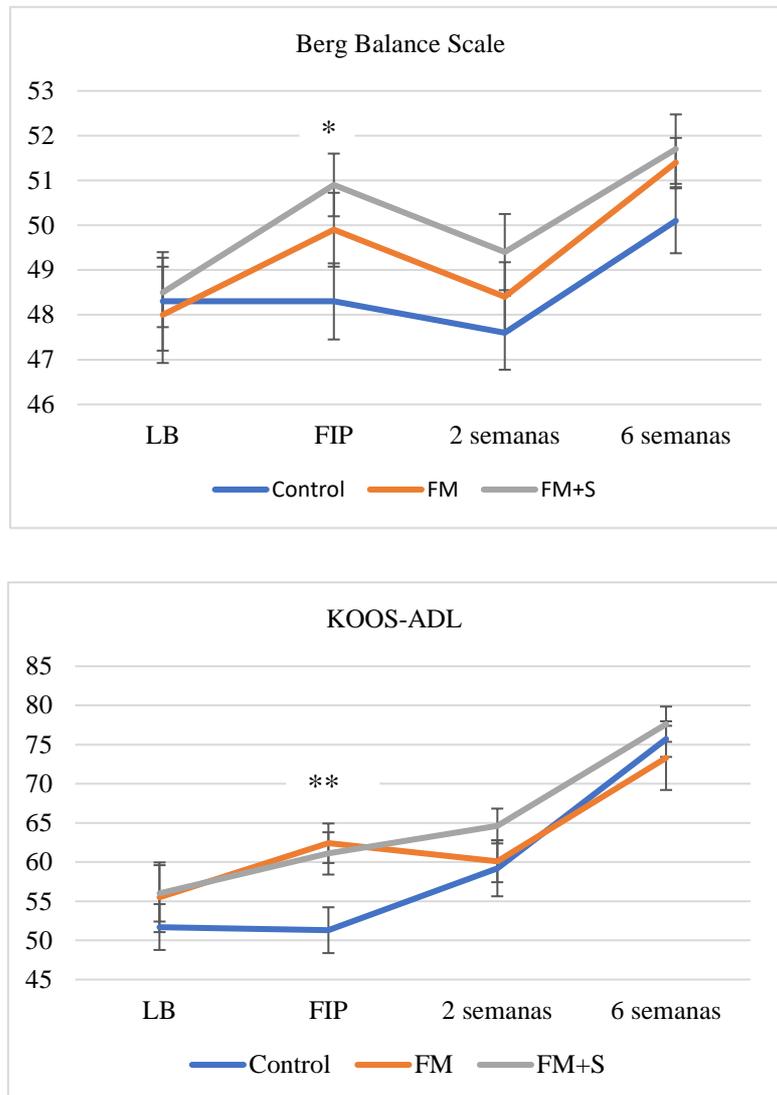
### **5.3.7 Evaluación un año después de la cirugía.**

Esta evaluación se realizó un año después de la cirugía, y los hallazgos derivados de la misma se consideraron como los resultados del periodo postoperatorio a corto plazo.

### **Variables primarias**

Un año después de la cirugía, el estado clínico de los participantes en lo referente a equilibrio y funcionalidad fue superior al exhibido en la línea base. Los cambios observados en el cuestionario KOOS-ADL superaron, en los tres grupos, el valor de CMD; mientras que en el caso de la escala Berg, la evolución experimentada por los participantes de los tres grupos se quedó por debajo de los valores del CMD, especulándose que fue debido al efecto cielo que tiene esta variable.<sup>275</sup>

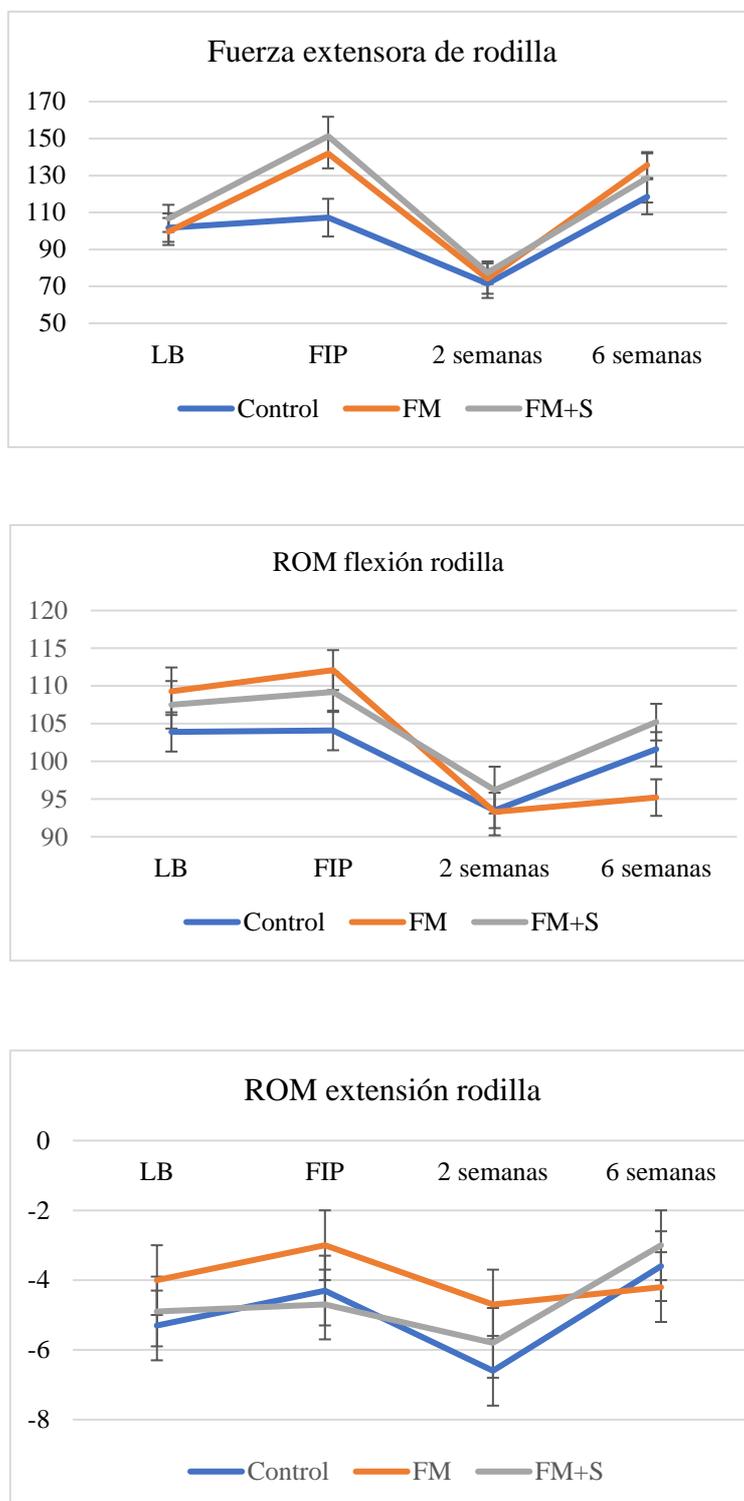
Asimismo, en este punto de evaluación, las puntuaciones referentes al equilibrio global y la funcionalidad auto-informada fueron similar entre los distintos sujetos, ya que se encontraron diferencias no significativas entre grupos en ambas variables primarias, tal y como se observa en la Tabla 5.11.



LB: Línea base; FIP: Final Intervención Preoperatoria; 2 semanas: 2 semanas postoperatorias; 6 semanas: 6 semanas postoperatorias (punto final primario); KOOS: Knee injury and Osteoarthritis Outcome Scale; ADL: Sub-escala de actividades de la vida diaria del cuestionario KOOS; \*: Indica que existen diferencias entre grupos con  $p < 0,05$ . \*\*: Indica que existen diferencias entre grupos con  $p < 0,001$  desde línea base hasta ese punto.

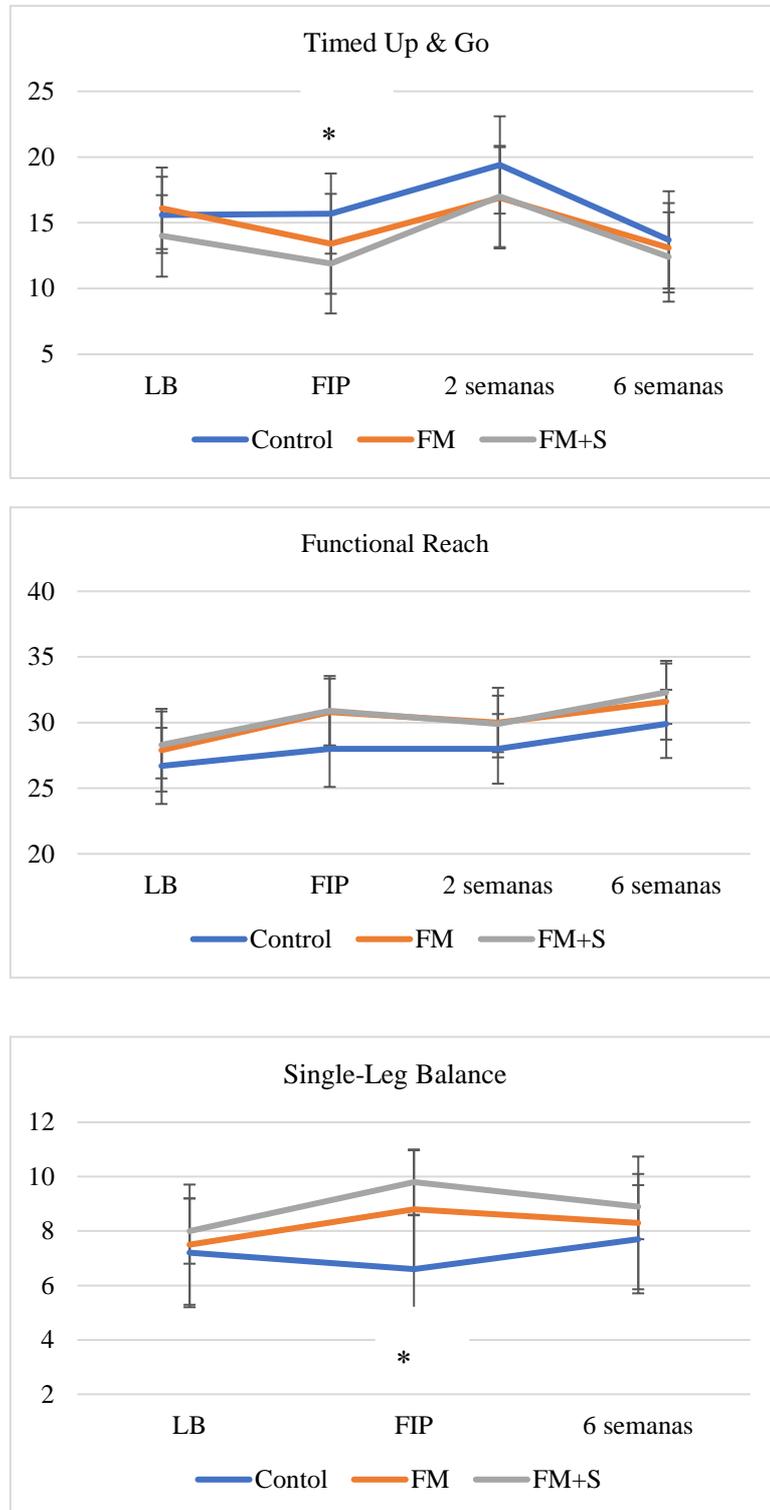
**Figura 5. 8:** Gráficas de la evolución de las variables primarias (Escala Berg y KOOS-ADL) desde línea base hasta el punto final primario (6 semanas postoperatorias)

## 5. Resultados



LB: Línea base; FIP: Final Intervención Preoperatoria; 2 semanas: 2 semanas postoperatorias; 6 semanas: 6 semanas postoperatorias (punto final primario); ROM: Rango de Movimiento; \*: Indica que existen diferencias entre grupos con  $p < 0,05$ . \*\*: Indica que existen diferencias entre grupos con  $p < 0,001$  desde línea base hasta ese punto.

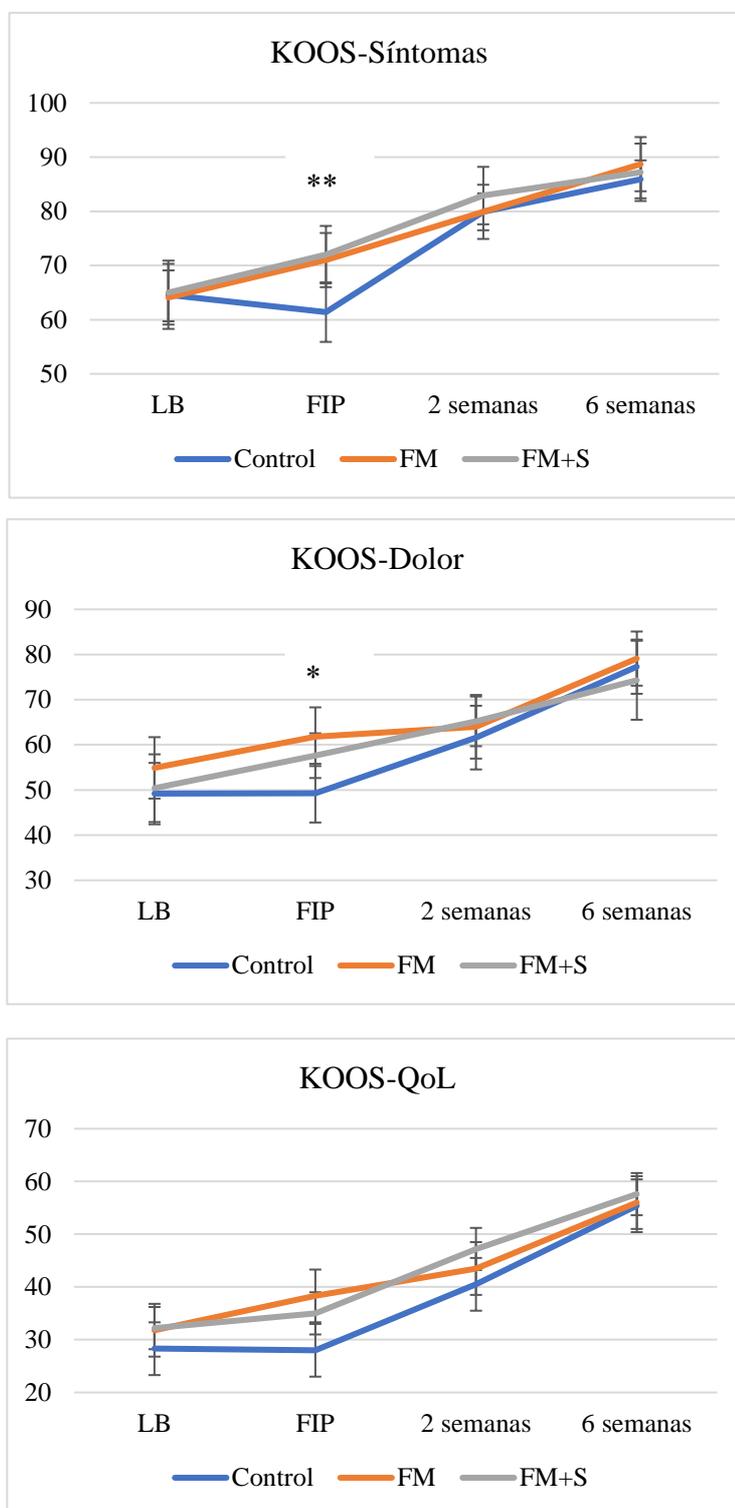
**Figura 5. 9:** Gráficas de la evolución de las variables primarias (Berg Balance Scale y KOOS-ADL) desde línea base hasta el punto final primario (seis semanas postoperatorias).



LB: Línea base; FIP: Final Intervención Preoperatoria; 2S: 2 semanas postoperatorias; 6S: 6 semanas Postoperatorias (punto final primario). \*: Indica que existen diferencias entre grupos con  $p < 0,05$ .

**Figura 5. 10:** Gráfica de evolución desde línea base hasta el punto final primario para las variables secundarias de equilibrio: I) Time Up & Go Test; II) Functional Reach Test; III) Single Leg-Stance Test.

## 5. Resultados



LB: Línea base; FIP: Final Intervención Preoperatoria; 2 semanas: 2 semanas postoperatorias; 6 semanas: 6 semanas postoperatorias (punto final primario); QoL: Sub-escala de calidad de vida del cuestionario KOOS; \*: Indica que existen diferencias entre grupos con  $p < 0,05$ ; \*\*: Indica que existen diferencias entre grupos con  $p < 0,001$ .

**Figura 5. 11:** Gráfica de evolución desde línea base hasta el punto final primario para los cuestionarios auto-informados: KOOS-Síntomas; KOOS-Dolor y KOOS-QoL

**Tabla 5 10:** Resumen de resultados de los efectos de la intervención a lo largo del tiempo desde línea base hasta el final de la rehabilitación postoperatoria par las variables primarias y secundarias

		FIP	2 semanas	6 semanas							
	Grupo	M (DE)	M (DE)	M (DE)	<i>d</i>	<i>p</i> -valores (Tiempo)	<i>F</i> (Tiempo)	<i>p</i> -valores (Grupo)	<i>F</i> (Grupo)	<i>p</i> -valores (Tiempo * Gr.)	<i>F</i> (Tiempo * Gr.)
<b>Variables primarias</b>											
Escala Berg (puntuación)						<0,001	23,763	0,134	2,080	0,291	1,262
	G1: Control	48,3 (3,4)	47,6 (3,3)	50,1 (2,9)	0,59 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	49,9 (3,3)	48,4 (3,1)	51,3 (2,2)	0,53 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	50,9 (2,8)	49,4 (3,4)	51,6 (3,1)	0,11 <sup>2-3</sup>						
KOOS-ADL (%)						<0,001	53,698	0,165	1,852	0,107	1,885
	G1: Control	51,3 (11,7)	59,2 (14,3)	75,7 (9,1)	0,17 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	62,4 (10,1)	60,1 (10,7)	73,3 (16,4)	0,20 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	61,1 (10,8)	64,6 (8,9)	77,6 (9,0)	0,48 <sup>2-3</sup>						
<b>Variables secundarias</b>											
Función física											
ROM flexión (°)						<0,001	1,299	0,232	1,497	0,275	1,299
	G1: Control	104,1 (10,5)	93,5 (9,4)	101,6 (9,1)	-0,14 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	112,1 (11,5)	93,3 (9,5)	103,2 (10,4)	0,12 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	110,9 (10,6)	95,2 (12,4)	105,2 (9,1)	0,23 <sup>2-3</sup>						
ROM extensión (°)						0,010	5,079	0,580	0,55	0,399	1,013
	G1: Control	-4,3 (5,1)	-6,6 (3,5)	-3,6 (2,9)	-0,37 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	-3,0 (3,5)	-4,7 (2,1)	-4,2(4,1)	-0,2 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	-4,7 (4,2)	-5,8 (4,9)	-3,0 (4,7)	0,25 <sup>2-3</sup>						
Fuerza extensores (kg)						<0,001	77,589	0,155	1,924	0,001	4,649
	G1: Control	107,2 (33,1)	71,5 (19,4)	118,5 (34,0)	0,38 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	141,9 (42,0)	74,2 (24,4)	135,7 (53,3)	-0,02 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	152,3 (40,8)	77,4 (31,1)	128,7 (37,9)	-0,25 <sup>2-3</sup>						
Equilibrio / Movilidad											
TUG test (s)						<0,001	26,317	0,461	0,784	0,237	1,421
	G1: Control	15,7 (6,1)	19,4 (7,4)	13,7 (3,8)	0,33 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	13,4 (7,6)	16,9 (7,9)	13,1 (6,8)	-0,17 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	11,9 (2,6)	17,0 (5,8)	12,4 (3,7)	-0,43 <sup>2-3</sup>						

FR test (cm)						<0,001	17,953	0,264	1,363	0,849	0,391
	G1: Control	28,0 (5,8)	28,0 (5,3)	29,9 (5,2)	-0,08 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	30,8 (5,3)	30,0 (4,3)	31,6 (4,8)	0,15 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	30,9 (5,1)	29,9 (5,3)	32,3 (5,8)	0,18 <sup>2-3</sup>						
SLS test (s)						0,005	5,857	0,869	0,141	0,073	2,267
	G1: Control	7,5 (7,9)	-	8,0 (7,8)	0,41 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	7,8 (8,7)	-	9,8 (9,7)	0,17 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	10,3 (9,5)	-	8,9 (8,7)	-0,29 <sup>2-3</sup>						
Cuestionario auto-informado											
KOOS-Síntomas (%)						<0,001	83,470	0,249	1,421	0,116	1,873
	G1: Control	61,4 (13,7)	79,9 (6,8)	85,9 (7,0)	0,14 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	71,0 (13,7)	79,9 (12,0)	88,7 (7,9)	0,89 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	72,0 (10,6)	82,9 (7,3)	87,2 (7,3)	0,65 <sup>2-3</sup>						
KOOS-Dolor (%)						<0,001	69,553	0,103	2,363	0,119	1,716
	G1: Control	49,3 (13,0)	61,6 (14,1)	77,3 (12,0)	-0,28 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	61,8 (9,9)	64 (11,0)	79,1 (17,5)	-0,27 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	57,6 (11,1)	65,2 (12,5)	74,3 (17,5)	-0,01 <sup>2-3</sup>						
KOOS-QoL (%)						<0,001	75,37	0,299	1,231	0,496	0,889
	G1: Control	28,0 (13,3)	40,5 (14,1)	55,4 (18,0)	-0,2 <sup>1-2</sup>						
	G2: FM	38,3 (14,1)	43,5 (12,3)	56,0 (8,1)	-0,25 <sup>1-3</sup>						
	G3: FM+S	35,0 (15,0)	47,2 (16,8)	57,6 (14,0)	-0,08 <sup>2-3</sup>						

Grupo FM: Fortalecimiento muscular; FM+S: Grupo Fortalecimiento Muscular + Sensorimotor; FIP: Final Intervención preoperatoria; 2 semanas: 2 semanas después de la cirugía; 6 semanas: 6 semanas después de la cirugía. KOOS: Cuestionario Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; ADL: sub-escala de actividades de la vida diaria del cuestionario KOOS; ROM: Rango de movimiento; cm: centímetros; kg: kilogramos; TUG: Timed Up and Go; FR: Functional Reach; SLS: Single Leg-Stance; EQ: Euro Quality of life 5-dimension; QoL: su-escala de calidad de vida del cuestionario KOOS. Grupo control (n=21); Grupo FM (n=24); Grupo FM+S (n=20). El tamaño del efecto de Cohen se estima como la magnitud del cambio entre los grupos desde línea base a punto final primario, siendo la comparación para 1: control, 2: grupo FM y 3: grupo FM + S.

**Tabla 5.11:** Resultados de la evaluación un año después de la cirugía para las variables primarias

	Grupo	M (DE)	<i>d</i> <i>Cohen</i>	<i>p</i> -valor	<i>F</i>
Escala Berg (puntuación)				0,091	2,520
	G1: Control	50,7 (2,2)	0,58 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	52,0 (1,7)	0,55 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	52,1 (2,1)	0,05 <sup>2-3</sup>		
KOOS-ADL (%)				0,976	0,025
	G1: Control	87,8 (4,6)	0,07 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	88,1 (6,8)	0,44 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	88,2 (5,5)	0,39 <sup>2-3</sup>		

Grupo control (n=16); Grupo FM (n=19); Grupo FM+S (n=15). El tamaño del efecto *d* de Cohen se estima como la magnitud del cambio entre los grupos desde línea base a punto final primario, siendo la comparación para 1: control, 2: grupo FM y 3: grupo FM + S.

### Variables secundarias

Las variables secundarias analizadas al año de la cirugía de ATR no mostraron diferencias entre grupos, a excepción de lo encontrado en la variable Single-Leg Stance ( $p= 0,048$ ). Las diferencias se observaron entre los integrantes del grupo FM y los del grupo control (Tabla 5.12). Se puede afirmar que, en términos generales, las capacidades de los participantes se estabilizaron un año tras la cirugía, independientemente del trabajo preoperatorio realizado.

## 5. Resultados

**Tabla 5.12:** Resultados de la evaluación un año después de la cirugía para variables secundarias.

	Grupo	Media (DE)	<i>d</i> Cohen	<i>p</i> -valor	<i>F</i>
<b>Función física</b>					
ROM flexión rodilla (°)				0,746	0,294
	G1: Control	102,9 (8,5)	-0,03 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	105,1 (10,2)	-0,01 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	104,8 (8,7)	0,02 <sup>2-3</sup>		
ROM extensión rodilla (°)				0,063	2,961
	G1: Control	-0,1 (3,3)	-0,30 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	-2,2 (2,3)	-0,12 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	-1,6 (2,2)	0,21 <sup>2-3</sup>		
Fuerza extensores rodilla (kg)				0,221	1,558
	G1: Control	128,3 (32,7)	0,62 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	158,3 (76,2)	-0,15 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	142,8 (38,9)	-0,51 <sup>2-3</sup>		
<b>Equilibrio / Movilidad</b>					
TUG test (s)				0,522	0,659
	G1: Control	12,1 (2,9)	0,01 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	11,1 (3,1)	0,23 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	11,1 (2,8)	0,17 <sup>2-3</sup>		
FR test (cm)				0,085	2,596
	G1: Control	29,2 (4,6)	-0,15 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	32,7 (4,8)	-0,01 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	32,3 (4,9)	-0,09 <sup>2-3</sup>		
SLS test (s)				0,043	3,367
	G1: Control	5,1 (4,7)	1,10 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	12,7 (10,2)	0,46 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	10,3 (9,2)	-0,32 <sup>2-3</sup>		
<b>Cuestionarios auto-informados</b>					
KOOS-Síntomas (%)				0,141	2,044
	G1: Control	91,4 (9,9)	-0,30 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	93,4 (7,4)	-0,22 <sup>2-3</sup>		
	G3: FM+S	96,7 (2,9)	0,11 <sup>1-3</sup>		
KOOS-Dolor (%)				0,28	1,278
	G1: Control	88,8 (7,8)	-0,39 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	90,2 (5,7)	-0,22 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	92,2 (4,4)	0,18 <sup>2-3</sup>		
KOOS-QoL (%)				0,438	0,840
	G1: Control	67,6 (9,2)	-0,18 <sup>1-2</sup>		
	G2: FM	71,4 (8,9)	0,01 <sup>1-3</sup>		
	G3: FM+S	67,9 (11,2)	-0,19 <sup>2-3</sup>		

Grupo control (n=16); Grupo FM (n=19); Grupo FM+S (n=15). El tamaño del efecto *d* de Cohen se estima como la magnitud del cambio entre los grupos desde línea base a punto final primario, siendo la comparación para 1: control, 2: grupo FM y 3: grupo FM +

## **CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN**

## 6. Discusión

## **6.1 Introducción**

El presente capítulo se centra en discutir los resultados obtenidos en el ensayo clínico aleatorizado, el cual, surge a raíz de analizar los hallazgos de la revisión sistemática con meta-análisis. Primeramente, se analizan en detalle diversas cuestiones relacionadas con la metodología de este estudio, procediendo posteriormente a discutir los efectos derivados de las intervenciones propuestas. Por último, se exponen cuáles han sido las principales fortalezas y limitaciones así como finalmente se presentan una serie de consideraciones para futuras investigaciones.

## **6.2 Consideraciones generales**

La presente investigación surge tras la lectura crítica de los resultados obtenidos en la revisión sistemática con meta-análisis, realizada durante esta tesis doctoral, y que pondrían de manifiesto la necesidad de ampliar la evidencia sobre los efectos del entrenamiento sensorimotor en el preoperatorio de la cirugía de ATR. Por otro lado, se observó que, a día de hoy, no existen estudios que hayan combinado el entrenamiento sensorimotor con otro tipo de ejercicio físico, como el entrenamiento de fuerza, en una intervención preoperatoria a la cirugía de ATR. En vista de estos acontecimientos, se estableció como objetivo principal de la tesis el siguiente: investigar los efectos que una intervención experimental preoperatoria, que combine el entrenamiento de fuerza y el sensorimotor, induce sobre el equilibrio y la funcionalidad en el postoperatorio temprano en sujetos intervenidos por artroplastia total de rodilla; comparando dichos efectos, frente a los obtenidos por un programa preoperatorio de entrenamiento de fuerza y frente a los protocolos convencionales.

## 6. Discusión

### **6.3 Ensayo clínico de los efectos del entrenamiento sensorimotor, en combinación al fortalecimiento muscular, previo a la artroplastia total de rodilla**

#### **6.3.1 Principales resultados**

De los resultados obtenidos en el ensayo clínico, se deduce que una intervención preoperatoria realizada previa cirugía de ATR, que combine el entrenamiento de fortalecimiento y el sensorimotor, produce efectos clínicos superiores a los procedimientos convencionales en términos de equilibrio y funcionalidad, fuerza y salud auto-informada. Ahora bien, estos efectos fueron muy similares a los producidos por una intervención que incluyó exclusivamente ejercicios de fortalecimiento.

A las seis semanas después de la cirugía, periodo considerado como postoperatorio temprano, y que fue definido como punto final primario, las capacidades de equilibrio y funcionalidad registradas por los participantes de los tres grupos fueron muy similares, no prolongándose hasta este punto las mejoras observadas durante el periodo previo a la cirugía. Sin embargo, la fuerza extensora de rodilla sí que resultó ser superior en aquellos sujetos que llevaron a cabo intervenciones preoperatorias (equilibrio más fuerza, o sólo fuerza). Por tanto, se deduce que una intervención preoperatoria previa cirugía de ATR, basada en la combinación de entrenamiento de fortalecimiento y sensorimotor puede inducir mejoras clínicamente relevantes en la fuerza (medida en la fase del postoperatorio temprano), pero no en otros resultados funcionales, cuando los efectos se comparan con los producidos por los procedimientos habituales. Estos hallazgos son consistentes con los de otros estudios que apuntaron que los entrenamientos preoperatorios en ATR parecen mejorar la fuerza postoperatoria,<sup>276</sup> aunque también pueden no proporcionar mejorías clínicas significativas en el postoperatorio temprano en comparación a los grupos control.<sup>277,278</sup>

Los resultados obtenidos un año tras la cirugía mostraron escasas diferencias entre las tres intervenciones, de lo que se deduce que, en este momento de evaluación, los entrenamientos preoperatorios en ATR no tienen una mayor influencia en el estado clínico de los participantes que los procedimientos convencionales. Cabe decir que las pérdidas de seguimiento observadas en este periodo limitan la extracción de conclusiones, tal y como se discute en este capítulo.

Parece importante remarcar que los protocolos se toleraron bien y no se observaron efectos adversos, tal y como se apunta en otros estudios similares, que describen el ejercicio sensorimotor como una técnica segura para pacientes con OA de rodilla.<sup>273</sup>

### **6.3.2 Consideraciones relativas a la metodología empleada**

#### **Consideraciones sobre la población de estudio**

La OA de rodilla es una condición que afecta a una población de características muy heterogéneas, con edades que varían desde los 40 años en adelante, y con una manifestación de los síntomas muy diversa. Los estudios epidemiológicos apuntan que el pico de incidencia se encuentra a partir de los 65 años de edad, afectando al 30% de esta población, siendo estas cifras mayores conforme avanza la edad de los sujetos.<sup>279,280</sup> Cuando el avance de la condición es evidente y los síntomas van en aumento, se considera la ATR como la opción terapéutica preferente. Siendo la ATR una técnica que se aplica sobre todo a personas de más de 60 años, en el presente estudio se consideró como criterio de inclusión que la edad de los participantes fuera entre 60 y 80 años, tratando así de obtener una muestra que representara lo mejor posible a la población de OA de rodilla severa que se somete a ATR.

Por razones de seguridad, y buscando salvaguardar la salud de los pacientes, se aplicaron criterios de exclusión para que sólo formaran parte del estudio aquellos

## 6. Discusión

pacientes que física y mentalmente estaban capacitados para llevar a cabo las intervenciones diseñadas. Uno de estos criterios de exclusión fue presentar una puntuación menor de 21 en la escala Berg, al considerarse que estos sujetos presentan un alto riesgo de caídas.<sup>281</sup> Asimismo, se ha reportado que las puntuaciones menores de 21 en la escala Berg son poco comunes, representando sólo a una minoría de la población,<sup>282</sup> y que por tanto, este no sería un criterio restrictivo y que alterara la representatividad de la muestra del estudio.

La muestra total de la presente investigación fue de 67 sujetos. Este tamaño es mayor que el empleado por otros estudios de entrenamiento preoperatorio propioceptivo y del equilibrio, como es el caso de Gstoettner *et al.*,<sup>283</sup> cuyo tamaño fue de 38 sujetos; y el de Huber *et al.*,<sup>274</sup> de 45 sujetos. Sin embargo es menor que el utilizado en el estudio de Villadsen *et al.*,<sup>273</sup> donde participaron 81 sujetos intervenidos por ATR. Al comparar este tamaño con el de los estudios recogidos por una revisión sistemática con meta-análisis sobre los efectos de las intervenciones preoperatorias en ATR, se observa que el tamaño de la presente investigación es mayor que el de diez de los dieciséis estudios incluidos en esta revisión.<sup>278</sup>

### **Consideraciones sobre el diseño de los protocolos de intervención**

El entrenamiento de la fuerza y el entrenamiento sensorimotor son dos estrategias comúnmente utilizadas en el tratamiento de pacientes con OA severa de rodilla. Dichas intervenciones han demostrado ser efectivas a la hora de paliar los síntomas de la condición, tales como pérdida de fuerza, empeoramiento del equilibrio, disminución de la funcionalidad o incremento del riesgo de caídas.<sup>284,285</sup> Sin embargo, hasta la fecha, no existe ningún estudio que compare los efectos obtenidos al combinar estas dos técnicas, así como tampoco se han comparado los efectos de dos programas distintos de ejercicio físico aplicados en el preoperatorio de ATR. Por tanto, la presente investigación aporta

evidencia innovadora derivada de evaluar los efectos de una intervención preoperatoria que combina el entrenamiento de fuerza con el entrenamiento sensorimotor.

#### Programa preoperatorio de fortalecimiento muscular

Las intervenciones de fortalecimiento muscular es una de las estrategias más comúnmente utilizadas tanto en el preoperatorio de ATR, {FormattingCitation} como en su recuperación postquirúrgica, considerándose como una pieza clave dentro del tratamiento de la OA de rodilla.<sup>16</sup>

En este trabajo se propuso un programa de fortalecimiento, cuyo diseño se basó en los principios de DeLorme y Watkins<sup>287</sup> sobre la incorporación de cargas de resistencia progresivas para una mejora en la fuerza, con la intención de conseguir hipertrofia muscular. Investigaciones recientes han corroborado su eficacia para obtener tales efectos, así como también se le atribuyen efectos sobre las ganancias de fuerza, la mejora de la actuación deportiva y mejoras funcionales en el contexto de la rehabilitación funcional.<sup>288,289</sup>

Respecto a la eficacia de la intervención propuesta para mejorar la fuerza, en el estudio llevado a cabo por Fish *et al.*<sup>290</sup> se compararon los efectos de este programa con otro que también trabajó con cargas progresivas, la “Técnica Oxford”. Los resultados mostraron que ambas técnicas eran igual de efectivas, sin encontrarse diferencias significativas entre ambos programas. Da Silva *et al.*<sup>291</sup> corroboraron estos hallazgos en su estudio llevado a cabo en 2010, donde se vio que, tanto a nivel de ganancia de fuerza, como a nivel de metabolismo muscular, ambos programas conseguían efecto muy similares.

Los programas de cargas progresivas, aparte de utilizarse como una técnica de entrenamiento y de preparación deportiva, también han sido aplicadas en el campo de la

## 6. Discusión

rehabilitación. Concretamente, en el caso de la OA de rodilla, es una herramienta ampliamente empleada en la práctica clínica, tanto como parte del tratamiento conservador, como dentro de un protocolo postoperatorio tras ATR. Se lleva a cabo con el objetivo de frenar el déficit muscular que frecuentemente presentan los pacientes con OA de rodilla, y que supone una limitación para su funcionalidad.<sup>292</sup> Estudios científicos llevados a cabo en población con OA de rodilla demuestran que los programas de fuerza progresiva son eficaces a la hora de disminuir el dolor, aumentar la fuerza muscular y mejorar la funcionalidad y la calidad de vida.<sup>293,294</sup>

### Programa preoperatorio de entrenamiento sensorimotor

La propuesta de entrenamiento sensorimotor se diseñó como intervención complementaria al programa de fortalecimiento. Se ideó sobre las premisas originalmente establecidas por Fitzgerald *et al.*<sup>200</sup> para trabajar el equilibrio y la propiocepción en pacientes con OA de rodilla, que posteriormente fue adaptado por autores como Piva *et al.*,<sup>239</sup> Liao *et al.*<sup>240</sup> y Roig *et al.*<sup>233</sup> para aplicarlo en la rehabilitación funcional tras ATR. Analizando las similitudes y diferencias entre estas intervenciones y la llevada a cabo en la presente investigación, se encuentra que el principal elemento diferenciador subyace en que las propuestas mencionadas fueron implementadas en el periodo de rehabilitación postoperatorio y no durante el periodo preoperatorio a la ATR. Otro rasgo diferenciador es que la intervención del presente estudio llevó a cabo el entrenamiento sensorimotor en combinación a un programa de fortalecimiento muscular de cargas progresivas. Por su parte, en los trabajos de Piva *et al.*<sup>239</sup> y Liao *et al.*,<sup>240</sup> el entrenamiento sensorimotor se complementó con un programa de ejercicio funcional, según las indicaciones de Moffet *et al.*,<sup>295</sup> que incluía actividades como subir escaleras o levantarse de una silla en combinación con estiramientos musculares y movilizaciones pasivas. Asimismo, en el caso de Roig-Casasús *et al.*,<sup>233</sup> el

entrenamiento del equilibrio y la propiocepción se complementó con ejercicios en una plataforma dinamométrica y ejercicios de activación muscular sin aplicar resistencias progresivas. Recientemente, otro estudio llevó a cabo, de manera novedosa, una intervención experimental postoperatoria focalizada exclusivamente en el entrenamiento sensorimotor, sin complemento de otro tipo de ejercicio.<sup>296</sup>

Si bien la mayor parte de investigaciones se orientaron hacia la rehabilitación postoperatoria temprana, existe también evidencia, aunque escasa, de los posibles efectos que inducen los preoperatorios sensorimotrices. Por ejemplo, en el estudio de Gstoettner *et al.*,<sup>37</sup> se realizó un protocolo de entrenamiento de equilibrio, igualmente fundamentado en el trabajo de Fitzgerald *et al.*<sup>200</sup> Los ejercicios de equilibrio se complementaron únicamente de estiramientos, no realizándose ningún tipo de entrenamiento de fuerza muscular. Por el contrario, los trabajos de Huber *et al.*<sup>36</sup> y Villadsen *et al.*<sup>273</sup> implementaron el programa de entrenamiento neuromuscular conocido como NEMEX-TJR. Se trata de un protocolo de ejercicios para miembros inferiores, en los que se busca aumentar la aferencia sensitiva y mejorar el control postural, a partir de ejercicios activos funcionales. Las bases y objetivos de este programa, así como los ejercicios empleados son muy similares a los utilizados en el protocolo sensorimotor del presente estudio. Sin embargo, existen diferencias con respecto a nuestro estudio en aspectos como el volumen de intervención, que fue de cuatro semanas; Villadsen *et al.*<sup>273</sup> aplicaron un protocolo de duración variable entre cuatro y doce semanas, mientras que el protocolo de Huber *et al.*<sup>36</sup> tiene una duración única de ocho semanas. También existe publicado un protocolo de estudio<sup>297</sup> en el que se presenta una intervención de NEMEX-TJR que se implementará a un grupo de sujetos con OA de cadera que serán sometidos a artroplastia total de cadera. Sin embargo, los resultados de la intervención todavía no están publicados.

## 6. Discusión

### 6.3.3 Análisis de los resultados obtenidos

#### Efectos durante el periodo preoperatorio

Según los resultados obtenidos, la aplicación de un entrenamiento preoperatorio conlleva mejoras clínicas durante el tiempo previo a la cirugía. Tanto los participantes del grupo FM, como los del FM+S obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en comparación con los del grupo control en lo referente a equilibrio, funcionalidad, síntomas, dolor y fuerza extensora de rodilla.

En base a estos hallazgos, la aplicación de un entrenamiento preoperatorio conlleva mejoras clínicas en las variables primarias (equilibrio y funcionalidad) en el periodo prequirúrgico. Estos resultados van en la línea de otros estudios y guías clínicas que consideran que el ejercicio físico en general, así como el entrenamiento de fuerza o los programas de equilibrio en particular, son herramientas terapéuticas eficaces en OA de rodilla para mejorar la funcionalidad y las capacidades físicas de los individuos,<sup>298,299</sup> ya que pueden aliviar el declive funcional que normalmente exhiben estos sujetos durante el transcurso de la condición.<sup>300,284</sup>

Con respecto al equilibrio, se extrae que ambas intervenciones preoperatorias inducen mejoras, estadísticamente significativas, con respecto a las del grupo control, tanto en la condición de equilibrio global (medido con la escala Berg) como en el equilibrio dinámico, funcionalidad y movilidad (medido con el test TUG). Además, cabe señalar que en el caso de la variable TUG test, las mejoras obtenidas por los integrantes de los grupos FM y FM+S superaron el CMD de 2,2 segundos, establecido por Yuksel *et al.*<sup>301</sup>. Por tanto, estos resultados sugieren que, en personas en lista de espera para ser intervenidas por ATR, hasta dos dimensiones diferentes del equilibrio, se ven mejoradas por las intervenciones preoperatorias propuestas.

Asimismo, cabe mencionar que los resultados inducidos tras realizar ambas intervenciones preoperatorias fueron muy similares. Cabría haber esperado que el grupo FM+S, al incluir ejercicios orientados a la activación específica del sistema neuromuscular, hubiera obtenido comparativamente mejores resultados. Tal y como postulan algunos autores, los beneficios del entrenamiento sensorimotor radican en la capacidad de ejercer una estabilización dinámica en la articulación, lo que podría mejorar la estabilidad de la rodilla,<sup>302,303</sup> la cual, se ve mermada por el proceso artrósico.<sup>304</sup> Sin embargo, estas expectativas no fueron satisfechas. En este sentido, es sabido que la atrofia del cuádriceps es uno de los rasgos más característicos de la OA de rodilla, y que más allá de mermar la funcionalidad, también se ha visto que la atrofia de esta musculatura es uno de los principales factores relacionados con la pérdida de equilibrio en sujetos con OA de rodilla.<sup>305</sup> Basándose en esta premisa, autores como Bennell y Hinman,<sup>306</sup> ya propusieron que el entrenamiento de fuerza en miembros inferiores puede ser una herramienta útil, no sólo para combatir la atrofia muscular, sino también para mejorar la propiocepción en sujetos con OA de rodilla. Existen también diversos estudios en los que se observó que el equilibrio se ve mejorado tras la aplicación de un programa de fuerza.<sup>307-309</sup> Además, Mat *et al.*<sup>310</sup> publicaron en 2015 una revisión sistemática corroborando que el entrenamiento de fuerza mejora el equilibrio y reduce el riesgo de caídas en sujetos con OA de rodilla. Los hallazgos de estos estudios corroboran lo obtenido por esta investigación, sugiriendo que un programa de fortalecimiento muscular mejora, no solo la fuerza, sino también el también equilibrio en sujetos con OA de rodilla, cuyos efectos, son comparables a los obtenidos por un programa que incluye entrenamiento sensorimotor.

Con respecto a las variables secundarias, las intervenciones preoperatorias mostraron también ser eficaces a la hora de mejorar la fuerza extensora de rodilla, así como el

## 6. Discusión

dolor y los síntomas auto-informados, ya que se obtuvieron diferencias significativas entre los integrantes de los grupos FM y FM+S con respecto a los del grupo control.

La fuerza extensora de rodilla se vio aumentada durante este periodo un 30 y un 43% en los integrantes de los grupos FM y FM+S respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos por otras investigaciones que aplicaron también un protocolo de entrenamiento de la fuerza previo a la cirugía de ATR<sup>311-313</sup> y que demuestra, que la realización de un programa de fortalecimiento durante las semanas previas a la operación, mejora los niveles de fuerza de los músculos extensores de rodilla.

Coincidiendo el aumento de la fuerza con una mejora en la funcionalidad auto-informada, se puede pensar que la fuerza muscular actuó como un determinante de la funcionalidad en personas con OA de rodilla, siendo este hallazgo consistente con lo expuesto en otras publicaciones.<sup>314</sup> Del mismo modo, las mejoras obtenidas en las variables KOOS-Dolor y KOOS-Síntomas por las intervenciones FM y FM+S pueden ser explicadas por la mejora de las capacidades físicas experimentadas por los participantes.

### Contextualización de los resultados postoperatorios con la literatura previa

Centrando el tema en analizar aquellos estudios que, como el presente, propusieron investigar los efectos de un entrenamiento preoperatorio sensorimotor, se encontró que dos de los tres estudios evaluaron el equilibrio después haber finalizado la intervención preoperatoria y antes de la operación. En este sentido, Huber *et al.*<sup>36</sup> encontraron que el equilibrio mejoró a lo largo de este periodo, pero sin diferencias significativas en comparación a no realizar ninguna intervención activa. Gstoettner *et al.*<sup>37</sup> también obtuvieron ligeras mejoras en el equilibrio durante este periodo, pero sin diferencias significativas. Asimismo, en este estudio, el equilibrio no fue evaluado con test y escalas de equilibrio, sino con una plataforma de equilibrio Biodex Stability System,

utilizado para medir el desplazamiento del centro de gravedad. Salvando las diferencias metodológicas, se puede decir que los hallazgos de estudios previos son consistentes con los de este trabajo con respecto a los efectos preoperatorios de la propuesta.

### **Efectos en el postoperatorio temprano**

Los efectos en el postoperatorio temprano hacen referencia a los resultados obtenidos en las evaluaciones del inicio y del final de la rehabilitación postoperatoria, correspondiendo con las dos y las seis semanas después de la operación.

Estos resultados mostraron que a las seis semanas después de la cirugía, los participantes que llevaron a cabo un entrenamiento preoperatorio exhibían mejores puntuaciones en lo referente a fuerza extensora de rodilla, por lo que se deduce que las intervenciones FM y FM+S son efectivas a la hora de aminorar los déficits musculares que se observan en el postoperatorio temprano tras ATR.<sup>315</sup> Por el contrario, se obtuvieron resultados muy similares entre las tres intervenciones en el resto de variables, de lo que se deduce que las intervenciones preoperatorias no mejoran, sobre el procedimiento habitual, el estado clínico del paciente en el postoperatorio temprano de ATR.

La literatura científica recoge que la fuerza es una capacidad que se ve disminuida tras la cirugía de ATR.<sup>292</sup> Según apuntan algunos autores, la pérdida de fuerza es especialmente relevante en la musculatura del cuádriceps, por su implicación en actividades cotidianas como la marcha o subir y bajar escaleras.<sup>316,317</sup> Se apunta que detrás de la pérdida de fuerza se hallan fenómenos de reducción del área de sección transversal del músculo así como fallos en la activación neuromuscular voluntaria.<sup>317</sup> Diversos estudios encontraron que los valores de fuerza muscular obtenidos después de la cirugía de ATR eran menores que los hallados antes de la operación, incluso a pesar

## 6. Discusión

de haber realizado un programa preoperatorio de fortalecimiento muscular,<sup>216,311,312</sup> observándose en este estudio la misma tendencia.

El resto de las variables no mostraron diferencias significativas entre los participantes de los tres grupos. Por tanto, se puede afirmar que los efectos clínicos positivos registrados en el periodo preoperatorio, en lo referente a equilibrio y salud autoinformada, no se trasladaron al postoperatorio temprano. Los hallazgos son consistentes con los de otras revisiones sistemáticas,<sup>277,278,318</sup> incluyendo la realizada por el doctorando para analizar los antecedentes de esta tesis, las cuales no demostraron que el entrenamiento sensorimotor preoperatorio fuera eficaz para mejorar la funcionalidad o el equilibrio en el periodo postoperatorio de ATR.

Los cambios propioceptivos que sufre la rodilla tras la operación podrían parcialmente explicar que, en este periodo, no se mantuvieran las mejoras en el equilibrio y la funcionalidad conseguidas antes de la operación. Las modificaciones se deben principalmente a la resección de estructuras con una importante carga propioceptiva como son los ligamentos cruzados, la cápsula o los meniscos, con la consecuente falta de estabilidad de la rodilla.<sup>319</sup> Además, se produce una alteración de la estabilización dinámica de la rodilla, ya que se modifica también la actividad y la latencia motora de la musculatura que estabiliza la articulación,<sup>320</sup> haciéndose evidente esta inestabilidad sobre todo en actividades dinámicas como la marcha.<sup>321</sup> Asimismo, estos cambios en la activación motora, se dan no sólo en la pierna intervenida, sino también en la contralateral. En este sentido, autores como Hurley *et al.*<sup>322</sup> observaron que a las seis semanas después de la cirugía existen importantes diferencias en el control postural en comparación con los valores preoperatorios. Por su parte, Pethes *et al.*<sup>323</sup> evidenciaron que en este punto de la rehabilitación es cuando los valores de equilibrio de aquellos

sujetos intervenidos por ATR distan más de los valores obtenidos por los sujetos sanos homólogos.

Por otro lado, cabría tener en cuenta el papel que puede jugar la percepción del dolor durante el proceso de rehabilitación postquirúrgica. El dolor de intensidad elevada tras ATR es un hallazgo prevalente,<sup>324</sup> y según relatan algunos estudios, éste puede actuar como factor limitante a la hora de realizar actividad física, además de inhibir los circuitos de equilibrio y producción de fuerza.<sup>325</sup> Por tanto, se podría especular que el dolor enmascarara los efectos de las intervenciones preoperatorias, especialmente en aquellos sujetos que mostraron niveles de dolor elevados en este punto de la rehabilitación.

En cuanto a la discusión de otras variables de interés, comentar que tal y como se ha relatado en otros estudios, el dolor, los síntomas y la calidad de vida mejoraron tras la operación de ATR, avalando esta técnica quirúrgica como una opción eficaz para la mejora de los síntomas del paciente con OA de rodilla.<sup>13,326</sup> Además, estas mejoras rozaban, o superaban en algunos casos los 10 puntos que marcan el punto de corte para el CMD.<sup>244</sup>

Por último, en lo referente a evolución intra sujetos de las variables primarias, exponer que la funcionalidad mostró una evolución en el tiempo, con respecto a los valores basales, que fue estadísticamente significativa en los tres grupos, con mejoras en el cuestionario KOOS-ADL por encima de los 10 puntos, superando el CMD establecido para esta variable.<sup>244</sup> En cuanto a las puntuaciones obtenidas en la escala Berg, las diferencias fueron estadísticamente significativas, pero quedaron por debajo de los valores del CMD.<sup>282,327</sup> De manera consistente, estudios como el de Swinkles y Allain<sup>54</sup>, o el de Calatayud *et al.*<sup>62</sup> comparten que, en este momento de la rehabilitación, las mejoras obtenidas en la escala Berg no alcanzan los cambios mínimos detectables.

## 6. Discusión

### Contextualización de los resultados del postoperatorio temprano con la literatura previa

Las síntesis de resultados, cuantitativas y cualitativas, que evaluaron la funcionalidad, la función física y el dolor en el postoperatorio temprano coinciden en mostrar que las intervenciones preoperatorias obtuvieron resultados que mostraban un tamaño del efecto bajo o diferencias no significativas en comparación a los grupos control.<sup>278,329,330</sup>

La no existencia de diferencias significativas entre las tres intervenciones en lo referente a equilibrio, funcionalidad y salud auto-informada en la presente investigación iría en la línea de estos hallazgos.

Cabe tener en cuenta que en estas revisiones se agruparon diversos tipos de entrenamiento preoperatorio, siendo heterogéneos tanto los tiempos de aplicación (desde las 4 a las 8 semanas) como los ejercicios empleados en cada caso, lo cual, dificulta la extracción de conclusiones al respecto.

Por otro lado, Skoffer *et al.*<sup>276</sup> coinciden en apuntar una mejora de la fuerza extensora de rodilla al aplicar un entrenamiento preoperatorio basado en el fortalecimiento muscular, mientras que otros estudios no detectaron tales diferencias con respecto a los procedimientos habituales en el periodo postoperatorio temprano.<sup>313,331</sup>

Analizando de manera más específica los resultados de las intervenciones basadas en el entrenamiento sensorimotor preoperatorio, se extrae que la evidencia es inconcluyente. Huber *et al.*<sup>36</sup> no encontraron mejoras significativas con respecto al grupo control, mientras que Villadsen *et al.*<sup>35</sup> y Gstoettner *et al.*<sup>37</sup> sí que reportan mejoras en las escalas KOOS y WOMAC respectivamente, pero con valores que quedan por debajo del CMD. En los tres estudios, la funcionalidad fue medida a las seis semanas después de la operación, al igual que en la presente investigación. Ahora bien, cabe señalar que, en los

tres casos, los volúmenes de intervención fueron mayores, con duraciones de hasta ocho semanas, como en el caso de Huber *et al.*<sup>36</sup>

### **Efectos un año después de la cirugía**

Los resultados tras un seguimiento de un año después de la cirugía se consideran en la literatura médico-quirúrgica como resultados a corto plazo. Este seguimiento es relevante, ya que está generalmente establecido que es necesario dicho tiempo para conseguir los valores meseta en términos funcionales.<sup>20</sup> Así pues, un año después de la cirugía se observó que los participantes de los tres grupos exhibían un estado clínico muy similar entre ellos, ya que en el análisis entre grupos no se obtuvieron diferencias significativas, a excepción de la variable Single-Leg Standing test, donde las puntuaciones mayores correspondieron a los integrantes del grupo FM. Asimismo, todas las variables evaluadas mostraron valores superiores a los recogidos en la evaluación de línea base.

Un año después de la ATR se considera que las capacidades físicas han alcanzado su valor de evolución máxima, siendo residuales los cambios que puedan producirse a partir de este punto. En un primer momento, Mizner *et al.*<sup>155</sup> apuntaron que este *plateau* funcional se producía a los tres meses. Por su parte, Kennedy *et al.*<sup>332</sup> observaron que hasta los seis meses después de la cirugía se podían obtener mejoras, siendo prácticamente nulas las que se producían a partir de este momento. Recientemente, Moutzouri *et al.*<sup>20</sup> hallaron que para restaurar completamente el equilibrio y propiocepción de la rodilla se necesitaban doce meses, coincidiendo con lo expuesto por Pethes *et al.*<sup>323</sup> Asimismo, otros autores sostienen que la fuerza muscular también requiere de periodos de hasta 12 meses para verse recuperada.<sup>315</sup>

## 6. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación reflejan una mejoría en el estado clínico del paciente (físico y auto-informado) un año después de la cirugía con respecto a los valores basales. De esta manera, el presente estudio corrobora lo expuesto anteriormente con respecto a los 12 meses postquirúrgicos como punto en el cual el paciente ya muestra una restauración de sus capacidades físicas, viéndose además, mejoradas con respecto a los valores basales. Resulta por tanto interesante apuntar que un año de seguimiento tras cirugía de ATR es un tiempo adecuado para observar mejoras en el estado clínico del paciente, ya que en este punto, los pacientes parecen haberse superado ya de las secuelas del postoperatorias y haber alcanzado el punto de *plateau funcional*.

Concretamente en lo referente al tema de la restauración del equilibrio tras ATR, el cual, ha sido fuente de debate en las últimas décadas, los resultados de esta investigación sugieren que a los 12 meses postquirúrgicos, sí que se produce una restauración del equilibrio en pacientes intervenidos por ATR. Además, las mejoras observadas en el equilibrio de los sujetos puede considerarse clínicamente relevante, ya que los valores hallados en la variable TUG, son, en los tres grupos, inferiores a los 13,5 segundos, puntuación considerada como punto de corte para determinar un alto riesgo de caídas.<sup>264</sup> Por otra parte, las puntuaciones obtenidas en la escala Berg muestran también cambios por encima del CMD con respecto a los valores basales. Estos resultados sugieren que el equilibrio mejora considerablemente un año después de la cirugía de ATR, y que en este punto, la intervención preoperatoria llevada a cabo parece no influir en el equilibrio de los pacientes. Una posible explicación para la mejora del equilibrio es que un año después de la ATR ya se ha producido una restauración del control postural,<sup>333,334</sup> mientras que otros autores como Mouchnino *et al.*<sup>335</sup> apuntan que

las mejoras en el equilibrio un año después de la operación se deben a la reducción de dolor conseguida por la ATR.

En base a los datos obtenidos, se deduce una tendencia a que, un año después de la cirugía, los participantes ya hayan logrado restablecer los valores de equilibrio que exhibían previo a la cirugía; y que por lo general, esta recuperación se da independientemente de la intervención preoperatoria llevada a cabo. Por tanto, se deduce que, de manera general, una intervención preoperatoria a la ATR basada en el entrenamiento muscular, combinada o no con un programa sensorimotor, no influye en el equilibrio del paciente un año después de la ATR.

Ahora bien, los resultados obtenidos en la variable SLS test fueron los únicos que mostraron diferencias significativas entre grupos, siendo mayores las puntuaciones derivadas de la intervención del grupo FM. Se desconoce si tales diferencias se deben a la capacidad que tiene nuestro cuerpo de retener a largo plazo los efectos derivados del ejercicio, tal y como apuntan algunos estudios;<sup>336</sup> o bien, son fruto del azar, o de un aspecto relevante como es la pérdida de muestra registrada en este seguimiento.

Además del equilibrio, la funcionalidad también mostró mejoras considerables con respecto a valores preoperatorios, lo que reforzaría la idea de que, tras ATR, la restauración del equilibrio es relevante para la mejora de la funcionalidad.

En base a lo publicado con anterioridad, no resulta sorprendente observar efectos muy similares entre los distintos grupos en este momento de evaluación. Según Farquhat *et al.*<sup>131</sup>, un año después de la ATR, la evolución de los distintos grupos tiende a igualarse, siendo este dato consistente con los hallazgos obtenidos por otros estudios que no revelaron diferencias significativas un año después de ATR entre aquellos que realizaron un entrenamiento preoperatorio y los que no lo hicieron.<sup>36,312</sup>

## 6. Discusión

### Contextualización de los resultados un año después de la cirugía con la literatura previa

En la literatura científica, de los estudios que han llevado cabo una intervención preoperatoria de entrenamiento sensorimotor, Huber *et al.*<sup>36</sup> fueron los únicos que incluyeron una evaluación al año de la cirugía. Los datos derivados de dicha investigación coinciden con los nuestros a la hora de no mostrar diferencias entre los grupos. Pero al contrario que en el presente estudio, Huber *et al.*<sup>36</sup> no observaron una mejora de la funcionalidad en este punto con respecto a la línea base.

Aun siendo importante evaluar los resultados en este momento del periodo postoperatorio, pues es cuando los valores han alcanzado su punto meseta, desconocemos hasta qué punto los resultados encontrados en este punto se pueden atribuir a un entrenamiento de 12 sesiones que se realizó un año atrás. Además, siendo la OA de rodilla una condición que afecta a una población con características físicas y sociodemográficas tan diversas, resulta lógico pensar que la evolución que lleven estos sujetos a lo largo del primer año postoperatorio sea también ampliamente heterogénea, así como pueda ser también dependiente de otras variables sociológicas, psicológicas y hábitos de ejercicio físico, las cuales, se escapan del alcance de la presente investigación.

#### **6.3.4 Volumen de tratamiento**

En vista de los resultados obtenidos, resulta interesante discutir si estos pueden haberse visto influenciados por el diseño de la investigación, y en particular, por el volumen de tratamiento. Por lo tanto, se plantean diversas consideraciones con respecto a la dosis o volumen de tratamiento empleado en las intervenciones estudiadas.

Primeramente, la duración de los programas preoperatorios diseñados fue de cuatro semanas, tanto para el grupo FM como para el FM+S. Analizando la literatura previa se

observa que las intervenciones preoperatorias en ATR varían, por lo general, entre las tres y las ocho semanas de duración.<sup>278,330</sup> Ergo, la duración de la presente intervención estuvo dentro de este rango, y fue diseñada como tal atendiendo a los antecedentes de la literatura y teniendo en cuenta también la necesidad de ser efectiva y pragmática en el entorno hospitalario. Se entiende que la realidad clínica y logística de los servicios de cirugía ortopédica y rehabilitación hacen que una intervención de más de cuatro semanas sea poco viable y pragmática en la práctica clínica, pudiendo hacer la afirmación cualitativa de tener sentido sólo en términos de investigación.

Asimismo, no existe evidencia sólida que demuestre que aumentar la duración de la intervención conlleve mejores resultados. Con respecto a lo publicado en torno a los entrenamientos de fortalecimiento, se deduce que en las intervenciones de menos de ocho semanas de duración, los efectos obtenidos se derivan principalmente de las adaptaciones neuromusculares que se producen, más que de los cambios hipertróficos en el músculo, requiriendo estos últimos de tiempos de intervención más largos para producirse.<sup>337</sup>

Por su parte, en cuanto al entrenamiento sensorimotor, tampoco existe evidencia sobre si una determinada dosis induce mayores o menores efectos clínicos. Pohl *et al.*<sup>338</sup> encontraron que no había diferencias entre realizar dos, cuatro o seis días a la semana de entrenamiento sensorimotor. Por otro lado, la revisión sistemática de Zech *et al.* acerca de los efectos del entrenamiento de equilibrio indicó que cuatro semanas de intervención son suficientes para conseguir mejoras en equilibrio y funcionalidad, sin que haya claramente un tiempo de intervención idóneo para este fin.<sup>339</sup> Recientemente, Moutzouri *et al.*<sup>296</sup> publicaron un estudio en el que compararon los efectos de un programa sensorimotor con otro basado en el entrenamiento funcional. Los resultados mostraron que, empleando la misma dosis de tratamiento, la intervención del programa

## 6. Discusión

sensorimotor consiguió mejores efectos. Así pues, cabe tener en cuenta que estas investigaciones fueron llevadas a cabo en el postoperatorio temprano tras ATR, y por tanto, se debe ser cauto a la hora de aplicar estos hallazgos al contexto del entrenamiento preoperatorio.

Algunas guías clínicas apuntan que para que un entrenamiento en personas mayores consiga efectos que se mantengan durante tiempos prolongados, tanto en lo referente a funcionalidad, como a dolor o fuerza muscular, son necesarias ocho semanas de intervención.<sup>340</sup> Asimismo, se desconoce si estas consideraciones generales sobre sujetos sanos pueden aplicarse también al contexto de sujetos con OA de rodilla intervenidos por ATR. Cabe apuntar también que hasta la fecha, solo dos estudios han llevado a cabo una intervención preoperatoria a la ATR cuya duración alcance las 8 semanas, y por tanto, siga las indicaciones de tal guía clínica.<sup>340</sup> Además, en ambos casos los grupos intervención no obtuvieron mejores efectos postoperatorios que los obtenidos por los grupos control.<sup>341,71</sup>

Las investigaciones que se han llevado a cabo en sujetos con OA de rodilla evaluando la relación existente entre el volumen de ejercicio y los efectos obtenidos no muestran datos esclarecedores. Si bien algunos estudios demostraron que un mayor número de sesiones de entrenamiento se correlaciona con mayores efectos, otros, como es el caso de Nicholson *et al.*<sup>343</sup> obtuvieron lo contrario, sugiriendo que existen otros factores mediadores en el efecto, más allá de las sesiones empleadas.

Por otro lado, resulta interesante observar que, pese a que los participantes del grupo FM+S realizaron sesiones de mayor duración que los del grupo FM, esto no se tradujo en mayores efectos, lo cual es un elemento importante a tener en consideración para el diseño de futuras investigaciones. Así pues, este hecho también sugiere que los efectos

del ejercicio físico deben entenderse desde una perspectiva más global, contemplando también los efectos que pueden suponer los factores psicológicos y ambientales.<sup>343</sup>

### 6.3.5 Fortalezas del estudio

Se considera que este estudio cuenta con una serie de fortalezas que se cree oportuno destacar. Primero, el diseño del estudio consiste en un ensayo clínico aleatorizado, siendo estos estudios los que se les presupone una mayor calidad de evidencia.<sup>344</sup> Por una parte, la aleatorización de los sujetos permitió que no existieran diferencias significativas en la línea base, así como el hecho de cegar el evaluador a la intervención que realizaba cada participante redujo el riesgo de sesgo en el estudio. Además, se realizó un registro prospectivo del estudio, y fue publicado en abierto en la revista *Clinical Trials in Orthopaedic Disorders*,<sup>345</sup> lo cual, limita el sesgo de publicación.

Otro punto fuerte de este estudio es que los resultados se evaluaron tanto con cuestionarios auto-informados, que aportan la visión del paciente, como con mediciones clínicas objetivas, verbigracia, pruebas de actuación física y funcional. Diversos estudios, así como la OARSI, recomiendan combinar los dos tipos de variables en la evaluación de los sujetos con OA de rodilla, para así, obtener una visión más completa del estado clínico del paciente, teniendo en cuenta sus capacidades físicas y su propia percepción sobre el estado de salud.<sup>328,346</sup>

Por su parte, cabe tener en cuenta que algunos estudios sugieren que en sujetos con OA de rodilla, la realización de intervenciones basadas en el ejercicio terapéutico cuentan con un componente de efecto placebo.<sup>347</sup> Al respecto, autores como Skou et al.<sup>103</sup> recomiendan emplear test objetivos de función física, ya que están menos influenciados por el efecto placebo inherente del ejercicio físico; lo que supondría otra fortaleza de nuestro estudio.

## 6. Discusión

Por otro lado, se considera que esta investigación aporta nuevo conocimiento sobre la evidencia del entrenamiento preoperatorio en cirugía de ATR, pues hasta la fecha, no existía ningún estudio que comparara los efectos de dos intervenciones preoperatorias basadas en el ejercicio físico. Asimismo, el entrenamiento sensorimotor no se había evaluado como complemento a otro tipo de intervención preoperatoria basada en el ejercicio físico, como ha sido el caso del fortalecimiento muscular. Se considera que, de esta manera, se contribuye al conocimiento sobre qué tipo de ejercicio es más efectivo en sujetos con OA de rodilla, el cual, sigue siendo un tema con evidencia escasa.

Asimismo, este estudio cuenta con un seguimiento a los sujetos de más de doce meses de evolución, por lo que ofrece una visión más completa de los efectos de un programa preoperatoria para ATR.

Por último, las intervenciones preoperatorias contaron con una tasa de cumplimiento elevada, así como no se reportaron efectos adversos derivados de las intervenciones. Estos hechos suponen que las intervenciones son viables y pragmáticas en términos de eficacia y seguridad, siendo necesario que se confirme que también lo son en términos de coste-efectividad.

### **6.3.6 Relevancia clínica**

La relevancia clínica de esta investigación es que las intervenciones preoperatorias a la cirugía de ATR, bien combinando el entrenamiento de fortalecimiento con el sensorimotor, o bien realizando un programa de fortalecimiento en exclusiva, no producen mejoras en el equilibrio y la funcionalidad, pero sí en la fuerza extensora de rodilla, en comparación a los procedimientos convencionales, seis semanas después de la operación. Estos hallazgos irían en la línea de lo generalmente expuesto por estudios previos, que relatan que las intervenciones preoperatorias a la ATR no producen

mejoras relevantes en el periodo postoperatorio temprano.<sup>278,329</sup> Por otro lado, ambas intervenciones preoperatorias suponen un efecto clínico muy similar.

Un año después de la ATR, los sujetos tienden a alcanzar, de manera muy similar entre los distintos grupos, una mejora relevante en su estado clínico y funcional. Por tanto, se deduce que doce meses después de la cirugía se consigue dicho estado independientemente de la intervención preoperatorias llevada a cabo.

Por otro lado, durante las semanas previas a la cirugía, se observó que ambas intervenciones preoperatorias fueron eficaces a la hora de mejorar la sintomatología y la funcionalidad de los participantes. Esto hallazgos irían en la línea de lo expuesto por diversas guías clínicas que recomiendan el ejercicio físico como una herramienta efectiva para mejorar la situación clínica y funcional de los sujetos con OA de rodilla.<sup>104,299</sup> En este sentido, podría plantearse en futuras investigaciones si las mejoras clínicas y funcionales obtenidas con los programas de ejercicio físico preoperatorio durante el periodo previo a la operación, son suficientes como para suponer un cambio en la planificación de la cirugía de ATR, posponiendo el momento de la intervención quirúrgica mientras que el paciente muestre buenas condiciones clínicas y físicas. Ahora bien, cabe tener en cuenta que la OA es una condición con carácter irreversible y crónico, y que por tanto, no existe tratamiento médico efectivo para su resolución, más allá de los efectos que se puedan conseguir con la cirugía de reemplazo articular

Por último, la gran similitud de los resultados obtenidos por los participantes de los dos grupos que realizaron un entrenamiento preoperatorio, nos conduce a la idea de que el ejercicio físico es efectivo en OA de rodilla, independientemente del tipo,<sup>285</sup> o dosis empleada,<sup>343</sup> sugiriendo entender sus efectos desde una perspectiva biopsicosocial.<sup>348,349</sup>

## 6. Discusión

### 6.3.7 Limitaciones y futuras investigaciones

La actual investigación cuenta con una serie de limitaciones que se apuntan a continuación:

En primer lugar, los resultados derivados de la valoración del seguimiento de un año después de la cirugía deben ser interpretados con cautela, debido a las pérdidas que se produjeron durante el seguimiento, lo cual, supuso que el tamaño muestral inicial se viera reducido en este punto de valoración. Este hecho responde a un fenómeno relativamente frecuente cuando se evalúa el estado subagudo del paciente tras intervenciones quirúrgicas (en torno a los 12 meses después), ya que los pacientes perciben que ya han alcanzado un estado de salud satisfactorio y consideran que no necesitan seguir sometiéndose a evaluaciones médicas. Además, los participantes también reportaron la dificultad que les suponía desplazarse hasta el hospital sin la ayuda de ambulancias, lo cual fue un impedimento para evitar la pérdida de muestra.

En segundo lugar, el diseño del estudio no permite evaluar si los efectos conseguidos durante el tiempo preoperatorio son suficientes como para influir en la decisión de los doctores y los pacientes de retrasar la operación de ATR. Dado que la intervención quirúrgica ya estaba programada en el momento del iniciarse la intervención preoperatoria, este supuesto no fue posible. Futuras investigaciones, tal y como hicieron Skou *et al.*,<sup>350</sup> podrían ir encaminadas a evaluar, en aquellos con OA de rodilla severa, los efectos que supone la ATR con respecto a los obtenidos por seguir optando por el tratamiento conservador. Esto contribuiría a que, tanto los profesionales de la salud, como los pacientes, tuvieran más información a la hora de elegir el tratamiento más adecuado. Sin embargo, esta línea de investigación podría plantearse siempre y cuando no se incurriera en la violación de derechos básicos de los pacientes como es la igualdad en la administración de tratamientos ante una misma situación.

Por otro lado, el cálculo del tamaño muestral se realizó sólo sobre una de las dos variables principales, excluyéndose la variable KOOS-ADL de este cálculo.

Otra limitación del estudio radica en las intervenciones llevadas a cabo por los tres grupos, ya que estas fueron diferentes sólo durante el tiempo previo a la cirugía. Después de la misma, el programa de rehabilitación postoperatorio fue común para los tres grupos. Por tanto, queda sin resolverse la duda de si aplicar el programa sensorimotor también durante el periodo postoperatorio puede suponer una mejora en el control postural, el equilibrio y la funcionalidad de los pacientes con OA de rodilla, lo cual, es algo que hasta la fecha no se ha evaluado. Asimismo, al aplicarse el programa sensorimotor en combinación al entrenamiento de fuerza, no se pudieron determinar los efectos que puede suponer realizar este programa en exclusiva. En este sentido, recientemente se publicó el primer trabajo que evaluaba los efectos del entrenamiento sensorimotor aplicado como intervención en solitario para sujetos con OA de rodilla,<sup>296</sup> aunque este se realizaba en el periodo postoperatorio y no como programa previo a la ATR.

Comentar también que existen factores de índole psicológica y cognitiva, que influyen en la percepción del dolor en sujetos con OA de rodilla, y que no han sido evaluados en este estudio.<sup>324</sup> Además, los integrantes del grupo FM+S realizaron una intervención cuyas sesiones preoperatorias eran más largas que las llevadas a cabo por los integrantes del grupo FM. Se desconoce si esto ha podido generar una mayor fatiga en los sujetos, y a su vez, haber interferido en los efectos del entrenamiento.

Por último, desconocemos cuál es el impacto económico de la intervención preoperatoria y si esta contribuye a disminuir los costes postoperatorios, por lo que se requieren futuros estudios que evalúen la intervención en términos de coste-efectividad.

## 6. Discusión

# **CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES**

## 7. Conclusiones

- 1) La realización de una intervención experimental preoperatoria, que combina el entrenamiento de fuerza y el sensorimotor, conlleva mejoras clínicamente relevantes sobre el equilibrio y la funcionalidad de los sujetos intervenidos por artroplastia total de rodilla, tanto en el periodo previo a la cirugía, como a las seis semanas y al año después de la misma.
- 2) Los efectos derivados de la intervención experimental, en términos de equilibrio y funcionalidad, son, durante el periodo previo a la cirugía, superiores a los producidos tras seguir los protocolos convencionales, y similares a los obtenidos con un programa preoperatorio de fuerza. Sin embargo, las mejoras preoperatorias no parecen potenciar la recuperación a las seis semanas o al año después de la cirugía.
- 3) La función física de la rodilla, movilidad general, equilibrio y salud auto-informada, justo tras implementar un programa preoperatorio de entrenamiento sensorimotor y de fuerza, son superiores a las conseguidas con los protocolos convencionales. A las seis semanas de la cirugía se comprueba una potenciación de la fuerza frente a los protocolos convencionales, mientras que los resultados tras un año después de la misma tienden a estabilizarse, independientemente del programa de entrenamiento preoperatorio seguido.
- 4) El entrenamiento sensorimotor es una intervención eficaz para mejorar el equilibrio y la funcionalidad cuando se aplica como complemento a la rehabilitación funcional tras artroplastia total de rodilla. Ahora bien, al aplicarse dentro de un programa preoperatorio, los efectos parecen limitarse al periodo previo a la cirugía, siendo necesarios futuros estudios que determinen si esta aproximación puede ser una alternativa viable a la cirugía para aquellos sujetos que opten por un tratamiento conservador.

## 7. Conclusiones

# CONCLUSIONS

- 1) To implement a preoperative experimental intervention which combines strength and sensorimotor training before total knee replacement leads to clinically relevant improvements in terms of balance and functionality at the preoperative period, six weeks and one year after the surgery.
- 2) The effects of the preoperative experimental intervention on balance and functionality are superior to those obtained by following conventional procedures, and similar to those induced by a preoperative strengthening program. However, preoperative improvements do not appear to enhance recovery at six weeks or one-year after surgery..
- 3) Knee physical function, balance and mobility, and self-reported health outcomes right after implementing a preoperative sensorimotor and strengthening intervention are superior to those achieved with conventional procedures. At six weeks after surgery, strength enhancement is verified against conventional protocols, while the results after one year tend to stabilize regardless of the preoperative training program followed.
- 4) Sensorimotor training is an effective intervention to improve balance and functionality when applied as a complement to functional rehabilitation after total knee arthroplasty. However, when applied as preoperative program, the effects seem to be limited to the preoperative period, being necessary future studies that determine if this approach can be an alternative to viable surgery for those subjects who choose conservative treatment.

## Conclusions

# REFERENCIAS

1. Vera PS. *Sociedad y población anciana*. EDITUM; 1993.
2. Loza E, Abásolo L, Jover JA, Carmona L, Group ES. Burden of disease across chronic diseases: a health survey that measured prevalence, function, and quality of life. *J Rheumatol*. 2008;35(1):159-165.
3. Prieto-Alhambra D, Judge A, Javaid MK, Cooper C, Diez-Perez A, Arden NK. Incidence and risk factors for clinically diagnosed knee, hip and hand osteoarthritis: influences of age, gender and osteoarthritis affecting other joints. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(9):1659-1664. doi:10.1136/annrheumdis-2013-203355
4. An update on the pathophysiology of osteoarthritis | Elsevier Enhanced Reader. doi:10.1016/j.rehab.2016.07.004
5. Hochberg MC, Altman RD, April KT, et al. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res*. 2012;64(4):465-474. doi:10.1002/acr.21596
6. Cross M, Smith E, Hoy D, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(7):1323-1330. doi:10.1136/annrheumdis-2013-204763
7. Slemenda C. Quadriceps Weakness and Osteoarthritis of the Knee. *Ann Intern Med*. 1997;127(2):97. doi:10.7326/0003-4819-127-2-199707150-00001
8. Duffel LD, Soughate D, Gulati V, Mcgregor C. Balance and gait adaptations in patients with early knee osteoarthritis. *Gait Posture*. 2014;39(4):1057-1061. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.01.005

## Referencias

9. Dijk GM van, Dekker J, Veenhof C, Ende CHM van den. Course of functional status and pain in osteoarthritis of the hip or knee: A systematic review of the literature. *Arthritis Care Res.* 2006;55(5):779-785. doi:10.1002/art.22244
10. Baar MEV, Assendelft WJJ, Dekker J, Oostendorp RAB, Bijlsma JWJ. Effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: A systematic review of randomized clinical trials. *Arthritis Rheum.* 1999;42(7):1361-1369. doi:10.1002/1529-0131(199907)42:7<1361::AID-ANR9>3.0.CO;2-9
11. Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Esch MV der, Simic M, Bennell KL. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review. *Br J Sports Med.* 2015;49(24):1554-1557. doi:10.1136/bjsports-2015-095424
12. Fransen M, McCONNELL S. Land-based Exercise for Osteoarthritis of the Knee: A Metaanalysis of Randomized Controlled Trials. *J Rheumatol.* 2009;36(6):1109-1117. doi:10.3899/jrheum.090058
13. Rankin EA, Alarcon GS, Chang RW, Cooney LM, al et. Nih Consensus Statement on Total Knee Replacement December 8-10, 2003\*. *J Bone Jt Surg Am Vol Needham.* 2004;86(6):1328-1335.
14. Alzahrani K, Gandhi R, deBEER J, Petruccelli D, Mahomed N. Prevalence of Clinically Significant Improvement Following Total Knee Replacement. *J Rheumatol.* 2011;38(4):753-759. doi:10.3899/jrheum.100233
15. Schwartz I, Kandel L, Sajina A, Litinezki D, Herman A, Mattan Y. Balance is an important predictive factor for quality of life and function after primary total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94-B(6):782-786. doi:10.1302/0301-620X.94B6.27874
16. Meier W, Mizner R, Marcus R, Dibble L, Peters C, Lastayo PC. Total Knee Arthroplasty: Muscle Impairments, Functional Limitations, and Recommended

- Rehabilitation Approaches. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(5):246-256. doi:10.2519/jospt.2008.2715
17. Wyld V, Hewlett S, Learmonth ID, Dieppe P. Persistent pain after joint replacement: Prevalence, sensory qualities, and postoperative determinants. *PAIN®.* 2011;152(3):566-572. doi:10.1016/j.pain.2010.11.023
18. Balance sheets of knee and functional scores 5 years after total knee arthroplasty for osteoarthritis: A source for patient information. *J Arthroplasty.* 2000;15(3):289-294. doi:10.1016/S0883-5403(00)90532-1
19. Thewlis D, Hillier S, Hobbs SJ, Richards J. Preoperative asymmetry in load distribution during quiet stance persist following total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(3):609-614. doi:10.1007/s00167-013-2616-7
20. Moutzouri M, Gleeson N, Billis E, Tsepis E, Panoutsopoulou I, Gliatis J. The effect of total knee arthroplasty on patients' balance and incidence of falls: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(11):3439-3451. doi:10.1007/s00167-016-4355-z
21. Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, Vandeborne K, Snyder-Mackler L. Early Quadriceps Strength Loss After Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(5):1047-1053. doi:10.2106/JBJS.D.01992
22. Physiotherapy Rehabilitation After Total Knee or Hip Replacement. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2005;5(8):1-91.
23. What is the effect of sensori-motor training on functional outcome and balance performance of patients' undergoing TKR? A systematic review. *Physiotherapy.* 2016;102(2):136-144. doi:10.1016/j.physio.2015.11.001
24. Outpatient Rehabilitation Care Process Factors and Clinical Outcomes Among Patients Discharged Home Following Unilateral Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.*

## Referencias

2015;30(5):885-890. doi:10.1016/j.arth.2014.12.013

25. Hootman JM, FitzGerald S, Macera CA, Blair SN. Lower Extremity Muscle Strength and Risk of Self-Reported Hip or Knee Osteoarthritis. *J Phys Act Health*. 2004;1(4):321-330. doi:10.1123/jpah.1.4.321

26. Hurley MV, Scott DL. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Rheumatology*. 1998;37(11):1181-1187. doi:10.1093/rheumatology/37.11.1181

27. Balance and falls risk in women with lower limb osteoarthritis or rheumatoid arthritis. *J Clin Gerontol Geriatr*. 2013;4(1):22-28. doi:10.1016/j.jcgg.2012.10.003

28. Felson DT, Gross KD, Nevitt MC, et al. The effects of impaired joint position sense on the development and progression of pain and structural damage in knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res*. 2009;61(8):1070-1076. doi:10.1002/art.24606

29. Kim D, Park G, Kuo L-T, Park W. The effects of pain on quadriceps strength, joint proprioception and dynamic balance among women aged 65 to 75 years with knee osteoarthritis. *BMC Geriatr*. 2018;18(1):245. doi:10.1186/s12877-018-0932-y

30. Sensorimotor training: A “global” approach for balance training. *J Bodyw Mov Ther*. 2006;10(1):77-84. doi:10.1016/j.jbmt.2005.04.006

31. Rodgers JA, Garvin KL, Walker CW, Morford D, Urban J, Bedard J. Preoperative physical therapy in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1998;13(4):414-421. doi:10.1016/S0883-5403(98)90007-9

32. Chen H, Li S, Ruan T, Liu L, Fang L. Is it necessary to perform prehabilitation exercise for patients undergoing total knee arthroplasty: meta-analysis of randomized controlled trials. *Phys Sportsmed*. 2018;46(1):36-43. doi:10.1080/00913847.2018.1403274

33. Baker CS, McKeon JM. Does Preoperative Rehabilitation Improve Patient-Based

Outcomes in Persons Who Have Undergone Total Knee Arthroplasty? A Systematic Review. *PM&R*. 2012;4(10):756-767. doi:10.1016/j.pmrj.2012.06.005

34. Wang L, Lee M, Zhang Z, Moodie J, Cheng D, Martin J. Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2016;6(2):e009857. doi:10.1136/bmjopen-2015-009857

35. Villadsen A, Overgaard S, Holsgaard-Larsen A, Christensen R, Roos EM. Immediate Efficacy of Neuromuscular Exercise in Patients with Severe Osteoarthritis of the Hip or Knee: A Secondary Analysis from a Randomized Controlled Trial. *J Rheumatol*. 2014;41(7):1385-1394. doi:10.3899/jrheum.130642

36. Huber EO, Roos EM, Meichtry A, de Bie RA, Bischoff-Ferrari HA. Effect of preoperative neuromuscular training (NEMEX-TJR) on functional outcome after total knee replacement: an assessor-blinded randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16(1):101. doi:10.1186/s12891-015-0556-8

37. Gstoettner M, Raschner C, Dirnberger E, Leimser H, Krismer M. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *The Knee*. 2011;18(4):265-270. doi:10.1016/j.knee.2010.05.012

38. - Document - World Population Ageing 1950-2050. Accessed September 10, 2019. <https://go.galegroup.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA96904156&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=00987921&p=AONE&sw=w>

39. Abades Porcel M, Rayón Valpuesta E. El envejecimiento en España: ¿un reto o problema social? *Gerokomos*. 2012;23(4):151-155. doi:10.4321/S1134-928X2012000400002

40. Morrison JH, Hof PR. Life and Death of Neurons in the Aging Brain. *Science*. 1997;278(5337):412-419. doi:10.1126/science.278.5337.412

## Referencias

41. Maleras RG. Presente y futuro de la longevidad de la población española en el contexto de los países con alta esperanza de vida. In: *Despoblación, envejecimiento y territorio: un análisis sobre la población española, 2009, ISBN 978-84-9773-474-5, págs. 333-346*. Servicio de Publicaciones; 2009:333-346. Accessed September 10, 2019. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2997133>
42. Free Radicals: Key to Brain Aging and Heme Oxygenase as a Cellular Response to Oxidative Stress | The Journals of Gerontology: Series A | Oxford Academic. Accessed September 10, 2019. <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/59/5/M478/641799>
43. Physiology of ageing of the musculoskeletal system. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2017;31(2):203-217. doi:10.1016/j.berh.2017.09.003
44. Ensrud KE, Ewing SK, Taylor BC, et al. Frailty and Risk of Falls, Fracture, and Mortality in Older Women: The Study of Osteoporotic Fractures. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2007;62(7):744-751. doi:10.1093/gerona/62.7.744
45. Tsuda T. Epidemiology of fragility fractures and fall prevention in the elderly: a systematic review of the literature. *Curr Orthop Pract*. 2017;28(6):580-585. doi:10.1097/BCO.0000000000000563
46. M B, Von R. Envejecimiento: Cambios bioquímicos y funcionales del Sistema Nervioso Central. *Rev Chil Neuro-Psiquiatr*. 2005;43(4):297-304. doi:10.4067/S0717-92272005000400004
47. Carrillo Esper R, Muciño Bermejo J, Peña Pérez C, Carrillo Cortés UG. Fragilidad y sarcopenia. *Rev Fac Med México*. 2011;54(5):12-21.
48. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. - Abstract - Europe PMC. Accessed March 25, 2020. <https://europepmc.org/article/med/8504850>
49. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of

- sarcopenia in the world: a systematic review and meta- analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord.* 2017;16(1):21. doi:10.1186/s40200-017-0302-x
50. Di Iorio A, Abate M, Di Renzo D, et al. Sarcopenia: Age-Related Skeletal Muscle Changes from Determinants to Physical Disability. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2006;19(4):703-719. doi:10.1177/039463200601900401
51. Rantanen T. Muscle strength, disability and mortality. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13(1):3-8. doi:10.1034/j.1600-0838.2003.00298.x
52. Maki BE, McIlroy WE. Change-in-Support Balance Reactions in Older Persons: An Emerging Research Area of Clinical Importance. *Neurol Clin.* 2005;23(3):751-783. doi:10.1016/j.ncl.2005.01.002
53. Moutzouri M, Gleeson N, Coutts F, Tsepis E, Gliatis J. Early self-managed focal sensorimotor rehabilitative training enhances functional mobility and sensorimotor function in patients following total knee replacement: a controlled clinical trial. *Clin Rehabil.* 2018;32(7):888-898. doi:10.1177/0269215518757291
54. Nashner LM, Peters JF. Dynamic Posturography in the Diagnosis and Management of Dizziness and Balance Disorders. *Neurol Clin.* 1990;8(2):331-349. doi:10.1016/S0733-8619(18)30359-1
55. Oakley A, Dawson MF, Holland J, et al. Preventing falls and subsequent injury in older people. *Qual Health Care.* 1996;5(4):243-249.
56. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing.* 2006;35(suppl\_2):ii37-ii41. doi:10.1093/ageing/afl084
57. Konrad HR, Girardi M, Helfert R. Balance and Aging. *The Laryngoscope.* 1999;109(9):1454-1460. doi:10.1097/00005537-199909000-00019
58. Robbins AS, Rubenstein LZ, Josephson KR, Schulman BL, Osterweil D, Fine G.

## Referencias

Predictors of Falls Among Elderly People: Results of Two Population-Based Studies. *Arch Intern Med*. 1989;149(7):1628-1633. doi:10.1001/archinte.1989.00390070138022

59. Rajindar S. Sohal, Richard Weindruch. Oxidative Stress, Caloric Restriction, and Aging | Science.

60. Lapsley HM, March LM, Tribe KL, Cross MJ, Brooks PM. Living with osteoarthritis: patient expenditures, health status, and social impact. *Arthritis Care Res*. 2001;45(3):301-306. doi:10.1002/1529-0131(200106)45:3<301::AID-ART264>3.0.CO;2-I

61. Vargas Negrín F, Medina Abellán MD, Hermosa Hernán JC, de Felipe Medina R. Tratamiento del paciente con artrosis. *Aten Primaria*. 2014;46:39-61. doi:10.1016/S0212-6567(14)70043-5

62. Mechanical determinants of osteoarthrosis. *Semin Arthritis Rheum*. 1991;21(3):12-21. doi:10.1016/0049-0172(91)90036-Y

63. The role of joint architecture in the etiology of arthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2004;12:2-9. doi:10.1016/j.joca.2003.09.010

64. An update on the pathophysiology of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2016;59(5-6):333-339. doi:10.1016/j.rehab.2016.07.004

65. Xie F, Kovic B, Jin X, He X, Wang M, Silvestre C. Economic and Humanistic Burden of Osteoarthritis: A Systematic Review of Large Sample Studies. *Pharmacoeconomics*. 2016;34(11):1087-1100. doi:10.1007/s40273-016-0424-x

66. Palazzo C, Ravaud J-F, Papelard A, Ravaud P, Poiraudou S. The Burden of Musculoskeletal Conditions. *PLOS ONE*. 2014;9(3):e90633. doi:10.1371/journal.pone.0090633

67. Oliveria SA, Felson DT, Reed JI, Cirillo PA, Walker AM. Incidence of symptomatic hand, hip, and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance

- organization. *Arthritis Rheum.* 1995;38(8):1134-1141. doi:10.1002/art.1780380817
68. O'Connor MI. Sex Differences in Osteoarthritis of the Hip and Knee. *JAAOS - J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15:S22.
69. Manninen P, Riihimäki H, Heliövaara M, Mäkelä P. Overweight, gender and knee osteoarthritis. *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes.* 1996;20(6):595-597.
70. McALINDON TE, Cooper C, Kirwan JR, Dieppe PA. KNEE PAIN AND DISABILITY IN THE COMMUNITY. *Rheumatology.* 1992;31(3):189-192. doi:10.1093/rheumatology/31.3.189
71. Rheumatism BPGI and ELA. Correction: Prevalence, incidence and progression of hand osteoarthritis in the general population: the Framingham Osteoarthritis Study. *Ann Rheum Dis.* 2018;77(10):1546-1546. doi:10.1136/ard.2011.150078corr1
72. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of Osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010;26(3):355-369. doi:10.1016/j.cger.2010.03.001
73. Fransen M, Bridgett L, March L, Hoy D, Penserga E, Brooks P. The epidemiology of osteoarthritis in Asia. *Int J Rheum Dis.* 2011;14(2):113-121. doi:10.1111/j.1756-185X.2011.01608.x
74. Felson DT. Osteoarthritis: New Insights. Part 1: The Disease and Its Risk Factors. *Ann Intern Med.* 2000;133(8):635. doi:10.7326/0003-4819-133-8-200010170-00016
75. Kellgren JH, Moore R. Generalized Osteoarthritis and Heberden's Nodes. *Br Med J.* 1952;1(4751):181-187.
76. Mitchell NS, Cruess RL. Classification of degenerative arthritis. *Can Med Assoc J.* 1977;117(7):763-765.
77. Peat G, McCarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.*

## Referencias

2001;60(2):91-97. doi:10.1136/ard.60.2.91

78. Janse AJ, Gemke RBB, Uiterwaal CSPM, van der Tweel I, Kimpen JLL, Sinnema G. Quality of life: patients and doctors don't always agree: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol.* 2004;57(7):653-661. doi:10.1016/j.jclinepi.2003.11.013

79. Baker PN, van der Meulen JH, Lewsey J, Gregg PJ. The role of pain and function in determining patient satisfaction after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89-B(7):893-900. doi:10.1302/0301-620X.89B7.19091

80. Hannan MT, Felson DT, Pincus T. Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol.* 2000;27(6):1513-1517.

81. Osteoarthritis year in review 2018: rehabilitation and outcomes. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019;27(3):378-391. doi:10.1016/j.joca.2018.11.010

82. Ehrlich GE. Inflammatory osteoarthritis—I. The clinical syndrome. *J Chronic Dis.* 1972;25(6):317-328. doi:10.1016/0021-9681(72)90026-4

83. Liu-Bryan R, Terkeltaub R. Emerging regulators of the inflammatory process in osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2015;11(1):35-44. doi:10.1038/nrrheum.2014.162

84. Mobasheri A, Kalamegam G, Musumeci G, Batt ME. Chondrocyte and mesenchymal stem cell-based therapies for cartilage repair in osteoarthritis and related orthopaedic conditions. *Maturitas.* 2014;78(3):188-198. doi:10.1016/j.maturitas.2014.04.017

85. New developments in osteoarthritis and cartilage biology. *Curr Opin Pharmacol.* 2016;28:8-13. doi:10.1016/j.coph.2016.02.009

86. Roemer FW, Guermazi A, Felson DT, et al. Presence of MRI-detected joint effusion and synovitis increases the risk of cartilage loss in knees without osteoarthritis at

- 30-month follow-up: the MOST study. *Ann Rheum Dis.* 2011;70(10):1804-1809. doi:10.1136/ard.2011.150243
87. Mansell JP, Collins C, Bailey AJ. Bone, not cartilage, should be the major focus in osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2007;3:306-307. doi:10.1038/ncprheum0505
88. Englund M. Meniscal tear—a feature of osteoarthritis. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(sup312):1-45. doi:10.1080/03008820410002048
89. Reid CR, Bush PM, Cummings NH, McMullin DL, Durrani SK. A Review of Occupational Knee Disorders. *J Occup Rehabil.* 2010;20(4):489-501. doi:10.1007/s10926-010-9242-8
90. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18(1):24-33. doi:10.1016/j.joca.2009.08.010
91. Kujala UM, Kettunen J, Paananen H, et al. Knee osteoarthritis in former runners, soccer players, weight lifters, and shooters. *Arthritis Rheum.* 1995;38(4):539-546. doi:10.1002/art.1780380413
92. Roos EM. Joint injury causes knee osteoarthritis in young adults. *Curr Opin Rheumatol.* 2005;17(2):195. doi:10.1097/01.bor.0000151406.64393.00
93. Chaudhari AM, Briant PL, Bevill SL, Koo S, Andriacchi TP. Knee kinematics, cartilage morphology, and osteoarthritis after ACL injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(2):215-222. doi:10.1249/mss.0b013e31815cbb0e
94. Grazio S, Balen D. [Obesity: risk factor and predictor of osteoarthritis]. *Lijec Vjesn.* 2009;131(1-2):22-26.
95. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Casp J Intern Med.* 2011;2(2):205-212.

## Referencias

96. Peat G, McCarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(2):91-97. doi:10.1136/ard.60.2.91
97. Genética de la artrosis. *Reumatol Clínica.* 2015;11(1):33-40. doi:10.1016/j.reuma.2014.05.004
98. Tsumaki N, Tanaka K, Arikawa-Hirasawa E, et al. Role of CDMP-1 in Skeletal Morphogenesis: Promotion of Mesenchymal Cell Recruitment and Chondrocyte Differentiation. *J Cell Biol.* 1999;144(1):161-173. doi:10.1083/jcb.144.1.161
99. Evangelou E, Valdes AM, Kerkhof HJM, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies confirms a susceptibility locus for knee osteoarthritis on chromosome 7q22. *Ann Rheum Dis.* 2011;70(2):349-355. doi:10.1136/ard.2010.132787
100. Warner SC, Valdes AM. Genetic association studies in osteoarthritis: is it fairytale? doi:info:doi/10.1097/BOR.0000000000000352
101. Puig-Junoy J, Ruiz Zamora A. Socio-economic costs of osteoarthritis: A systematic review of cost-of-illness studies. *Semin Arthritis Rheum.* 2015;44(5):531-541. doi:10.1016/j.semarthrit.2014.10.012
102. White AG, Birnbaum HG, Janagap C, Buteau S, Schein J. Direct and Indirect Costs of Pain Therapy for Osteoarthritis in an Insured Population in the United States. *J Occup Environ Med.* 2008;50(9):998. doi:10.1097/JOM.0b013e3181715111
103. Skou ST, Roos EM, Laursen MB, et al. A Randomized, Controlled Trial of Total Knee Replacement. *N Engl J Med.* 2015;373(17):1597-1606. doi:10.1056/NEJMoal505467
104. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* Published online July 3, 2019. doi:10.1016/j.joca.2019.06.011

105. Walsh NE, Hurley MV. Evidence based guidelines and current practice for physiotherapy management of knee osteoarthritis. *Musculoskeletal Care*. 2009;7(1):45-56. doi:10.1002/msc.144
106. Bannuru RR, Schmid CH, Kent DM, Vaysbrot EE, Wong JB, McAlindon TE. Comparative Effectiveness of Pharmacologic Interventions for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2015;162(1):46. doi:10.7326/M14-1231
107. Bricca A, Lund H, Roos EM, Juhl CB. When enough is enough - How to determine when the evidence for the effectiveness of a treatment is sufficient? *Osteoarthritis Cartilage*. 2019;27(9):1253-1256. doi:10.1016/j.joca.2019.06.003
108. Koltyn KF, Arbogast RW. Perception of pain after resistance exercise. *Br J Sports Med*. 1998;32(1):20-24. doi:10.1136/bjism.32.1.20
109. Brosseau L, Pelland L, Wells G, et al. Efficacy of Aerobic Exercises For Osteoarthritis (part II): A Meta-analysis. *Phys Ther Rev*. 2004;9(3):125-145. doi:10.1179/108331904225005061
110. Uthman OA, Windt DA van der, Jordan JL, et al. Exercise for lower limb osteoarthritis: systematic review incorporating trial sequential analysis and network meta-analysis. *BMJ*. 2013;347:f5555. doi:10.1136/bmj.f5555
111. Pelland L, Brosseau L, Wells G, et al. Efficacy of strengthening exercises for osteoarthritis (Part I): A meta-analysis. *Phys Ther Rev*. 2004;9(2):77-108. doi:10.1179/108331904225005052
112. Bartels EM, Juhl CB, Christensen R, et al. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;(3). doi:10.1002/14651858.CD005523.pub3
113. Giggins O, Fullen B, Coughlan G. Neuromuscular electrical stimulation in the

## Referencias

treatment of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2012;26(10):867-881. doi:10.1177/0269215511431902

114. Yılmaz OO, Senocak O, Sahin E, et al. Efficacy of EMG-biofeedback in knee osteoarthritis. *Rheumatol Int.* 2010;30(7):887-892. doi:10.1007/s00296-009-1070-9

115. Aprile I, Rizzo RS, Romanini E, et al. Group rehabilitation versus individual rehabilitation following knee and hip replacement: a pilot study with randomized, single-blind, cross-over design. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2011;47(4):10.

116. A consensus statement on the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO) algorithm for the management of knee osteoarthritis—From evidence-based medicine to the real-life setting. *Semin Arthritis Rheum.* 2016;45(4):S3-S11. doi:10.1016/j.semarthrit.2015.11.010

117. Bernetti A, Mangone M, Villani C, et al. Appropriateness of clinical criteria for the use of symptomatic slow-acting drug for osteoarthritis (SYSADOA). A Delphi method consensus initiative among experts in Italy. *Eur J Phys Rehabil Med.* Published online May 2019. doi:10.23736/S1973-9087.19.05633-8

118. Cross WWI, Saleh KJ, Wilt TJ, Kane RL. Agreement about Indications for Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res 1976-2007.* 2006;446:34–39. doi:10.1097/01.blo.0000214436.49527.5e

119. Van Manen MD, Nace J, Mont MA. Management of primary knee osteoarthritis and indications for total knee arthroplasty for general practitioners. *J Am Osteopath Assoc.* 2012;112(11):709–715.

120. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of Primary and Revision Hip and Knee Arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *JBJS.* 2007;89(4):780. doi:10.2106/JBJS.F.00222

121. Outcome following knee arthroplasty beyond 15 years. *The Knee.* 2008;15(2):85-192

90. doi:10.1016/j.knee.2007.11.003
122. Artroplastia de rodilla. *Rehabilitación*. 2007;41(6):290-308. doi:10.1016/S0048-7120(07)75532-9
123. Gill GS, Mills D, Joshi AB. Mortality Following Primary Total Knee Arthroplasty. *JBJS*. 2003;85(3):432.
124. Paterson JM, Williams JI, Kreder HJ, et al. Provider volumes and early outcomes of primary total joint replacement in Ontario. *Can J Surg*. 2010;53(3):175-183.
125. Maradit Kremers H, Larson DR, Crowson CS, et al. Prevalence of Total Hip and Knee Replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(17):1386-1397. doi:10.2106/JBJS.N.01141
126. Niemeläinen MJ, Mäkelä KT, Robertsson O, et al. Different incidences of knee arthroplasty in the Nordic countries. *Acta Orthop*. 2017;88(2):173-178. doi:10.1080/17453674.2016.1275200
127. Joint Registries as Continuous Surveillance Systems: The Experience of the Catalan Arthroplasty Register (RACat). *J Arthroplasty*. 2014;29(3):484-490. doi:10.1016/j.arth.2013.07.048
128. Kurtz SM, Lau E, Ong K, Zhao K, Kelly M, Bozic KJ. Future Young Patient Demand for Primary and Revision Joint Replacement: National Projections from 2010 to 2030. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(10):2606-2612. doi:10.1007/s11999-009-0834-6
129. Losina E, Walensky RP, Kessler CL, et al. Cost-effectiveness of Total Knee Arthroplasty in the United States: Patient Risk and Hospital Volume. *Arch Intern Med*. 2009;169(12):1113-1121. doi:10.1001/archinternmed.2009.136
130. Determining Cost-Effectiveness of Total Hip and Knee Arthroplasty Using the Short Form-6D Utility Measure. *J Arthroplasty*. 2017;32(2):351-354.

## Referencias

doi:10.1016/j.arth.2016.08.006

131. Farquhar SJ, Reisman DS, Snyder-Mackler L. Persistence of Altered Movement Patterns During a Sit-to-Stand Task 1 Year Following Unilateral Total Knee Arthroplasty.

*Phys Ther.* 2008;88(5):567-579. doi:10.2522/ptj.20070045

132. Bradbury N, Borton D, Spoo G, Cross MJ. Participation in Sports After Total Knee Replacement. *Am J Sports Med.* 1998;26(4):530-535.

doi:10.1177/03635465980260041001

133. Judge A, Arden NK, Kiran A, et al. Interpretation of patient-reported outcomes for hip and knee replacement surgery. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94-B(3):412-418.

doi:10.1302/0301-620X.94B3.27425

134. Hamilton DF, Lane JV, Gaston P, et al. What determines patient satisfaction with surgery? A prospective cohort study of 4709 patients following total joint replacement.

*BMJ Open.* 2013;3(4):e002525. doi:10.1136/bmjopen-2012-002525

135. Clement ND, Bardgett M, Weir D, Holland J, Gerrand C, Deehan DJ. The rate and predictors of patient satisfaction after total knee arthroplasty are influenced by the focus of the question. *Bone Jt J.* 2018;100-B(6):740-748. doi:10.1302/0301-620X.100B6.BJJ-2017-

1292.R1

136. Hamilton D, Henderson GR, Gaston P, MacDonald D, Howie C, Simpson AHRW. Comparative outcomes of total hip and knee arthroplasty: a prospective cohort study.

*Postgrad Med J.* 2012;88(1045):627-631. doi:10.1136/postgradmedj-2011-130715

137. Drosos GI, Triantafilidou T, Ververidis A, Agelopoulos C, Vogiatzaki T, Kazakos K. Persistent post-surgical pain and neuropathic pain after total knee replacement. *World J Orthop.* 2015;6(7):528-536. doi:10.5312/wjo.v6.i7.528

138. Hakim SM, Narouze S, Shaker NN, Mahran MA. Risk Factors for New-Onset Persistent Low-Back Pain Following Nonobstetric Surgery Performed With Epidural  
194

- Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2012;37(2):175-182. doi:10.1097/AAP.0b013e3182411048
139. Lee YC, Nassikas NJ, Clauw DJ. The role of the central nervous system in the generation and maintenance of chronic pain in rheumatoid arthritis, osteoarthritis and fibromyalgia. *Arthritis Res Ther.* 2011;13(2):211. doi:10.1186/ar3306
140. Bedson J, Croft PR. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: A systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9(1):116. doi:10.1186/1471-2474-9-116
141. Lluch Girbés E, Nijs J, Torres-Cueco R, López Cubas C. Pain Treatment for Patients With Osteoarthritis and Central Sensitization. *Phys Ther.* 2013;93(6):842-851. doi:10.2522/ptj.20120253
142. Mease PJ, Hanna S, Frakes EP, Altman RD. Pain Mechanisms in Osteoarthritis: Understanding the Role of Central Pain and Current Approaches to Its Treatment. *J Rheumatol.* 2011;38(8):1546-1551. doi:10.3899/jrheum.100759
143. Lungu E, Vendittoli P-A, Desmeules F. Preoperative Determinants of Patient-reported Pain and Physical Function Levels Following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *Open Orthop J.* 2016;10:213-231. doi:10.2174/1874325001610010213
144. Heck DA, Robinson RL, Partridge CM, Lubitz RM, Freund DA. Patient Outcomes After Knee Replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;356:93.
145. Kennedy DM, Stratford PW, Riddle DL, Hanna SE, Gollish JD. Assessing Recovery and Establishing Prognosis Following Total Knee Arthroplasty. *Phys Ther.* 2008;88(1):22-32. doi:10.2522/ptj.20070051
146. Franklin PD, Li W, Ayers DC. The Chitranjan Ranawat Award. *Clin Orthop.* 2008;466(11):2597-2604. doi:10.1007/s11999-008-0428-8

## Referencias

147. Liao C-D, Liou T-H, Huang Y-Y, Huang Y-C. Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2013;27(8):697-709. doi:10.1177/0269215513476722
148. Vina ER, Hannon MJ, Kwoh CK. Improvement following total knee replacement surgery: exploring preoperative symptoms and change in preoperative symptoms. In: *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. Vol 45. Elsevier; 2016:547–555.
149. Brown K, Kachelman J, Topp R, et al. Predictors of Functional Task Performance Among Patients Scheduled for Total Knee Arthroplasty. *J Strength Cond Res.* 2009;23(2):436. doi:10.1519/JSC.0b013e318198fc13
150. Faschingbauer M, Kasperek M, Schadler P, Trubrich A, Urlaub S, Boettner F. Predictive values of WOMAC, KOOS, and SF-12 score for knee arthroplasty: data from the OAI. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Published online 2016:1-7. doi:10.1007/s00167-016-4369-6
151. Lorentzen JS, Petersen MM, Brot C, Madsen OR. Early changes in muscle strength after total knee arthroplasty: A 6-month follow-up of 30 knees. *Acta Orthop Scand.* 1999;70(2):176-179. doi:10.3109/17453679909011258
152. Berth A, Urbach D, Neumann W, Awiszus F. Strength and Voluntary Activation of Quadriceps Femoris Muscle in Total Knee Arthroplasty with Midvastus and Subvastus Approaches. *J Arthroplasty.* 2007;22(1):83-88. doi:10.1016/j.arth.2006.02.161
153. Mizner RL, Stevens JE, Snyder-Mackler L. Voluntary Activation and Decreased Force Production of the Quadriceps Femoris Muscle After Total Knee Arthroplasty. *Phys Ther.* 2003;83(4):359-365. doi:10.1093/ptj/83.4.359
154. Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Orthop Res.* 196

2003;21(5):775-779. doi:10.1016/S0736-0266(03)00052-4

155. Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Mackler L. Quadriceps Strength and the Time Course of Functional Recovery After Total Knee Arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(7):424-436. doi:10.2519/jospt.2005.35.7.424

156. Huang C-H, Cheng C-K, Lee Y-T, Lee K-S. Muscle Strength After Successful Total Knee Replacement: A 6- to 13-Year Followup. *Clin Orthop Relat Res 1976-2007.* 1996;328:147-154.

157. Berman AT, Bosacco SJ, Israelite C. Evaluation of total knee arthroplasty using isokinetic testing. *Clin Orthop.* 1991;(271):106-113.

158. Kemnitz J, Wirth W, Eckstein F, Culvenor AG. The role of thigh muscle and adipose tissue in knee osteoarthritis progression in women: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2018;26(9):1190-1195. doi:10.1016/j.joca.2018.05.020

159. Roig-Casasús S, Blasco JM, López-Bueno L, Blasco-Igual MC. Balance Training With a Dynamometric Platform Following Total Knee Replacement: A Randomized Controlled Trial. *J Geriatr Phys Ther.* 2018;41(4):204. doi:10.1519/JPT.0000000000000121

160. Clagg S, Paterno MV, Hewett TE, Schmitt LC. Performance on the Modified Star Excursion Balance Test at the Time of Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(6):444-452. doi:10.2519/jospt.2015.5040

161. Mizner RL, Snyder-Mackler L. Altered loading during walking and sit-to-stand is affected by quadriceps weakness after total knee arthroplasty. *J Orthop Res.* 2005;23(5):1083-1090. doi:10.1016/j.orthres.2005.01.021

162. Naylor J, Harmer A, Fransen M, Crosbie J, Innes L. Status of physiotherapy rehabilitation after total knee replacement in Australia. *Physiother Res Int.* 2006;11(1):35-197

## Referencias

47. doi:10.1002/pri.40

163. Bükür N, Akkaya S, Akkaya N, et al. Comparison of Effects of Supervised Physiotherapy and a Standardized Home Program on Functional Status in Patients with Total Knee Arthroplasty: A Prospective Study. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(10):1531-1536. doi:10.1589/jpts.26.1531

164. Walker DJ, Heslop PS, Chandler C, Pinder IM. Measured ambulation and self-reported health status following total joint replacement for the osteoarthritic knee. *Rheumatology.* 2002;41(7):755-758. doi:10.1093/rheumatology/41.7.755

165. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynnon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)—Development of a Self-Administered Outcome Measure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(2):88-96. doi:10.2519/jospt.1998.28.2.88

166. Roos EM, Lohmander LS. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health Qual Life Outcomes.* 2003;1(1):64. doi:10.1186/1477-7525-1-64

167. Miner AL, Lingard EA, Wright EA, Sledge CB, Katz JN. Knee range of motion after total knee arthroplasty: How important is this as an outcome measure? *J Arthroplasty.* 2003;18(3):286-294. doi:10.1054/arth.2003.50046

168. Maruyama T, Sawada Y, Kubo S, Kinoshita K, Kurosaka M, Shimada T. Postoperative Changes in Knee Joint Function of Total Knee Arthroplasty Patients. *J Phys Ther Sci.* 2011;23(5):719-724. doi:10.1589/jpts.23.719

169. Heikkilä A, Sevander-Kreus N, Häkkinen A, et al. Effect of total knee replacement surgery and postoperative 12 month home exercise program on gait parameters. *Gait Posture.* 2017;53:92-97. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.01.004

170. Bükür N, Akkaya S, Akkaya N, et al. Comparison of Effects of Supervised Physiotherapy and a Standardized Home Program on Functional Status in Patients with  
198

Total Knee Arthroplasty: A Prospective Study. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(10):1531-1536. doi:10.1589/jpts.26.1531

171. Moffet H, Collet J-P, Shapiro SH, Paradis G, Marquis F, Roy L. Effectiveness of intensive rehabilitation on functional ability and quality of life after first total knee arthroplasty: a single-blind randomized controlled trial<sup>11</sup>No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit on the author(s) or on any organization with which the author(s) is/are associated. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(4):546-556. doi:10.1016/j.apmr.2003.08.080

172. Mat S, Tan MP, Kamaruzzaman SB, Ng CT. Physical therapies for improving balance and reducing falls risk in osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Age Ageing.* 2015;44(1):16-24. doi:10.1093/ageing/afu112

173. Pozzi F, Snyder-Mackler L, Zeni J. PHYSICAL EXERCISE AFTER KNEE ARTHROPLASTY: A SYSTEMATIC REVIEW OF CONTROLLED TRIALS. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013;49(6):877-892.

174. Piva SR, Gil AB, Almeida GJM, DiGioia AM, Levison TJ, Fitzgerald GK. A Balance Exercise Program Appears to Improve Function for Patients With Total Knee Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* 2010;90(6):880-894. doi:10.2522/ptj.20090150

175. Cervera VO. *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición.* INDE; 1999.

176. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Karvonen-Gutierrez C, Sowers MF. Isometric Quadriceps Strength in Women with Mild, Moderate, and Severe Knee Osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* 2010;89(7):541-548. doi:10.1097/PHM.0b013e3181ddd5c3

177. Muraki S, Oka H, Akune T, et al. Prevalence of radiographic knee osteoarthritis

## Referencias

- and its association with knee pain in the elderly of Japanese population-based cohorts: The ROAD study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2009;17(9):1137-1143. doi:10.1016/j.joca.2009.04.005
178. Muraki S, Akune T, Teraguchi M, et al. Quadriceps muscle strength, radiographic knee osteoarthritis and knee pain: the ROAD study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16(1):305. doi:10.1186/s12891-015-0737-5
179. Metter EJ, Conwit R, Metter B, Pacheco T, Tobin J. The relationship of peripheral motor nerve conduction velocity to age-associated loss of grip strength. *Aging Clin Exp Res*. 1998;10(6):471-478. doi:10.1007/BF03340161
180. Gezginaslan Ö, Öztürk EA, Cengiz M, Mirzaoğlu T, Çakıcı FA. Effects of isokinetic muscle strengthening on balance, proprioception, and physical function in bilateral knee osteoarthritis patients with moderate fall risk. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2018;64(4):353-361. doi:10.5606/tftrd.2018.2422
181. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*. 2000;80(9):896-903. doi:10.1093/ptj/80.9.896
182. Becker R, Berth A, Nehring M, Awiszus F. Neuromuscular quadriceps dysfunction prior to osteoarthritis of the knee. *J Orthop Res*. 2004;22(4):768-773. doi:10.1016/j.orthres.2003.11.004
183. Stackhouse SK, Dean JC, Lee SCK, Binder-MacLeod SA. Measurement of central activation failure of the quadriceps femoris in healthy adults. *Muscle Nerve*. 2000;23(11):1706-1712. doi:10.1002/1097-4598(200011)23:11<1706::AID-MUS6>3.0.CO;2-B
184. Noble PC, Gordon MJ, Weiss JM, Reddix RN, Conditt MA, Mathis KB. Does Total Knee Replacement Restore Normal Knee Function? *Publ Assoc Bone Jt Surg* 200

CORR®. 2005;431:157–165. doi:10.1097/01.blo.0000150130.03519.fb

185. Finch E, Walsh M, Thomas SG, Woodhouse LJ. Functional Ability Perceived by Individuals Following Total Knee Arthroplasty Compared to Age-Matched Individuals Without Knee Disability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(4):255-263. doi:10.2519/jospt.1998.27.4.255

186. Silva M, Shepherd EF, Jackson WO, Pratt JA, McClung CD, Schmalzried TP. Knee strength after total knee arthroplasty1 1Funds were received from Peidmont Fund of the Los Angeles Orthopaedic Foundation in support of the research material described in this article. *J Arthroplasty.* 2003;18(5):605-611. doi:10.1016/S0883-5403(03)00191-8

187. Rossi MD, Brown LE, Whitehurst M. Knee Extensor and Flexor Torque Characteristics Before and After Unilateral Total Knee Arthroplasty. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85(9):737–746. doi:10.1097/01.phm.0000233178.22621.a5

188. Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR. Association of Sensorimotor Function with Knee Joint Kinematics During Locomotion in Knee Osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83(6):455.

189. Falls risk is associated with pain and dysfunction but not radiographic osteoarthritis in older adults: Tasmanian Older Adult Cohort study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2006;14(6):533-539. doi:10.1016/j.joca.2005.12.007

190. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(6):612-618. doi:10.1136/ard.60.6.612

191. Sanchez-Ramirez DC, van der Leeden M, van der Esch M, et al. Association of serum C-reactive protein and erythrocyte sedimentation rate with muscle strength in patients with knee osteoarthritis. *Rheumatology.* 2013;52(4):727-732. doi:10.1093/rheumatology/kes366

## Referencias

192. Xu G-Y, Huang L-YM, Zhao Z-Q. Activation of silent mechanoreceptive cat C and A $\delta$  sensory neurons and their substance P expression following peripheral inflammation. *J Physiol*. 2000;528(2):339-348. doi:10.1111/j.1469-7793.2000.00339.x
193. Takacs J, Garland SJ, Carpenter MG, Hunt MA. Validity and Reliability of the Community Balance and Mobility Scale in Individuals With Knee Osteoarthritis. *Phys Ther*. 2014;94(6):866-874. doi:10.2522/ptj.20130385
194. Levinger P, Wallman S, Hill K. Balance dysfunction and falls in people with lower limb arthritis: factors contributing to risk and effectiveness of exercise interventions. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2012;9(1):17-25. doi:10.1007/s11556-011-0086-9
195. Hill KD, Williams SB, Chen J, Moran H, Hunt S, Brand C. Balance and falls risk in women with lower limb osteoarthritis or rheumatoid arthritis. *J Clin Gerontol Geriatr*. 2013;4(1):22-28. doi:10.1016/j.jcgg.2012.10.003
196. McShane JM, Shah MM. Balance and proprioception training and enhancement devices. Published online March 25, 1997. Accessed September 12, 2019. <https://patents.google.com/patent/US5613690A/en>
197. McShane JM, Shah MM. Balance and proprioception training and enhancement devices. Published online March 25, 1997. Accessed September 12, 2019. <https://patents.google.com/patent/US5613690A/en>
198. Bayouk J-F, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res*. 2006;29(1):51. doi:10.1097/01.mrr.0000192100.67425.84
199. Jogi P, Overend TJ, Spaulding SJ, Zecevic A, Kramer JF. Effectiveness of balance exercises in the acute post-operative phase following total hip and knee arthroplasty: A randomized clinical trial. *SAGE Open Med*. 2015;3:2050312115570769. doi:10.1177/2050312115570769

200. Fitzgerald GK, Childs JD, Ridge TM, Irrgang JJ. Agility and Perturbation Training for a Physically Active Individual With Knee Osteoarthritis. *Phys Ther.* 2002;82(4):372-382. doi:10.1093/ptj/82.4.372
201. Ahmed AF. Effect of sensorimotor training on balance in elderly patients with knee osteoarthritis. *J Adv Res.* 2011;2(4):305-311. doi:10.1016/j.jare.2011.02.001
202. Smith TO, King JJ, Hing CB. The effectiveness of proprioceptive-based exercise for osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatol Int.* 2012;32(11):3339-3351. doi:10.1007/s00296-012-2480-7
203. Gomiero AB, Kayo A, Abraão M, et al. Sensory-motor training versus resistance training among patients with knee osteoarthritis: randomized single-blind controlled trial. *Sao Paulo Med J.* 2018;136(1):44-50. doi:10.1590/1516-3180.2017.0174100917
204. Shimada H, Obuchi S, Kamide N, Shiba Y, Okamoto M, Kakurai S. Relationship with Dynamic Balance Function During Standing and Walking. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82(7):511. doi:10.1097/01.PHM.0000064726.59036.CB
205. Stress Fractures and Rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2007;18(3):401-416. doi:10.1016/j.pmr.2007.04.003
206. Marsh AP, Rejeski WJ, Lang W, Miller ME, Messier SP. Baseline Balance and Functional Decline in Older Adults with Knee Pain: The Observational Arthritis Study in Seniors. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51(3):331-339. doi:10.1046/j.1532-5415.2003.51106.x
207. Gezginaslan Ö, Öztürk EA, Cengiz M, Mirzaoğlu T, Çakıcı FA. Effects of isokinetic muscle strengthening on balance, proprioception, and physical function in bilateral knee osteoarthritis patients with moderate fall risk. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2018;64(4):353-361. doi:10.5606/tftrd.2018.2422
208. Khatib Y, Jenkin D, Naylor JM, Harris IA. Psychological Traits in Patients Waiting for Total Knee Arthroplasty. A Cross-sectional Study. *J Arthroplasty.* 2016;31(8):1661-

## Referencias

1666. doi:10.1016/j.arth.2016.01.053

209. Outcomes of total hip and knee replacement: Preoperative functional status predicts outcomes at six months after surgery - Fortin - 1999 - Arthritis & Rheumatism - Wiley Online Library. Accessed March 20, 2020. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1529-0131\(199908\)42:8%3C1722::AID-ANR22%3E3.0.CO;2-R](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1529-0131(199908)42:8%3C1722::AID-ANR22%3E3.0.CO;2-R)

210. Nomori H, Kobayashi R, Fuyuno G, Morinaga S, Yashima H. Preoperative Respiratory Muscle Training: Assessment in Thoracic Surgery Patients With Special Reference to Postoperative Pulmonary Complications. *Chest*. 1994;105(6):1782-1788. doi:10.1378/chest.105.6.1782

211. Pouwels S, Stokmans RA, Willigendael EM, et al. Preoperative exercise therapy for elective major abdominal surgery: A systematic review. *Int J Surg*. 2014;12(2):134-140. doi:10.1016/j.ijssu.2013.11.018

212. Ditmyer MM, Topp R, Pifer M. Prehabilitation in Preparation for Orthopaedic Surgery. *Orthop Nurs*. 2002;21(5):43.

213. Crowe J, Henderson J. Pre-Arthroplasty Rehabilitation is Effective in Reducing Hospital Stay. *Can J Occup Ther*. 2003;70(2):88-96. doi:10.1177/000841740307000204

214. Robinson JM, Stone MH, Johnson RL, Penland CM, Warren BJ, Lewis RD. Effects of Different Weight Training Exercise/Rest Intervals on Strength, Power, and High Intensity Exercise Endurance. *J Strength Cond Res*. 1995;9(4):216.

215. Knee Extensor Strength and Risk of Structural, Symptomatic, and Functional Decline in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis - Culvenor - 2017 - Arthritis Care & Research - Wiley Online Library. Accessed March 21, 2020. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/acr.23005>

216. Rooks DS, Huang J, Bierbaum BE, et al. Effect of preoperative exercise on  
204

- measures of functional status in men and women undergoing total hip and knee arthroplasty. *Arthritis Care Res.* 2006;55(5):700-708. doi:10.1002/art.22223
217. Calatayud J, Casaña J, Ezzatvar Y, Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen LL. High-intensity preoperative training improves physical and functional recovery in the early post-operative periods after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(9):2864-2872. doi:10.1007/s00167-016-3985-5
218. Williamson L, Wyatt MR, Yein K, Melton JTK. Severe knee osteoarthritis: a randomized controlled trial of acupuncture, physiotherapy (supervised exercise) and standard management for patients awaiting knee replacement. *Rheumatology.* 2007;46(9):1445-1449. doi:10.1093/rheumatology/kem119
219. Evgeniadis G, Beneka A, Malliou P, Mavromoustakos S, Godolias G. Effects of pre- or postoperative therapeutic exercise on the quality of life, before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2008;21(3):161-169. doi:10.3233/BMR-2008-21303
220. Beaupre LA, Lier D, Davies DM, Johnston DBC. The effect of a preoperative exercise and education program on functional recovery, health related quality of life, and health service utilization following primary total knee arthroplasty. *J Rheumatol.* 2004;31(6):1166-1173.
221. Casaña J, Calatayud J, Ezzatvar Y, Vinstrup J, Benítez J, Andersen LL. Preoperative high-intensity strength training improves postural control after TKA: randomized-controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(4):1057-1066. doi:10.1007/s00167-018-5246-2
222. Tungtrongjitt Y, Weingkum P, Saunkool P. The effect of preoperative quadriceps exercise on functional outcome after total knee arthroplasty. *J Med Assoc Thai.* 2012;95(Suppl 10):S58–66.

## Referencias

223. Doma K, Grant A, Morris J. The Effects of Balance Training on Balance Performance and Functional Outcome Measures Following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2018;48(10):2367-2385. doi:10.1007/s40279-018-0964-7
224. Ma J, Zhang L, Kuang M, et al. The effect of preoperative training on functional recovery in patients undergoing total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2018;51:205-212. doi:10.1016/j.ijssu.2018.01.015
225. Moher D. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Ann Intern Med.* 2009;151(4):264. doi:10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135
226. Blasco. Effects of balance training prior total knee replacement surgery: study protocol for a randomized controlled trial. Accessed September 18, 2019. [http://www.clinicaltrials.com/article.asp?issn=2542-4157%3Byear%3D2018%3Bvolume%3D3%3Bissue%3D1%3Bspage%3D12%3Bepage%3D17%3Baulast%3DBlasco;utm\\_source=TrendMD;utm\\_medium=cpc;utm\\_campaign=Clinical\\_Trials\\_in\\_Orthopedic\\_Disorders\\_TrendMD\\_1](http://www.clinicaltrials.com/article.asp?issn=2542-4157%3Byear%3D2018%3Bvolume%3D3%3Bissue%3D1%3Bspage%3D12%3Bepage%3D17%3Baulast%3DBlasco;utm_source=TrendMD;utm_medium=cpc;utm_campaign=Clinical_Trials_in_Orthopedic_Disorders_TrendMD_1)
227. Higgins JPT, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. John Wiley & Sons; 2011.
228. Santos CM da C, Pimenta CA de M, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2007;15(3):508-511. doi:10.1590/S0104-11692007000300023
229. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011;343:d5928. doi:10.1136/bmj.d5928
230. Effect size guidelines for individual differences researchers. *Personal Individ* 206

*Differ.* 2016;102:74-78. doi:10.1016/j.paid.2016.06.069

231. Ostrosky-Solís F, López-Arango G, Ardila A. Sensitivity and Specificity of the Mini-Mental State Examination in a Spanish-Speaking Population. *Appl Neuropsychol.* 2000;7(1):25-31. doi:10.1207/S15324826AN0701\_4

232. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults. *Phys Ther.* 1997;77(8):812-819. doi:10.1093/ptj/77.8.812

233. Roig-Casasús S, Blasco JM, López-Bueno L, Blasco-Igual MC. *J Geriatr Phys Ther.* 2018;41(4):204. doi:10.1519/JPT.000000000000121

234. Donoghue D, Stokes EK. How much change is true change? The minimum detectable change of the Berg Balance Scale in elderly people. doi:info:doi/10.2340/16501977-0337

235. Todd JS, Shurley JP, Todd TC. Thomas L. DeLorme and the Science of Progressive Resistance Exercise. *J Strength Cond Res.* 2012;26(11):2913. doi:10.1519/JSC.0b013e31825adcb4

236. Ciolac EG, Silva JMR da, Greve JMD, Ciolac EG, Silva JMR da, Greve JMD. Effects of resistance training in older women with knee osteoarthritis and total knee arthroplasty. *Clinics.* 2015;70(1):7-13. doi:10.6061/clinics/2015(01)02

237. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Newcombe P, Bullock MI. The effectiveness of a pre-operative home-based physiotherapy programme for chronic anterior cruciate ligament deficiency. *Physiother Res Int.* 2006;11(4):204-218. doi:10.1002/pri.341

238. Fitzgerald GK, Childs JD, Ridge TM, Irrgang JJ. Agility and Perturbation Training for a Physically Active Individual With Knee Osteoarthritis. *Phys Ther.* 2002;82(4):372-382. doi:10.1093/ptj/82.4.372

## Referencias

239. Piva SR, Gil AB, Almeida GJM, DiGioia AM, Levison TJ, Fitzgerald GK. A Balance Exercise Program Appears to Improve Function for Patients With Total Knee Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* 2010;90(6):880-894. doi:10.2522/ptj.20090150
240. Liao C-D, Liou T-H, Huang Y-Y, Huang Y-C. Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2013;27(8):697-709. doi:10.1177/0269215513476722
241. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynnon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)—Development of a Self-Administered Outcome Measure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(2):88-96. doi:10.2519/jospt.1998.28.2.88
242. Roos EM, Lohmander LS. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health Qual Life Outcomes.* 2003;1(1):64. doi:10.1186/1477-7525-1-64
243. Vaquero J, Longo UG, Forriol F, Martinelli N, Vethencourt R, Denaro V. Reliability, validity and responsiveness of the Spanish version of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in patients with chondral lesion of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(1):104-108. doi:10.1007/s00167-012-2290-1
244. Roos EM, Toksvig-Larsen S. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) – validation and comparison to the WOMAC in total knee replacement. *Health Qual Life Outcomes.* 2003;1:17. doi:10.1186/1477-7525-1-17
245. Whitney SL, Poole JL, Cass SP. A Review of Balance Instruments for Older Adults. *Am J Occup Ther.* 1998;52(8):666-671. doi:10.5014/ajot.52.8.666
246. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *J Physiother.* 2013;59(2):93-99.

doi:10.1016/S1836-9553(13)70161-9

247. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and Gait Speeds. *Phys Ther.* 2002;82(2):128-137. doi:10.1093/ptj/82.2.128

248. Takacs J, Garland SJ, Carpenter MG, Hunt MA. Validity and Reliability of the Community Balance and Mobility Scale in Individuals With Knee Osteoarthritis. *Phys Ther.* 2014;94(6):866-874. doi:10.2522/ptj.20130385

249. Norkin CC, White DJ. *Measurement Of Joint Motion: A Guide To Goniometry.* F.A. Davis; 2016.

250. Maempel JF, Clement ND, Brenkel IJ, Walmsley PJ. Range of movement correlates with the Oxford knee score after total knee replacement: A prediction model and validation. *The Knee.* 2016;23(3):511-516. doi:10.1016/j.knee.2016.01.009

251. Dos Santos RA, Derhon V, Brandalize M, Brandalize D, Rossi LP. Evaluation of knee range of motion: Correlation between measurements using a universal goniometer and a smartphone goniometric application. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(3):699-703. doi:10.1016/j.jbmt.2016.11.008

252. Mehta SP, Barker K, Bowman B, Galloway H, Oliashirazi N, Oliashirazi A. Reliability, Concurrent Validity, and Minimal Detectable Change for iPhone Goniometer App in Assessing Knee Range of Motion. *J Knee Surg.* 2017;30(6):577-584. doi:10.1055/s-0036-1593877

253. Button K, Iqbal AS, Letchford RH, van Deursen RWM. Clinical effectiveness of knee rehabilitation techniques and implications for a self-care treatment model. *Physiotherapy.* 2012;98(4):287-299. doi:10.1016/j.physio.2011.08.003

254. Wessel J. Isometric strength measurements of knee extensors in women with

## Referencias

osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol*. 1996;23(2):328-331.

255. Dreinhöfer KE, Stucki G, Ewert T, et al. ICF Core Sets for osteoarthritis. *J Rehabil Med*. 2004;44(Suppl):75-80. doi:10.1080/16501960410015498

256. Wang C-Y, Olson SL, Protas EJ. Test-retest strength reliability: Hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(6):811-815. doi:10.1053/apmr.2002.32743

257. Jackson SM, Cheng MS, Smith AR, Kolber MJ. Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. *Musculoskelet Sci Pract*. 2017;27:137-141. doi:10.1016/j.math.2016.07.010

258. Chamorro C, Armijo-Olivo S, De la FC, Fuentes J, Javier CL. Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. *Open Med*. 2017;12(1):359–375. doi:10.1515/med-2017-0052

259. Faschingbauer M, Kasperek M, Schadler P, Trubrich A, Urlaub S, Boettner F. Predictive values of WOMAC, KOOS, and SF-12 score for knee arthroplasty: data from the OAI. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Published online 2016:1-7. doi:10.1007/s00167-016-4369-6

260. Mancini M, King L, Salarian A, Holmstrom L, McNames J, Horak FB. Mobility Lab to Assess Balance and Gait with Synchronized Body-worn Sensors. *J Bioeng Biomed Sci*. 2011;Suppl 1:007. doi:10.4172/2155-9538.S1-007

261. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of Visual Feedback in Retraining Balance Following Acute Stroke. *Phys Ther*. 2000;80(9):886-895. doi:10.1093/ptj/80.9.886

262. Yuksel E, Kalkan S, Cekmece S, Unver B, Karatosun V. Assessing Minimal Detectable Changes and Test-Retest Reliability of the Timed Up and Go Test and the 2-210

- Minute Walk Test in Patients With Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32(2):426-430. doi:10.1016/j.arth.2016.07.031
263. Herman T, Giladi N, Hausdorff JM. Properties of the 'Timed Up and Go' Test: More than Meets the Eye. *Gerontology*. 2011;57(3):203-210. doi:10.1159/000314963
264. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*. 2000;80(9):896-903. doi:10.1093/ptj/80.9.896
265. Ingemarsson AH, Frändin K, Hellström K, Rundgren Å. Balance function and fall-related efficacy in patients with newly operated hip fracture. *Clin Rehabil*. 2000;14(5):497-505. doi:10.1191/0269215500cr352oa
266. Jonsson E, Henriksson M, Hirschfeld H. Does the functional reach test reflect stability limits in elderly people? *J Rehabil Med*. 2003;35(1):26-30. doi:10.1080/16501970306099
267. Weiner DK, Duncan PW, Chandler J, Studenski SA. Functional Reach: A Marker of Physical Frailty. *J Am Geriatr Soc*. 1992;40(3):203-207. doi:10.1111/j.1532-5415.1992.tb02068.x
268. Choi YM, Dobson F, Martin J, Bennell KL, Hinman RS. Interrater and Intrarater Reliability of Common Clinical Standing Balance Tests for People With Hip Osteoarthritis. *Phys Ther*. 2014;94(5):696-704. doi:10.2522/ptj.20130266
269. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-Leg Balance Is an Important Predictor of Injurious Falls in Older Persons. *J Am Geriatr Soc*. 1997;45(6):735-738. doi:10.1111/j.1532-5415.1997.tb01479.x
270. Bitterli R, Sieben JM, Hartmann M, de Bruin ED. Pre-Surgical Sensorimotor Training for Patients Undergoing Total Hip Replacement: A Randomised Controlled Trial. *Int J Sports Med*. 2011;32(09):725-732. doi:10.1055/s-0031-1271696

## Referencias

271. Gstoettner M, Raschner C, Dirnberger E, Leimser H, Krismer M. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *The Knee*. 2011;18(4):265-270. doi:10.1016/j.knee.2010.05.012
272. Jogi P, Overend TJ, Spaulding SJ, Zecevic A, Kramer JF. Effectiveness of balance exercises in the acute post-operative phase following total hip and knee arthroplasty: A randomized clinical trial. *SAGE Open Med*. 2015;3:2050312115570769. doi:10.1177/2050312115570769
273. Villadsen A, Overgaard S, Holsgaard-Larsen A, Christensen R, Roos EM. Postoperative effects of neuromuscular exercise prior to hip or knee arthroplasty: a randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(6):1130-1137. doi:10.1136/annrheumdis-2012-203135
274. Huber EO, Roos EM, Meichtry A, de Bie RA, Bischoff-Ferrari HA. Effect of preoperative neuromuscular training (NEMEX-TJR) on functional outcome after total knee replacement: an assessor-blinded randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16(1):101. doi:10.1186/s12891-015-0556-8
275. Downs S, Marquez J, Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *J Physiother*. 2013;59(2):93-99. doi:10.1016/S1836-9553(13)70161-9
276. Skoffer B, Maribo T, Mechlenburg I, Hansen PM, Søballe K, Dalgas U. Efficacy of Preoperative Progressive Resistance Training on Postoperative Outcomes in Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty. *Arthritis Care Res*. 2016;68(9):1239-1251. doi:10.1002/acr.22825
277. Domínguez-Navarro F, Igual-Camacho C, Silvestre-Muñoz A, Roig-Casasús S, Blasco JM. Effects of balance and proprioceptive training on total hip and knee replacement rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*.

2018;62:68-74. doi:10.1016/J.GAITPOST.2018.03.003

278. Chen H, Li S, Ruan T, Liu L, Fang L. Is it necessary to perform prehabilitation exercise for patients undergoing total knee arthroplasty: meta-analysis of randomized controlled trials. *Phys Sportsmed*. 2018;46(1):36-43. doi:10.1080/00913847.2018.1403274

279. Carmona L, Ballina J, Gabriel R, Laffon A. The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results from a national survey. *Ann Rheum Dis*. 2001;60(11):1040-1045. doi:10.1136/ard.60.11.1040

280. Cross M, Smith E, Hoy D, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(7):1323-1330. doi:10.1136/annrheumdis-2013-204763

281. Jeon Y-J, Kim G-M. Comparison of the Berg Balance Scale and Fullerton Advanced Balance Scale to predict falls in community-dwelling adults. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(2):232-234. doi:10.1589/jpts.29.232

282. Donoghue D, Stokes E. How much change is true change? The minimum detectable change of the Berg Balance Scale in elderly people. *J Rehabil Med*. 2009;41(5):343-346. doi:10.2340/16501977-0337

283. Gstoettner M, Raschner C, Dirnberger E, Leimser H, Krismer M. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *The Knee*. 2011;18(4):265-270. doi:10.1016/J.KNEE.2010.05.012

284. Physical therapies for improving balance and reducing falls risk in osteoarthritis of the knee: a systematic review | Age and Ageing | Oxford Academic. Accessed September 10, 2019. <https://academic.oup.com/ageing/article/44/1/16/2812307>

285. Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Esch MV der, Simic M, Bennell KL. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review. *Br J Sports Med*. 2015;49(24):1554-1557. doi:10.1136/bjsports-2015-095424

## Referencias

286. Wallis JA, Taylor NF. Pre-operative interventions (non-surgical and non-pharmacological) for patients with hip or knee osteoarthritis awaiting joint replacement surgery – a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(12):1381-1395. doi:10.1016/J.JOCA.2011.09.001
287. Todd JS, Shurley JP, Todd TC. Thomas L. DeLorme and the Science of Progressive Resistance Exercise. *J Strength Cond Res*. 2012;26(11):2913-2923. doi:10.1519/JSC.0b013e31825adcb4
288. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
289. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(4):674-688. doi:10.1249/01.mss.0000121945.36635.61
290. Fish DE, Krabak BJ, Johnson-Greene D, deLateur BJ. Optimal Resistance Training: Comparison of DeLorme with Oxford Techniques. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82(12):903. doi:10.1097/01.PHM.0000098505.57264.DB
291. Dempsey Paddy C., Larsen Robyn N., Dunstan David W., Owen Neville, Kingwell Bronwyn A. Sitting Less and Moving More. *Hypertension*. 2018;72(5):1037-1046. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.11190
292. Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, Vandenborne K, Snyder-Mackler L. Early quadriceps strength loss after total knee arthroplasty. The contributions of muscle atrophy and failure of voluntary muscle activation. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(5):1047-1053. doi:10.2106/JBJS.D.01992
293. Baker K, Nelson M, Felson D, ... JL-TJ of, 2001 undefined. The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: a randomized

controlled trial. *jrheum.org*.

294. McQuade KJ, de Oliveira AS. Effects of progressive resistance strength training on knee biomechanics during single leg step-up in persons with mild knee osteoarthritis. *Clin Biomech*. 2011;26(7):741-748. doi:10.1016/J.CLINBIOMECH.2011.03.006
295. Moffet H, Collet J-P, Shapiro SH, Paradis G, Marquis F, Roy L. Effectiveness of intensive rehabilitation on functional ability and quality of life after first total knee arthroplasty: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(4):546-556. doi:10.1016/J.APMR.2003.08.080
296. Moutzouri M, Gleeson N, Coutts F, Tsepis E, Gliatis J. Early self-managed focal sensorimotor rehabilitative training enhances functional mobility and sensorimotor function in patients following total knee replacement: a controlled clinical trial. *Clin Rehabil*. 2018;32(7):888-898. doi:10.1177/0269215518757291
297. Jensen C, Roos EM, Kjærsgaard-Andersen P, Overgaard S. The effect of education and supervised exercise vs. education alone on the time to total hip replacement in patients with severe hip osteoarthritis. A randomized clinical trial protocol. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14(1):21. doi:10.1186/1471-2474-14-21
298. Van Baar ME, Assendelft WJJ, Dekker J, Oostendorp RAB, Bijlsma JWJ. Effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: A systematic review of randomized clinical trials. *Arthritis Rheum*. 1999;42(7):1361-1369. doi:10.1002/1529-0131(199907)42:7<1361::AID-ANR9>3.0.CO;2-9
299. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review | British Journal of Sports Medicine. Accessed September 10, 2019. [https://bjsm.bmj.com/content/49/24/1554.short?casa\\_token=nux06dSSUp4AAAAA:06j0RDqW9k2NuKdhsKY\\_B72J5Xu02R08ucOluwjujJh8ckXhhLHzBAY8p4Kd8mhNzGj7WcL0csmZ](https://bjsm.bmj.com/content/49/24/1554.short?casa_token=nux06dSSUp4AAAAA:06j0RDqW9k2NuKdhsKY_B72J5Xu02R08ucOluwjujJh8ckXhhLHzBAY8p4Kd8mhNzGj7WcL0csmZ)

## Referencias

300. Prehabilitation in Preparation for Orthopaedic Surgery: Orthopaedic Nursing. Accessed September 10, 2019. [https://journals.lww.com/orthopaedicnursing/Fulltext/2002/09000/Prehabilitation\\_in\\_Preparation\\_for\\_Orthopaedic.8.aspx?casa\\_token=Cb5XaNpkugUAAAAA:KBR7VMdrFrufXNEka1ucYswB693wbK1xhk6otDkIzfs\\_JjLgSiaQS-ZoH9MKzbskfRAB6s00WOaH7E4WaaDPPf06](https://journals.lww.com/orthopaedicnursing/Fulltext/2002/09000/Prehabilitation_in_Preparation_for_Orthopaedic.8.aspx?casa_token=Cb5XaNpkugUAAAAA:KBR7VMdrFrufXNEka1ucYswB693wbK1xhk6otDkIzfs_JjLgSiaQS-ZoH9MKzbskfRAB6s00WOaH7E4WaaDPPf06)
301. Assessing Minimal Detectable Changes and Test-Retest Reliability of the Timed Up and Go Test and the 2-Minute Walk Test in Patients With Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32(2):426-430. doi:10.1016/j.arth.2016.07.031
302. The effects of sensorimotor training on knee proprioception and function for patients with knee osteoarthritis: a preliminary report - Jau-Yih Tsauo, Pai-Fu Cheng, Rong-Sen Yang, 2008. Accessed September 10, 2019. [https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0269215507084597?casa\\_token=5ePZic5vBw8AAAAA:EgBMbXZnnOMQQb2zIKTiJ46M6ZJNBxsdiH1AkutruyulX9majYg8Ss2C9zomC0uCW9UxOUkwIamIWA](https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0269215507084597?casa_token=5ePZic5vBw8AAAAA:EgBMbXZnnOMQQb2zIKTiJ46M6ZJNBxsdiH1AkutruyulX9majYg8Ss2C9zomC0uCW9UxOUkwIamIWA)
303. Sensorimotor training: A “global” approach for balance training. *J Bodyw Mov Ther*. 2006;10(1):77-84. doi:10.1016/j.jbmt.2005.04.006
304. Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(4):381-388. doi:10.1016/j.joca.2011.01.003
305. Huang C-H, Cheng C-K, Lee Y-T, Lee K-S. Muscle Strength After Successful Total Knee Replacement: A 6- to 13-Year Followup. *Clin Orthop Relat Res 1976-2007*. 1996;328:147–154.
306. Bennell K, Hinman R. Exercise as a treatment for osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*. 2005;17(5):634. doi:10.1097/01.bor.0000171214.49876.38
307. Functional Performance and Inflammatory Cytokines After Squat Exercises and

- Whole-Body Vibration in Elderly Individuals With Knee Osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(10):1692-1700. doi:10.1016/j.apmr.2012.04.017
308. Ettinger WH, Burns R, Messier SP, et al. A Randomized Trial Comparing Aerobic Exercise and Resistance Exercise With a Health Education Program in Older Adults With Knee Osteoarthritis: The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA.* 1997;277(1):25-31. doi:10.1001/jama.1997.03540250033028
309. Baker KR, Nelson ME, Felson DT, Layne JE, Sarno R, Roubenoff R. The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *J Rheumatol.* 2001;28(7):1655-1665.
310. Mat S, Tan MP, Kamaruzzaman SB, Ng CT. Physical therapies for improving balance and reducing falls risk in osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Age Ageing.* 2015;44(1):16-24. doi:10.1093/ageing/afu112
311. Topp R, Swank AM, Quesada PM, Nyland J, Malkani A. The Effect of Prehabilitation Exercise on Strength and Functioning After Total Knee Arthroplasty. *PM&R.* 2009;1(8):729-735. doi:10.1016/j.pmrj.2009.06.003
312. Beaupre LA, Lier D, Davies DM, Johnston DBC. The effect of a preoperative exercise and education program on functional recovery, health related quality of life, and health service utilization following primary total knee arthroplasty. *J Rheumatol.* 2004;31(6):1166-1173.
313. Calatayud J, Casaña J, Ezzatvar Y, Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen LL. High-intensity preoperative training improves physical and functional recovery in the early post-operative periods after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(9):2864-2872. doi:10.1007/s00167-016-3985-5
314. Knoop J, Steultjens MPM, Roorda LD, et al. Improvement in upper leg muscle strength underlies beneficial effects of exercise therapy in knee osteoarthritis: secondary

## Referencias

analysis from a randomised controlled trial. *Physiotherapy*. 2015;101(2):171-177. doi:10.1016/j.physio.2014.06.002

315. Meier W, Mizner R, Marcus R, Dibble L, Peters C, Lastayo PC. Total Knee Arthroplasty: Muscle Impairments, Functional Limitations, and Recommended Rehabilitation Approaches. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(5):246-256. doi:10.2519/jospt.2008.2715

316. Stratford PW, Kennedy DM. Performance measures were necessary to obtain a complete picture of osteoarthritic patients. *J Clin Epidemiol*. 2006;59(2):160-167. doi:10.1016/j.jclinepi.2005.07.012

317. Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Orthop Res*. 2003;21(5):775-779. doi:10.1016/S0736-0266(03)00052-4

318. Does Preoperative Rehabilitation Improve Patient-Based Outcomes in Persons Who Have Undergone Total Knee Arthroplasty? A Systematic Review - Silkman Baker - 2012 - PM&R - Wiley Online Library. Accessed September 17, 2019. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1016/j.pmrj.2012.06.005>

319. Cash RM, Gonzalez MH, Garst J, Barmada R, Stern SH. Proprioception After Arthroplasty: Role of the Posterior Cruciate Ligament. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;331:172.

320. Gage WH, Frank JS, Prentice SD, Stevenson P. Organization of postural responses following a rotational support surface perturbation, after TKA: Sagittal plane rotations. *Gait Posture*. 2007;25(1):112-120. doi:10.1016/j.gaitpost.2006.02.003

321. Fallah Yakhdani HR, Bafghi HA, Meijer OG, et al. Stability and variability of knee kinematics during gait in knee osteoarthritis before and after replacement surgery. *Clin Biomech*. 2010;25(3):230-236. doi:10.1016/j.clinbiomech.2009.12.003

322. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 1997;56(11):641-648. doi:10.1136/ard.56.11.641
323. The effect of knee arthroplasty on balancing ability in response to sudden unidirectional perturbation in the early postoperative period. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(3):508-514. doi:10.1016/j.jelekin.2015.02.010
324. Drosos GI, Triantafilidou T, Ververidis A, Agelopoulou C, Vogiatzaki T, Kazakos K. Persistent post-surgical pain and neuropathic pain after total knee replacement. *World J Orthop.* 2015;6(7):528-536. doi:10.5312/wjo.v6.i7.528
325. Shakoor N, Furmanov S, Nelson DE, Li Y, Block JA. Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA: Results of an 8-week home exercise pilot study. :8.
326. Losina E, Walensky RP, Kessler CL, et al. Cost-effectiveness of Total Knee Arthroplasty in the United States: Patient Risk and Hospital Volume. *Arch Intern Med.* 2009;169(12):1113-1121. doi:10.1001/archinternmed.2009.136
327. Romero S, Bishop MD, Velozo CA, Light K. Minimum Detectable Change of the Berg Balance Scale and Dynamic Gait Index in Older Persons at Risk for Falling. *J Geriatr Phys Ther.* 2011;34(3):131. doi:10.1519/JPT.0b013e3182048006
328. Swinkels A, Allain TJ. Physical performance tests, self-reported outcomes, and accidental falls before and after total knee arthroplasty: An exploratory study. *Physiother Theory Pract.* 2013;29(6):432-442. doi:10.3109/09593985.2012.755590
329. Ma J, Zhang L, Kuang M, et al. The effect of preoperative training on functional recovery in patients undergoing total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2018;51:205-212. doi:10.1016/j.ijsu.2018.01.015
330. Baker CS, McKeon JM. Does Preoperative Rehabilitation Improve Patient-Based

## Referencias

Outcomes in Persons Who Have Undergone Total Knee Arthroplasty? A Systematic Review. *PM&R*. 2012;4(10):756-767. doi:10.1016/j.pmrj.2012.06.005

331. Rodgers JA, Garvin KL, Walker CW, Morford D, Urban J, Bedard J. Preoperative physical therapy in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1998;13(4):414-421. doi:10.1016/S0883-5403(98)90007-9

332. Kennedy DM, Stratford PW, Riddle DL, Hanna SE, Gollish JD. Assessing Recovery and Establishing Prognosis Following Total Knee Arthroplasty. *Phys Ther*. 2008;88(1):22-32. doi:10.2522/ptj.20070051

333. Cho SD, Hwang CH. Improved single-limb balance after total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(12):2744-2750. doi:10.1007/s00167-012-2144-x

334. The effect of total knee replacement surgery on gait stability. *Gait Posture*. 2008;27(1):103-109. doi:10.1016/j.gaitpost.2007.02.009

335. Mouchnino L, Gueguen N, Blanchard C, et al. Sensori-motor adaptation to knee osteoarthritis during stepping-down before and after total knee replacement. *BMC Musculoskelet Disord*. 2005;6(1):21. doi:10.1186/1471-2474-6-21

336. Doma K, Grant A, Morris J. The Effects of Balance Training on Balance Performance and Functional Outcome Measures Following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2018;48(10):2367-2385. doi:10.1007/s40279-018-0964-7

337. Folland JP, Williams AG. Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Med*. 2007;37(2):145-168. doi:10.2165/00007256-200737020-00004

338. Pohl T, Brauner T, Wearing S, Stamer K, Horstmann T. Effects of sensorimotor training volume on recovery of sensorimotor function in patients following lower limb  
220

- arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015;16(1):195. doi:10.1186/s12891-015-0644-9
339. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *J Athl Train.* 2010;45(4):392-403. doi:10.4085/1062-6050-45.4.392
340. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Prescribing exercise as preventive therapy. *CMAJ.* 2006;174(7):961-974. doi:10.1503/cmaj.1040750
341. Villadsen A, Overgaard S, Holsgaard-Larsen A, Christensen R, Roos EM. Postoperative effects of neuromuscular exercise prior to hip or knee arthroplasty: a randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis.* 2014;73(6):1130-1137. doi:10.1136/ANNRHEUMDIS-2012-203135
342. Mitchell C, Walker J, Walters S, Morgan AB, Binns T, Mathers N. Costs and effectiveness of pre- and post-operative home physiotherapy for total knee replacement: randomized controlled trial. *J Eval Clin Pract.* 2005;11(3):283-292. doi:10.1111/j.1365-2753.2005.00535.x
343. Nicolson PJA, Hinman RS, Wrigley TV, Stratford PW, Bennell KL. Effects of Covertly Measured Home Exercise Adherence on Patient Outcomes Among Older Adults With Chronic Knee Pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(7):548-556. doi:10.2519/jospt.2019.8843
344. Schünemann HJ, Bone L. Evidence-Based Orthopaedics: A Primer. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;413:117. doi:10.1097/01.blo.0000080541.81794.26
345. Blasco. Effects of balance training prior total knee replacement surgery: study protocol for a randomized controlled trial. Accessed September 24, 2019. <http://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/study?term=Blasco&rank=1>

## Referencias

nical\_Trials\_in\_Orthopedic\_Disorders\_TrendMD\_1

346. OARSI Clinical Trials Recommendations: Design, conduct, and reporting of clinical trials for knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23(5):747-760. doi:10.1016/j.joca.2015.03.005
347. Zou K, Wong J, Abdullah N, et al. Examination of overall treatment effect and the proportion attributable to contextual effect in osteoarthritis: meta-analysis of randomised controlled trials. *Ann Rheum Dis*. 2016;75(11):1964-1970. doi:10.1136/annrheumdis-2015-208387
348. Osteoarthritis of the knee: Why does exercise work? A qualitative study of the literature. *Ageing Res Rev*. 2013;12(1):226-236. doi:10.1016/j.arr.2012.09.005
349. Identifying potential working mechanisms behind the positive effects of exercise therapy on pain and function in osteoarthritis; a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23(7):1071-1082. doi:10.1016/j.joca.2014.12.027
350. Skou ST, Roos EM, Laursen MB, et al. A Randomized, Controlled Trial of Total Knee Replacement. *N Engl J Med*. 2015;373(17):1597-1606. doi:10.1056/NEJMoa1505467

# ANEXOS

## Anexo 1: Informe del Comité de Ética del Hospital Clínic Universitari de València



Hospital Clínic Universitari



DEPARTAMENT CLÍNIC MALVA-ROSA

### INFORME DEL COMITE ETICO DE INVESTIGACION CLINICA DEL HOSPITAL CLINIC UNIVERSITARI DE VALENCIA

D. Antonio Peláez Hernández, Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínic Universitari de Valencia

#### CERTIFICA

Que en este Comité, en su reunión de fecha 26 de mayo de 2016, y según consta en el acta de la misma, se han analizado los aspectos éticos y científicos relacionados al proyecto de investigación que lleva por título:

***Influencia de un entrenamiento preoperatorio de propiocepción y equilibrio en pacientes con artrosis severa de rodilla en espera para la intervención de artroplastia total***

Mismo que será llevado a cabo en el Servicio de Fisioterapia y cuya investigadora principal es Doña Celedonia Igual Camacho, acordando que reúne las características adecuadas referentes a información a los pacientes y cumplimiento de los criterios éticos para la investigación médica y biomédica establecidos en la ***Declaración de Helsinki*** (Junio 1964, Helsinki, Finlandia) de la Asamblea Médica Mundial, y sus revisiones (Octubre 1975, Tokio, Japón), (Octubre 1983, Venecia, Italia), (Septiembre 1989, Hong Kong), (Octubre 1996, Somerset West, Sudáfrica), (Octubre 2000, Edimburgo), (Octubre 2008 Seúl, Corea) y (Octubre 2013 Fortaleza, Brasil) y en la ***Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos del Hombre de la UNESCO*** y los acuerdos del ***Protocolo Adicional del Consejo de Europa para la protección de los Derechos del Hombre y de la dignidad del ser humano frente a la aplicaciones de la biología y de la medicina*** (París 12-1-1998, ratificado el 23-7-1999).

Lo que certifico a efectos oportunos.

Valencia, 26 de mayo de 2016.

Fdo. : D. Antonio Peláez Hernández  
Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica

## Anexo 2: Consentimiento informado



Hospital Clínic Universitari



DEPARTAMENT CLÍNIC MALVA-ROSA

### HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Se le ofrece la posibilidad de participar en el proyecto de investigación titulado:

***“Influencia de un entrenamiento preoperatorio de propiocepción y equilibrio en pacientes con artrosis severa de rodilla en espera para la intervención de artroplastia total”***

Que está siendo realizado por la Dra. Celedonia Igual Camacho del Servicio de Rehabilitación del servicio de Traumatología, y que ha sido ya evaluado y aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica y por el Comité Científico del Hospital Clínic Universitario de Valencia.

#### **Antecedentes**

En estadios avanzados de artrosis severa de rodilla en personas mayores se suele llevar a cabo un tratamiento quirúrgico en el que se realiza un recambio de la articulación por una prótesis, proceso conocido como Reemplazo o Artroplastia Total de Rodilla. Se trata de una técnica cuya aplicación se ha ido generalizando, debido tanto al aumento de la edad de la población como al éxito de las mismas.

Generalmente se lleva a cabo una rehabilitación (fisioterapia) después de la operación, que realizan los pacientes de forma sistemática en los servicios hospitalarios. En este estudio se pretende además de realizar la fisioterapia convencional postoperatoria, entrenar al paciente antes de la intervención quirúrgica con un tratamiento de fisioterapia para mejorar su equilibrio y su funcionalidad en mayor medida que si no lo realizara.

#### **¿Cuál es el objetivo de este estudio?**

El objetivo de este estudio es verificar las mejoras que un entrenamiento fisioterápico preoperatorio por parte de un paciente en espera para ser intervenido de artroplastia total de rodilla, frente a aquellos que solo realizan rehabilitación postoperatoria convencional.

#### **Por qué se le ha pedido que participe?**

Se le pide su participación en este estudio ya que ha sido diagnosticado de con artrosis severa de rodilla, y va a ser intervenido con un reemplazo total de rodilla o cirugía de artroplastia total de rodilla.

#### **¿En qué consiste su participación? ¿Qué tipo de pruebas o procedimientos se le realizarán?**

Se le solicita permiso para utilizar con fines científicos los resultados del entrenamiento fisioterápico.

F-CE-GEva-3 v1.1 (23 Julio 2015)

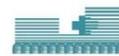
Documentación para evaluación

CEIC de proyecto

Página 1 | 4



**Hospital Clínic Universitari**



**DEPARTAMENT CLÍNIC MALVA-ROSA**

La participación en el presente proyecto NO SUPONE NINGUNA ALTERACIÓN DEL TRATAMIENTO QUE ESTÉ LLEVANDO y todo tratamiento que se le pueda poner a partir de los estudios clínico-bioquímicos que se le realicen será siempre bajo criterio médico.

Con su participación, por una parte se medirá su estado físico antes y después de la intervención, registrando sus parámetros de funcionalidad de rodilla (flexión y extensión), fuerza, equilibrio y calidad de vida. Esto significa que se le realizará una valoración completa que permitirá conocer sus cualidades físicas.

Por otra parte, de forma adicional, y antes de intervención quirúrgica, los sujetos que sean asignados aleatoriamente a uno de los grupos de tratamiento preoperatorio harán un entrenamiento de fisioterapia cuyo objetivo es mejorar su equilibrio y su funcionalidad en mayor medida que si no lo realizaran. Este entrenamiento depende del grupo al que usted se asignado de forma aleatoria, pudiendo realizarlo o no.

**¿Cuáles son los riesgos generales de participar en este estudio?**

NO SE PREVÉ NINGÚN RIESGO ADICIONAL PARA USTED.

**¿Cuáles son los beneficios de la participación en este estudio?**

El beneficio de este estudio puede suponer una mejor funcionalidad en la rodilla (flexión, extensión, fuerza) y un mejor equilibrio tras la intervención quirúrgica.

**¿Qué pasará si decido no participar en este estudio?**

Su participación en este estudio es totalmente voluntaria. En caso de que decida no participar en el estudio, esto no modificará el trato y seguimiento que de su enfermedad realicen ni su médico ni el resto del personal sanitario que se ocupa de su enfermedad.

Asimismo, podrá retirarse del estudio en cualquier momento, sin tener que dar explicaciones.

**¿A quién puedo preguntar en caso de duda?**

Es importante que comente con cualquiera de los investigadores de este proyecto los pormenores o dudas que surjan antes de firmar el consentimiento para su participación.

Asimismo, podrá solicitar cualquier explicación que desee sobre cualquier aspecto del estudio y sus implicaciones a lo largo del mismo contactando con el investigador principal del proyecto, la Dra. Celedonia Igual Camacho en el teléfono 963851327.

## Referencias



**Hospital Clínic Universitari**



**DEPARTAMENT CLÍNIC MALVA-ROSA**

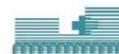
### **Confidencialidad:**

Todos sus datos, así como toda la información médica relacionada con su enfermedad, serán tratados con absoluta confidencialidad por parte del personal encargado de la investigación. Asimismo, si los resultados del estudio fueran susceptibles de publicación en revistas científicas, en ningún momento se proporcionarán datos personales de los pacientes que han colaborado en esta investigación.

Tal y como contempla la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal, podrá ejercer su derecho a acceder, rectificar o cancelar sus datos contactando con el investigador principal de este estudio.



Hospital Clínic Universitari



DEPARTAMENT CLÍNIC MALVA-ROSA

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

---

**Título del Proyecto titulado:**

*"Influencia de un entrenamiento preoperatorio de propiocepción y equilibrio en pacientes con artrosis severa de rodilla en espera para la intervención de artroplastia total"*

**Investigador principal:** Dra. Celedonia Igual Camacho

**Servicios:** Traumatología y Rehabilitación

Yo, \_\_\_\_\_ he sido informado por el Dr. \_\_\_\_\_, colaborador del proyecto de investigación arriba mencionado, y declaro que:

- He leído la Hoja de Información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas
- He recibido suficiente información sobre el estudio

Comprendo que mi participación es voluntaria

Comprendo que todos mis datos serán tratados confidencialmente

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Con esto doy mi conformidad para participar en este estudio,

Firma del paciente:

Firma del Investigador:

Fecha:

Fecha

### Anexo 3: Hoja de evaluación del paciente

HOJA DE EVALUACIÓN DEL PACIENTE		PROYECTO ATR			
Paciente ID					
GRUPO INTERVENCIÓN (a posteriori)		A	B	C	
<b>I) DATOS PACIENTE</b>					
Nombre			Apellidos		
Fecha nacimiento			Teléfono		
Sexo			Altura	Peso	
Rodilla operada			Lateralidad		
Fecha	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
<b>II) SEGUIMIENTO</b>					
1- PREOPERATORIO.					
Sesión	Fecha	Sesión	Fecha	Observaciones	
1		7			
2		8			
3		9			
4		10			
5		11			
6		12			
2- OPERATORIO					
Fecha					
3- POSTOPERATORIO					
Sesión	Fecha	Sesión	Fecha	Observaciones	
1		7			
2		8			
3		9			
4		10			
5		11			
6		12			
<b>III) FUNCIONALIDAD</b>					
1- ROM RODILLA					
	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
ROM FLEXIÓN					
ROM EXTENSIÓN					
2- FUERZA MUSCULAR					
	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
FUERZA (N)					
3- KOOS					
	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
Síntomas					
Rigidez					
Dolor					
Actv. cotidianas					
Función, deporte...					
QoL					

**IV) EQUILIBRIO**

**1- ESCALA BERG**

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
Pre1															
Pre2															
Post1															
Post2															
Follow-up															

**2- ALCANCE FUNCIONAL**

	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
Distancia (cm)					

**3- TEST TUG**

	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
Tiempo (s)					

**5- TEST ROMBERG**

	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
Ojos abiertos					
Ojos cerrados					

**V) CALIDAD DE VIDA**

**1 - SF 36**

Dimensión	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
Función física					
Rol físico					
Dolor corporal					
Salud General					
Vitalidad					
Función social					
Rol emocional					
Salud mental					
Transición de salud					
<b>Total</b>					

**2 -E-QOL-5D**

Dimensión	Pre 1	Pre 2	Post 1	Post 2	Follow-up
ANSIEDAD					

Observaciones Generales*

\*(i.e. motivos pérdida de muestra...)

## Anexo 4: Cuestionario Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Scale (KOOS)

Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Spanish version LK1.0, November 2012

1

### ENCUESTA KOOS PARA LA EVALUACIÓN RODILLA

Fecha actual: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Fecha nacimiento: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Esta encuesta recoge su opinión sobre su rodilla intervenida o lesionada. La información que nos proporcione, servirá para saber como se encuentra y la capacidad para realizar diferentes actividades.

Responda a cada pregunta marcando la casilla apropiada y solo una casilla por pregunta. Señale siempre la respuesta que mejor refleja su situación.

#### Síntomas

Responda a estas preguntas considerando los síntomas que ha notado en la rodilla durante la última semana

**S1.** ¿Se le hincha la rodilla?

Nunca      Rara vez      A veces      Frecuentemente      Siempre  
                       

**S2.** ¿Siente crujidos, chasquidos u otro tipo de ruidos cuando mueve la rodilla?

Nunca      Rara vez      A veces      Frecuentemente      Siempre  
                       

**S3.** Al moverse, ¿siente que la rodilla falla o se bloquea?

Nunca      Rara vez      A veces      Frecuentemente      Siempre  
                       

**S4.** ¿Puede estirar completamente la rodilla?

Siempre      Frecuentemente      A veces      Rara vez      Nunca  
                       

**S5.** ¿Puedo doblar completamente la rodilla?

Siempre      Frecuentemente      A veces      Rara vez      Nunca  
                       

#### Rigidez articular

La rigidez o entumecimiento es una sensación de limitación o lentitud en el movimiento de la rodilla. Las siguientes preguntas indagan el grado de rigidez que ha experimentado, en la rodilla, durante la última semana.

**S6.** ¿Cuál es el grado de rigidez de su rodilla al levantarse por la mañana?

No tengo      Leve      Moderado      Intenso      Muy intenso  
                       

**S7.** ¿Cuál es el grado de rigidez de la rodilla después de estar sentado, recostado o descansando?

No tengo      Leve      Moderado      Intenso      Muy intenso

- A3.** Al levantarse de una silla o sillón  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A4.** Al estar de pie  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A5.** Al agacharse o recoger algo del suelo  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A6.** Al caminar, sobre una superficie plana  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A7.** Al subir o bajar del coche  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A8.** Al ir de compras  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A9.** Al ponerse los calcetines o las medias  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A10.** Al levantarse de la cama  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A11.** Al quitarse los calcetines o las medias  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A12.** Estando acostado, al dar la vuelta en la cama o cuando mantiene la rodilla en una posición fija  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A13.** Al entrar o salir de la bañera  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A14.** Al estar sentado  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso
- A15.** Al sentarse o levantarse del inodoro  
 No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

## Referencias

**A16.** Realizando trabajos pesados de la casa (mover objetos pesados, lavar al suelo, etc.)

No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

**A17.** Realizando trabajos ligeros de la casa (cocinar, barrer, etc)

No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

### **Función, actividades deportivas y recreacionales**

Las siguientes preguntas indagan sobre su función al realizar actividades que requieran un mayor nivel de esfuerzo. Las preguntas deben responderse pensando en el grado de dificultad experimentado con su rodilla, en la última semana

**SP1.** Ponerse en cuclillas

No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

**SP2.** Correr

No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

**SP3.** Saltar

No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

**SP4.** Girar o pivotar sobre la rodilla afectada

No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

**SP5.** Arrodillarse

No tengo  Leve  Moderado  Intenso  Muy intenso

### **Calidad de vida**

**Q1.** ¿Con qué frecuencia es consciente del problema de su rodilla?

Nunca  Mensualmente  Semanalmente  A diario  Siempre

**Q2.** ¿Ha modificado su estilo de vida para evitar actividades que puedan lesionar su rodilla?

No  Levemente  Moderadamente  Drásticamente  Totalmente

**Q3.** ¿En qué medida está preocupado por la falta de seguridad en su rodilla?

Nunca  Levemente  Moderadamente  Mucho  Excesivamente

**Q4.** En general, ¿cuántas dificultades le crea su rodilla?

Ninguna  Algunas  Pocas  Muchas  Todas

**Muchas gracias por contestar a todas las preguntas de este cuestionario**

**Anexo 5: Escala Berg****Escala de Equilibrio de Berg**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de la prueba: \_\_\_\_\_

**1. En sedestación, levantarse.**

Instrucciones: «Por favor, póngase de pie. No use las manos para apoyarse.»

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Necesita ayuda moderada a máxima para levantarse.
- 1 Necesita ayuda mínima para levantarse o estabilizarse.
- 2 Capaz de levantarse usando las manos tras varios intentos.
- 3 Capaz de levantarse con independencia usando las manos.
- 4 Capaz de levantarse sin usar las manos y de estabilizarse sin ayuda.

**2. Bipedestación sin apoyo.**

Instrucciones: «Por favor, permanezca de pie 2 minutos sin cogerse a nada.»

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Incapaz de permanecer de pie 30 segundos sin ayuda.
- 1 Necesita varios intentos para mantenerse 30 segundos sin apoyarse.
- 2 Capaz de mantenerse 30 segundos sin apoyarse.

## Referencias

- ( ) 3 Capaz de mantenerse de pie 2 minutos con supervisión.
  - ( ) 4 Capaz de mantenerse de pie con seguridad durante 2 minutos.
- Si la persona puede estar de pie 2 minutos con seguridad, anota todos los puntos por sentarse sin apoyo (ítem 3). Pase al ítem 4.

### 3. Sentarse sin apoyar la espalda con los pies en el suelo o en un escabel.

Instrucciones: «Siéntese con los brazos cruzados sobre el pecho durante 2 minutos».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Incapaz de sentarse sin apoyo durante 10 segundos.
- ( ) 1 Capaz de sentarse 10 segundos.
- ( ) 2 Capaz de sentarse 30 segundos.
- ( ) 3 Capaz de sentarse 2 minutos con supervisión.
- ( ) 4 Capaz de sentarse con seguridad durante 2 minutos.

### 4. En bipedestación, sentarse.

Instrucciones: «Por favor, siéntese».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Necesita ayuda para sentarse.
- ( ) 1 Se sienta sin ayuda pero el descenso es incontrolado.
- ( ) 2 Usa el dorso de las piernas contra la silla para controlar el descenso.
- ( ) 3 Controla el descenso usando las manos.
- ( ) 4 Se sienta con seguridad y un uso mínimo de las manos.

### 5. Transferencias.

Instrucciones: «Por favor, pase de una a otra silla y vuelta a la primera.» (La persona pasa a una silla con brazos y luego a otra sin ellos.) Las sillas se disponen para pivotar en la transferencia.

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Necesita dos personas para ayudar o supervisar.
- ( ) 1 Necesita una persona para ayudar.
- ( ) 2 Capaz de practicar la transferencia con claves verbales y/o supervisión.
- ( ) 3 Capaz de practicar la transferencia con seguridad usando las manos.
- ( ) 4 Capaz de practicar la transferencia con seguridad usando mínimamente las manos.

### 6. \*Bipedestación sin apoyo y con los ojos cerrados.

Instrucciones: «Cierre los ojos y permanezca de pie parado durante 10 segundos».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Necesita ayuda para no caerse.
- ( ) 1 Incapaz de cerrar los ojos 3 segundos pero se mantiene estable.
- ( ) 2 Capaz de permanecer de pie 3 segundos.
- ( ) 3 Capaz de permanecer de pie 10 segundos con supervisión.
- ( ) 4 Capaz de permanecer de pie 10 segundos con seguridad.

### 7. \*Bipedestación sin apoyo con los pies juntos.

Instrucciones: «Junte los pies y permanezca de pie sin apoyarse en nada».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Necesita ayuda para mantener el equilibrio y no aguanta 15 segundos.
- ( ) 1 Necesita ayuda para mantener el equilibrio, pero aguanta 15 segundos con los pies juntos.
- ( ) 2 Capaz de juntar los pies sin ayuda, pero incapaz de aguantar 30 segundos.
- ( ) 3 Capaz de juntar los pies sin ayuda y permanecer de pie 1 minuto con supervisión.

- ( ) 4 Capaz de juntar los pies sin ayuda y permanecer de pie 1 minuto con seguridad. Los ítems siguientes deben practicarse de pie sin apoyo alguno.

**8. \*Estirarse hacia delante con el brazo extendido.**

Instrucciones: «Levante el brazo hasta 90°. Extienda los dedos y estírese hacia delante todo lo posible». (El examinador sitúa una regla al final de las yemas de los dedos cuando el brazo adopta un ángulo de 90°. Los dedos no deben tocar la regla mientras el practicante se estira. La medida registrada es la distancia que alcanzan los dedos en sentido anterior mientras la persona se inclina hacia delante.)

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Necesita ayuda para no caerse.  
 ( ) 1 Se estira hacia delante pero necesita supervisión.  
 ( ) 2 Puede estirarse hacia delante más de 5 cm con seguridad.  
 ( ) 3 Puede estirarse hacia delante más de 12,7 cm con seguridad.  
 ( ) 4 Puede estirarse hacia delante con confianza más de 25 cm.

**9. \*Coger un objeto del suelo en bipedestación.**

Instrucciones: «Por favor, recoja el zapato/zapatilla situada delante de sus pies».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Incapaz de intentarlo/necesita ayuda para no perder el equilibrio o caerse.  
 ( ) 1 Incapaz de recoger la zapatilla y necesita supervisión mientras lo intenta.  
 ( ) 2 Incapaz de recoger la zapatilla, pero se acerca a 2,5-5 cm y mantiene el equilibrio sin ayuda.  
 ( ) 3 Capaz de recoger la zapatilla pero con supervisión.  
 ( ) 4 Capaz de recoger la zapatilla con seguridad y facilidad.

**10. \*En bipedestación, girar la cabeza hacia atrás sobre los hombros derecho e izquierdo.**

Instrucciones: «Gire el tronco para mirar directamente sobre el hombro izquierdo. Ahora pruebe a mirar por encima del hombro derecho».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Necesita ayuda para no caerse.  
 ( ) 1 Necesita supervisión en los giros.  
 ( ) 2 Gira sólo de lado, pero mantiene el equilibrio.  
 ( ) 3 Mira sólo hacia atrás por un lado; el otro lado muestra un desplazamiento menor del peso.  
 ( ) 4 Mira hacia atrás por ambos lados y practica un buen desplazamiento del peso.

**11. \*Giro de 360°.**

Instrucciones: «Dé una vuelta completa en círculo. Haga una pausa, y luego trace el círculo de vuelta en la otra dirección».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- ( ) 0 Necesita ayuda mientras gira.  
 ( ) 1 Necesita estrecha supervisión u órdenes verbales.  
 ( ) 2 Capaz de girar 360° con seguridad pero con lentitud.  
 ( ) 3 Capaz de girar 360° con seguridad sólo por un lado en menos de 4 segundos.  
 ( ) 4 Capaz de girar 360° con seguridad en menos de 4 segundos por ambos lados.

**12. \*Subir alternativamente un pie sobre un escalón o escabel en bipedestación sin apoyo.**

Instrucciones: «Coloque primero un pie y luego el otro sobre un escalón (escabel). Continúe hasta haber subido ambos pies cuatro veces». (Recomendamos el uso de un escalón de 15 cm.)

## Referencias

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Necesita ayuda para no caer/incapaz de intentarlo.
- 1 Capaz de completar menos de dos pasos; necesita ayuda mínima.
- 2 Capaz de completar cuatro pasos sin ayuda pero con supervisión.
- 3 Capaz de estar de pie sin ayuda y completar los ocho pasos en más de 20 segundos.
- 4 Capaz de estar de pie sin ayuda y con seguridad, y completar los ocho pasos en menos de 20 segundos.

### 13. \*Bipedestación sin apoyo con un pie adelantado.

Instrucciones: «Ponga un pie justo delante del otro. Si le parece que no puede ponerlo justo delante, trate de avanzar lo suficiente el pie para que el talón quede por delante de los dedos del pie atrasado». (Haga una demostración.)

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Pierde el equilibrio mientras da el paso o está de pie.
- 1 Necesita ayuda para dar el paso, pero aguanta 15 segundos.
- 2 Capaz de dar un pasito sin ayuda y aguantar 30 segundos.
- 3 Capaz de poner un pie delante del otro sin ayuda y aguantar 30 segundos.
- 4 Capaz de colocar los pies en tándem sin ayuda y aguantar 30 segundos.

### 14. \*Monopedestación.

Instrucciones: «Permanezca de pie sobre una sola pierna todo lo que pueda sin apoyarse en nada».

Graduación: Por favor, señale la categoría menor que más se ajuste.

- 0 Incapaz de intentarlo o necesita ayuda para no caerse.
- 1 Intenta levantar la pierna; es incapaz de aguantar 3 segundos, pero se mantiene de pie sin ayuda.
- 2 Capaz de levantar la pierna sin ayuda y aguantar 3 segundos.
- 3 Capaz de levantar la pierna sin ayuda y aguantar 5 a 10 segundos.
- 4 Capaz de levantar la pierna sin ayuda y aguantar más de 10 segundos.

Puntuación total /56

Nota. Practicar sólo 6 ítems de los 14 (\*) en la versión modificada de la escala. La puntuación máxima de la versión modificada es 36 puntos.

De *FallProof* de Debra J. Rose, 2003, Champaign, IL: Human Kinetics. Reproducido de Berg, 1992.

## Anexo 6: Características de los artículos incluidos en la revisión sistemática con meta-análisis

	Diseño del estudio	Tamaño muestra	Duración de la intervención	Detalles grupo experimental	Variables
	Operación	Media de edad	Periodos de evaluación	Detalles grupo control	
	Tipo de intervención	Porcentaje de mujeres			
Bitterli R. (2011)	ECA	N= 80	2-6 semanas	GI: Entrenamiento preoperatorio sensitivo-motor	Funcionalidad auto-informada WOMAC  Calidad de vida: SF-36  Equilibrio: Sistema de equilibrio <i>Biodex Balance System</i>
	ATC	66,8 años	(I) Un día antes de la operación	GC: No intervención	
	Pre-operatorio	38,7 %	(II) 10 días después de la cirugía (III) 4 meses después de la cirugía (IV) 12 meses después de la cirugía		
Fung V. (2012)	ECA	N= 50	53,6 días de media	GI: RHB convencional+ 15' of Wii fit training.	Funcionalidad auto-informada: LEFS  Equilibrio: ASBS  Función: ROM  2. Dolor: EVA
	ATR	68,0 años	(I) Primer día de intervención	1. GC: RHB convencional+ 15' de fortalecimiento MMII y equilibrio postural	
	Post-operatorio	66 %	(II) cada 2 semanas después de la intervención		

					3. Otras variables: <i>2 Minutes Walking Test</i>
Gstoettner P. (2011)	ECA  ATR  Pre-operation	N= 38  69,7 años  78,9 %	6 semanas  (I) 6 semanas antes de la cirugía, (II) Un día antes de la cirugía (sólo GT) (III) 6 semanas después cirugía	GI: calentamiento, estiramientos y ejercicios de equilibrio  GC: No intervención	Funcionalidad auto-informada: WOMAC  Equilibrio: Plataforma de equilibrio <i>Biodex Stability System</i>  Dolor: WOMAC  Otras variables: Caminar 60 metros, subir escaleras
Hubert EO. (2015)	ECA  ATR  Pre-operatorio	N= 45  70,4 años  46,6 %	4-12 semanas  (I) Al principio de la intervención pre-operatoria (II) Final de la intervención pre-operatoria (III) 6 semanas después de la cirugía (IV) 3 meses después de la cirugía (V) 12 meses después de la cirugía	GI: programa NEMEX + educación para la salud  GC: Educación para la salud	Balance: <i>Timed Up &amp; Go, Chair Stand Test</i>  4. Funcionalidad auto-informada: KOOS  Función física: ROM  Dolor: EVA

Jogi P (2015)	ECA  ATR & ATC  Post-operatorio	N= 54  66,5 años  No disponible	5 semanas  (I) 7-10 días después cirugía (II) 5 semanas después inicio intervención	GI: Fortalecimiento y ejercicios de ROM+ 3 ejercicios de equilibrio  GC: Fortalecimiento y ejercicios de ROM	Funcionalidad auto-informada: WOMAC  Equilibrio: Berg Balance Scale, Timed Up & Go
Liao CD. (2013, 2015)	ECA  ATR  Post-operatorio	N=113  72,1 años  35,4 %	8 semanas  (I) Un día antes de empezar la intervención (II) 8 semanas después (III) 24 semanas después	GI: RHB convencional + entrenamiento equilibrio  GC: RHB convencional	Equilibrio: Single Leg Stance tes, Functional Reach TestRT, Timed Up & Go  5.  Funcionalidad auto-informada: WOMAC  Otras variables : 10 minutes walking test de marcha 10 minutos, 30' get up test, subir escaleras
Monaghan B. (2016)	ECA  ATC  Post-operatorio	N= 63  68,5 años  68,3 %	6 semanas  (I) 12 semanas después de cirugía (II) 18 semanas después de cirugía	GI: RHB convencional + 35' ejercicio funcional  GC: RHB convencional	Funcionalidad auto-informada: WOMAC  Calidad de vida: SF-12 P&M Health  Dolor: EVA, WOMAC  6.  Otras variables: 6 minutes walking test
Piva S. (2010)	ECA  ATC	N= 35  68,5 años	6 semanas  (I) Al principio de la intervención (II) 2 meses después (III) 6 meses después	GI: Igual que GC + ejercicios de equilibrio  GC: Calentamiento, fortalecimiento, ejercicios funcionales, ejercicios de	Funcionalidad auto-informada: WOMAC,  Equilibrio: Single-Leg Stance test

	Post-operatorio	71,4%		resistencia y vuelta a la calma	Dolor: EVA, WOMAC  7. Otras variables: <i>Gait speed, get up test</i>
8. Roig-Casasús S. (2017)	ECA  ATC  Post-operatorio	N= 37  73,4 años  67,6 %	4 semanas  (I) 2 semanas después operación (II) 6 semanas después operación	GI: RHB convencional+20' ejercicios en plataforma dinamométrica  GC: RHB convencional	Equilibrio: Berg Balance Scale, Times Up & Go, Functional Reach Test
9. Villadsen A. (2013)	ECA  ATR y ATC  Pre-operatorio	N= 165  67,4 años  55,8 %	8 semanas  (I) Al principio de la intervención pre-operatoria (II) 6 semanas después de cirugía (III) 3 meses después de cirugía	GI: Programa NEMEX + Educación pre-operatoria  GC: Educación preoperatoria	Funcionalidad auto-informada: KOOS, HOOS  Equilibrio: <i>5 times get up test</i>  Calidad de vida: EQOL-5D  Dolor: EVA  10. Otras variables: <i>2 minutes walking test, Flexionar rodilla 30''</i>

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado; ATC: Artroplastia Total de Cadera; ATR: Artroplastia Total de Rodilla; GI: Grupo Intervención; GC: Grupo Control; RHB: Rehabilitación; KOOS/HOOS: Knee/Hip Injury and Osteoarthritis Outcome Scale; WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index; EQOL: Euro Quality of Life questionnaire; ROM: Range of Movement; EVA: Escala Visual Analógica

## Anexo 7: Juicio y su argumentación para el riesgo de sesgo de los artículos incluidos en la revisión. sistemática (en inglés).

Bitterli (2011)

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Low risk of bias	"The patients involved in the study were assigned to either one of the 2 groups with the aid of a randomisation table"  <u>Comment:</u> Correctly done
Allocation concealment	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Blinding of participants and personnel	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Blinding of outcome assessment	Low risk of bias	"A person blinded for group allocation anonymised the data. None of the hospital staff was aware of the status of the participants. The participants were requested not reveal their allocation to any of the staff members"  <u>Comment:</u> Probably done
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"Sixty-two of the 80 participants (77,5%) could be followed up to one year after surgery. Based on power estimation calculations, the number of participants was set to be 32 per group"  <u>Comment:</u> Proportion of missing outcomes not enough to have a clinically relevant impact
Lack of selecting reporting	Low risk of bias	<u>Comment:</u> Primary and secondary outcomes are well defined and explained

Gstoettner (2011)

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Allocation concealment	Low risk of bias	Patients were randomised by each patient choosing one of the two opaque white envelopes containing a sheet labelled either "TG" or "CG"  <u>Comment:</u> Correctly done
Blinding of participants and personnel	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Blinding of outcome assessment	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"18 patients allocated to intervention in the training group, 3 of them were lost of follow up. In the control group, all patients were analyzed"  <u>Comment:</u> Proportion of missing outcomes not enough to have a clinically relevant impact
Lack of selecting reporting	High risk of bias	<u>Comment:</u> Outcomes prioritization not done

Huber (2015)

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Low risk of bias	"Participants were randomized using block allocation with a block size of four from a computer generated list"  <u>Comment:</u> Correctly done
Allocation concealment	Low risk of bias	"Allocation was concealed and conducted by a study nurse of the independent randomization centre after baseline assessment"  <u>Comment:</u> Correctly done
Blinding of participants and personnel	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Blinding of outcome assessment	Low risk of bias	"The study design was an assessor-blinded randomized controlled trial"  <u>Comment:</u> Probably done
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"Figure 1 shows the flow diagram of participants in this study"  <u>Comment:</u> Missing outcome data balanced in numbers across intervention groups, with similar reasons for missing data across groups
Lack of selecting reporting	Low risk of bias	<u>Comment:</u> Primary and secondary outcomes well defined and explained. Validated scales were used. Protocol of intervention well explained

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Low risk of bias	"Participants were randomly assigned by their physical therapist to a typical exercise group or a typical exercise plus balance exercise group using a coin toss method for randomization"  <u>Comment:</u> Correctly done
Allocation concealment	Low risk of bias	"Heads were allocated to the TE group, and tails were allocated to the TE + B group to determine the group assignment of each participant. The participants flipped the coin and were assigned to the exercise group based on the outcome"  <u>Comment:</u> Correctly done
Blinding of participants and personnel	High risk of bias	"The participants were blinded to their group allocation; however, the physical therapists were not blinded to the group allocation of the participants".  <u>Comment:</u> Personnel blinded but not the participants
Blinding of outcome assessment	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"No significant differences in age, height, body mass, or performances on the BBS, TUG, WOMAC-function, and ABC (baseline) were observed between the 9 participants who dropped out and the 54 participants who completed the study"  <u>Comment:</u> Proportion of missing outcomes not enough to have a clinically relevant impact
Lack of selecting reporting	Low risk of bias	<u>Comment:</u> Primary and secondary outcomes well defined and explained. Validates scales were used. Protocol of intervention well explained

Liao (2013, 2015)

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Low risk of bias	"A statistician performed a computer-generated randomization sequence and gave it to the study's principal investigator in a series of sealed envelopes"  <u>Comment:</u> Correctly done
Allocation concealment	Low risk of bias	"The allocation was randomized with an appropriate numbered enveloped opened by the principal investigator"  <u>Comment:</u> Correctly done
Blinding of participants and personnel	High risk of bias	"The patients were blinded to his or her group assignment, and the treatment intervention was initiated"  <u>Comment:</u> Participants blinded, but not the personnel
Blinding of outcome assessment	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"A total of 130 participants were recruited from the orthopaedic and rehabilitation department, and provided their informed consent to participate in the study (...) A total of 113 participants were included in the statistical analysis"  <u>Comment:</u> Proportion of missing outcomes not enough to have a clinically relevant impact
Lack of selecting reporting	High risk of bias	<u>Comment:</u> Outcomes prioritization not done

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Low risk of bias	"A statistician who was not aware of the study aims generated the randomization plan and added it into the computer program used for the paperless data collection in this study"  <u>Comment:</u> Correctly done
Allocation concealment	Low risk of bias	"A research assistant who was not involved with the recruitment or testing performed the randomization after baseline session. Participants were randomly assigned to receive either the FT program or the TF+B program"  <u>Comment:</u> Correctly done
Blinding of participants and personnel	High risk of bias	"Participants were not aware of what type of exercise the other group receives until the end of the study"  <u>Comment:</u> Participants blinded but not the personnel
Blinding of outcome assessment	Low risk of bias	"Trained study personnel who were unaware of group assignment performed all outcome assessment, The tester was asked to guess group assignment. The tester correctly guessed group assignment in 56% of the time"  <u>Comment:</u> Probably done
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"From the 22 participants assigned to the FT group and the 21 assigned to the FT + B group, 17 and 18 participants, respectively, completed the study and were included in the analysis"  <u>Comment:</u> Missing outcome data balanced in numbers across intervention groups
Lack of selecting reporting	Low risk of bias	<u>Comment:</u> Primary and secondary outcomes well defined and explained. Validates scales were used. Protocol of intervention well explained.

Roig-Casasús (2017)

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Low risk of bias	"Each participant was allocated to a random number table extracted from a software tool (Matlab, The ManthWorks, Inc, Natick, Massachusetts)"  <u>Comment:</u> Correctly done
Allocation concealment	Unclear risk of bias	"Each participant was allocated to a random number table extracted from a software tool (Matlab, The ManthWorks, Inc, Natick, Massachusetts)"  <u>Comment:</u> Details not reported
Blinding of participants and personnel	High risk of bias	"The physiotherapist in charge of the training was not blinded to the group"  <u>Comment:</u> Personnel and participants not blinded
Blinding of outcome assessment	Low risk of bias	"A person with no knowledge of the participants allocation was designated to extract and interpret the results"  <u>Comment</u> Probably done
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"43 patients were randomized. 37 participants from both groups attended a mean of 19,4 (0,8) sessions ranging from 18 to 20 sessions"  <u>Comment:</u> Missing outcome data balanced in numbers across intervention groups, with similar reasons for missing data across groups
Lack of selecting reporting	Low risk of bias	<u>Comment:</u> Primary and secondary outcomes well defined and explained. Validates scales were used. Protocol of intervention well explained

Bias	Judgment	Support for judgment
Random sequence Generation	Low risk of bias	"The sequence envelopes were produced manually (no number generator was used) by a person not otherwise affiliated with the trial"  <u>Comment:</u> Correctly done
Allocation concealment	Low risk of bias	"Allocation was concealed and conducted by the principal investigator after baseline assessment using sequentially numbered opaque and sealed envelopes"  <u>Comment:</u> Correctly done
Blinding of participants and personnel	Unclear risk of bias	<u>Comment:</u> Not reported
Blinding of outcome assessment	Low risk of bias	"The assessor were blinded to group allocation, and the patients were instructed not to mention the allocation. The assessor had no access to previously obtained data"  <u>Comment:</u> Probably done
Incomplete outcome data addressed	Low risk of bias	"Sixty-two of the 80 participants (77.5%) could be followed up to one year after surgery. Based on power estimation calculations, the number of participants was set to be 32 per group"  <u>Comment:</u> Proportion of missing outcomes not enough to have a clinically relevant impact
Lack of selecting reporting	Low risk of bias	<u>Comment:</u> Primary and secondary outcomes well defined and explained. Validated scales were used. Protocol of intervention well explained