

Treball Final de Grau

5è curs

Tutor: Pol Monné Cuevas

**EFFECTES D'UN PROGRAMA DE PREHABILITACIÓ,
EN LA REDUCCIÓ DE LA INHIBICIÓ MUSCULAR
ARTROGÈNICA I LA MILLORA DE LA FORÇA
POSTQUIRÚRGICA FINS AL RTP, EN FUTBOLISTES
AMATEURS DIAGNOSTICATS DE TRENCAMENT
DEL L·LIGAMENT ENCREUAT ANTERIOR**

Alex Baró Gil

TecnoCampus Mataró, 21 de Gener de 2023

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1. INTRODUCCIÓ	10
1.1. ANATOMIA I BIOMECÀNICA	10
1.2. MECANISME LESIONAL	10
1.3. INCIDÈNCIA LESIONAL	11
1.4. EL RETURN TO PLAY (RTP)	11
1.5. TRACTAMENT MÈDIC	12
1.6. INHIBICIÓ MUSCULAR ARTROGÈNICA (IMA)	12
1.7. LA REHABILITACIÓ PREQUIRÚRGICA	13
1.8. LA REHABILITACIÓ POSTQUIRÚRGICA	14
2. JUSTIFICACIÓ	15
3. HIPÒTESIS I OBJECTIUS	16
3.1. HIPÒTESIS	16
3.1.1. <i>Principal</i>	16
3.1.2. <i>Secundàries</i>	16
3.2. OBJECTIUS	17
3.2.1. <i>Principals</i>	17
3.2.2. <i>Secundaris</i>	17
4. METODOLOGIA	17
4.1. DISSENY DE L'ESTUDI	17
4.2. POBLACIÓ I MOSTRA	17
4.2.1. <i>Criteris d'inclusió (CI)</i>	17
4.2.2. <i>Criteris d'exclusió (CE)</i>	18
4.3. ASSIGNACIÓ DELS INDIVIDUS ALS GRUPS D'ESTUDI	18
4.4. VARIABLES D'ESTUDI	18
4.4.1. <i>Sociodemogràfiques</i>	18
4.4.2. <i>Antropomètriques i clíniques</i>	19
4.4.3. <i>Variables principals d'estudi i instruments de valoració</i>	19
4.5. PROCEDIMENT	26
4.6. DESCRIPCIÓ DE LA PROPOSTA D'INTERVENCIÓ	28
4.6.1. <i>Tractament de rehabilitació prequirúrgic (TRPr)</i>	28
4.6.2. <i>Tractament de rehabilitació postquirúrgic (TRPo)</i>	29
4.7. ANÀLISI ESTADÍSTIC	32
4.8. CONSIDERACIONS ÈTIQUES	32

5.	CRONOGRAMA	33
6.	PRESSUPOST	33
7.	LIMITACIONS I PROSPECTIVA.....	33
7.1.	LIMITACIONS	33
7.2.	PROSPECTIVA	34
8.	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	34
9.	ANNEXOS	38

ÍNDEX DE TAULES I FIGURES

GLOSSARI

LLEA: Lligament Encreuat Anterior

FMS: Functional Movement Screen

LLEP: Lligament Encreuat Posterior

LLLE: Lligament Lateral Extern

LLLI: Lligament Lateral Intern

ROM: Rang de Moviment Articular

RTP: Return To Play

IQ: Intervenció Quirúrgica

IMA: Inhibició Muscular Artrogènica

VMO: Vast Medial Oblic

EMGc: Electromiografia de Contacte

PCA: Prova Controlada Aleatòria

GC: grup Control

GI: Grup Intervenció

FCF: Federació Catalana de Futbol

IMC: Índex de Massa Corporal

EIAS: Espina Ilíaca Antero Superior

mm: Mil·límetres

cm: Centímetres

EVA: Escala Visual Analògica

AAOS: American Academy of Orthopaedic surgeons

SHD: Single Leg Hop for Distance

THD: Triple Hop for Distance

SLVJ: Single Leg Vertical Jump

YBT: Y Balance Test

TAS: Tegner Activity Score

MT: Metge Traumatòleg

CI: Criteris d'Inclusió

CE: Criteris d'Exclusió

F1: Fisioterapeuta 1

F2: Fisioterapeuta 2

F3: Fisioterapeuta 3

AVD: Activitats de la Vida Diària

TRPr: Tractament de Rehabilitació Prequirúrgic

TRPo: Tractament de Rehabilitació Postquirúrgic

CCO: Cadena Cinètica Oberta

CCT: Cadena Cinètica Tancada

DE: Desviació Estàndard

VL: Vast lateral

RESUM

Introducció: El trencament del lligament encreuat anterior (LLEA) és una de les lesions més greus en futbolistes pel llarg procés de recuperació, la seva elevada incidència i el gran percentatge de recaiguda. Segons la literatura, la realització d'un programa de rehabilitació prequirúrgica millora el resultat final de la recuperació. Al mateix temps, durant la rehabilitació poden sorgir complicacions com ara la inhibició muscular artrogènica (IMA). Aquesta consisteix en una impossibilitat de contraure de manera voluntària el quàdriceps sense que aquest hagi patit cap afectació de caràcter neurològic. Això pot comportar una atrofia muscular, una limitació del rang de moviment articular (ROM), entre d'altres factors que impedeixin una recuperació exitosa.

Justificació: No existeix consens sobre quin procediment s'ha de seguir en el procés de recuperació, així com el temps òptim pel *return to play* (RTP). Alhora, s'ha estudiat la IMA i la rehabilitació prequirúrgica de manera aïllada.

Hipòtesis i objectiu principal: Es pretén valorar l'eficàcia d'un programa de prehabilitació en la reducció de la IMA i la millora de la força, pre i post quirúrgica fins al RTP, en futbolistes amateur diagnosticats de trencament del LLEA.

Metodologia: Es realitzarà una prova controlada aleatòria (PCA) amb 40 subjectes, els quals es distribuïran de manera aleatòria en dos grups de treball: grup control (GC) i grup d'intervenció (GI).

Procediment: La investigació es portarà a terme a la Mútua Catalana de Futbolistes de Barcelona, de la qual es reclutaran als subjectes. Dos dels tres fisioterapeutes de l'equip d'investigació, seran els encarregats d'executar les propostes d'intervenció. Les valoracions les realitzarà el fisioterapeuta restant. Abans d'iniciar amb la primera valoració, es recollirà signat el consentiment informat i es recolliran les variables clíniques i antropomètriques dels participants. Durant l'estudi es realitzaran fins a 6 valoracions al llarg del procés de recuperació, tant pre com post intervenció quirúrgica (IQ). En aquestes es registraran valors com la força i activació muscular, el ROM, l'edema, el dolor i la funcionalitat del subjecte.

Proposta d'intervenció: El GI realitzarà un programa de prehabilitació previ a la IQ de 5 setmanes amb 4 sessions per setmana de 90' cadascuna, mentre que el GC no efectuarà cap treball durant aquest període. Posteriorment, tots dos grups efectuaran el mateix programa de rehabilitació postquirúrgic durant 8 mesos amb 4 sessions setmanals de 90' de durada.

Prospectiva: Si els resultats obtinguts en l'estudi mostren millores significatives en els diferents paràmetres estudiats i una reducció de la IMA en el GI en comparació al GC, demostraria de manera objectiva tant la necessitat d'aplicar programes pre IQ com la de detectar i abordar la IMA de manera precoç.

Paraules clau: IMA, rehabilitació prequirúrgica, LLEA i RTP.

RESUMEN

Introducció: La rotura del ligamento cruzado anterior (LLEA) es una de las lesiones más graves en futbolistas por el largo proceso de recuperación, su elevada incidencia y el gran porcentaje de recaída. Según la literatura, la realización de un programa de rehabilitación prequirúrgica mejora el resultado final de la recuperación. Al mismo tiempo, durante la rehabilitación pueden surgir complicaciones como por ejemplo la inhibición muscular artrogénica (IMA). Esta consiste en una imposibilidad de contraer de manera voluntaria el cuádriceps sin que este haya sufrido ninguna afectación de carácter neurológico. Esto puede comportar una atrofia muscular, una limitación del rango de movimiento articular (ROM), entre otros factores que impidan una recuperación exitosa.

Justificación: No existe consenso sobre qué procedimiento se debe seguir en el proceso de recuperación, así como el tiempo óptimo por el return tono play (RTP). A la vez, se ha estudiado la IMA y la rehabilitación prequirúrgica de manera aislada.

Hipótesis y objetivo principal: Se pretende valorar la eficacia de un programa de prehabilitación en la reducción de la IMA y la mejora de la fuerza, pre y tabla quirúrgica hasta el RTP, en futbolistas amateur diagnosticados de rotura del LLEA.

Metodología: Se realizará una prueba controlada aleatoria (PCA) con 40 sujetos, los cuales se distribuirán de manera aleatoria en dos grupos de trabajo: grupo control (GC) y grupo de intervención (GI).

Procedimiento: La investigación se llevará a cabo a la Mutua Catalana de Futbolistas de Barcelona, de la cual se reclutarán a los sujetos. Dos de los tres fisioterapeutas del equipo de investigación, serán los encargados de ejecutar las propuestas de intervención. Las valoraciones las realizará el fisioterapeuta restante. Antes de iniciar con la primera valoración, se recogerá firmado el consentimiento informado y se recogerán las variables clínicas y antropométricas de los participantes. Durante el estudio se realizarán hasta 6 valoraciones a lo largo del proceso de recuperación, tanto pre como post intervención quirúrgica (IQ). En estas se registrarán valores como la fuerza y activación muscular, el ROM, el edema, el dolor y la funcionalidad del sujeto.

Propuesta de intervención: El GI realizará un programa de prehabilitación previo a la IQ de 5 semanas con 4 sesiones por semana de 90' cada una, mientras que el GC no efectuará ningún trabajo durante este periodo. Posteriormente, ambos grupos efectuarán el mismo programa de rehabilitación postquirúrgico durante 8 meses con 4 sesiones semanales de 90' de duración.

Prospectiva: Si los resultados obtenidos en el estudio muestran mejoras significativas en los diferentes parámetros estudiados y una reducción de la IMA en el GI en comparación al GC, demostraría de

manera objetiva tanto la necesidad de aplicar programas pre IQ como la de detectar y abordar la IMA de manera precoz.

Palabras clave: IMA, rehabilitación prequirúrgica, LLEA y RTP.

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament (LAA) tear is one of the most serious injuries in football players due to the long recovery process, its high incidence and large percentage of reinjury. According to the literature, the realization of a pre-surgical rehabilitation program improves the final outcome of the recovery. At the same time, complications such as artrogenic muscle inhibition (IMA) may appear during rehabilitation. This is an impossibility of voluntarily contracting quadriceps without any neurological complication. This can lead to muscle atrophy, a limitation of the range of articular movement (ROM), among other factors that prevent successful recovery.

Justification: There is no consensus on which guidelines should be followed in the recovery process, as well as the optimal time for return to play (RTP). At the same time, IMA and pre-surgical rehabilitation have been studied in isolation.

Hypothesis and main objective: The aim is to assess the effectiveness of a prehabilitation program in reducing IMA and improving the strength, pre- and post-surgical force up to the RTP, in amateur football players diagnosed with LLEA tear.

Methodology: A random controlled test (PCA) will be performed with 40 subjects, which will be randomly distributed in two working groups: control group (CG) and intervention group (IG).

Procedure: The investigation will be carried out in the Catalan Football Players Mutue of Barcelona, from which the subjects will be recruited. Two physiotherapists of the research team will be responsible for implementing the intervention proposals. Assessments will be performed by the remaining physiotherapist. Before starting with the first assessment, the informed consent will be collected and the clinical and anthropometric variables of the participants will be collected. During the study, up to 6 reviews will be made throughout the recovery process, both pre and post surgical intervention (SI). These will record values such as muscle strength and activation, ROM, edema, pain and subject functionality.

Intervention proposal: The GI will carry out a pre-SI 5-week prehabilitation program with 4 sessions per week of 90' each, while the GC will not perform any work during this period. Subsequently, both groups will conduct the same post-surgical rehabilitation program for 8 months with 4 90' weekly sessions.

Prospective: If the results obtained in the study show significant improvements in the different parameters studied and a reduction in the IMA in the IG compared to the CG, it would objectively demonstrate both the need to implement pre-SI programmes and the need to detect and address the IMA early.

Keywords: IMA, pre-surgical rehabilitation, LLEA and RTP.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Anatomia i biomecànica

Actualment una de les lesions més complicades pels esportistes i població general, per la seva complexa i llarga recuperació, és la ruptura del lligament encreuat anterior (LLEA) del genoll. Aquesta articulació disposa de diversos lligaments i un parell de meniscos (intern i extern) entre d'altres estructures. Els primers proporcionen l'estabilitat que, el creador del sistema de valoració *Functional Movement Screen* (FMS) Gray Cook, destaca en el concepte *joint by joint*. Aquest defineix el cos com una seqüència d'articulacions que tenen la funció principal d'estabilitzar o generar moviment i aquestes es troben en un ordre coherent, biomecànicament parlant. Pel que fa als segons, aporten major congruència a la unió òssia entre fèmur i tíbia, ampliant la superfície de contacte entre tots dos ossos, així com col·laborar en l'estabilitat. En quant a lligaments trobem: el LLEA, l'encreuat posterior (LLEP), el posterior ubicat al popliti, l'anterior, també anomenat tendó rotulà i els lateral extern (LLEE) i intern (LLLI). Els darrers aporten estabilitat en el pla frontal en extensió completa, en flexió perden la seva tensió i permeten la rotació.

Centrant-nos en els lligaments encreuats, l'estabilitat que proporcionen a l'articulació la donen en la rotació i el pla anteroposterior. El posterior, neix del còndil femoral intern per insertar-se a l'àrea intercondília posterior, sent aquest molt més potent en quant a les seves fibres de col·lagen. Aquest és el motiu pel qual es generen més ruptures del LLEA que no pas del LLEP. En el cas de l'anterior, s'origina al còndil femoral extern i acaba a l'àrea intercondília anterior. L'orientació del lligament és obliqua i va en direcció a anterior, mentre que el LLEP va amb la mateixa trajectòria però cap a posterior. Més específicament, el LLEA està compost per dos fascicles: l'anteromedial i el posterolateral, sent el primer més llarg i més exposat davant una possible ruptura.

Un aspecte molt rellevant de l'articulació és que els encreuats no ho estan tan sols entre si, si no que també amb els lligaments laterals. És a dir, el LLEA és oblic al LLEE i el LLEP exactament igual amb el LLLI (Calvo, 2017).

1.2. Mecanisme lesional

Analitzar biomecànicament el gest esportiu que provoca la lesió permet elaborar un programa de rehabilitació basat en la simulació d'aquells contextos de competició més conflictius, reduint així el risc de futures recidives. El mecanisme lesional pot venir provocat per una acció de contacte o sense ell, tenint una incidència tots dos tipus molt similar (della Villa et al., 2020). Els mateixos autors defineixen quatre situacions en les que es produeix aquesta lesió en el futbol:

- Realitzant una entrada defensiva
- Rebent una entrada defensiva

- Recuperant l'equilibri després d'una acció d'un glopeig de pilota
- En la recepció d'un salt

A nivell biomecànic, es produeix una abducció de maluc i una rotació externa del peu que provoca un valg dinàmic de genoll. A més, s'acompanya amb una inclinació homolateral i una rotació contra lateral del tronc Figura 1, Figura 2, Figura 3.

1.3. Incidència lesional

Malauradament és una lesió molt habitual. (Sanders et al., 2016), en un estudi realitzat al llarg de 21 anys, va extreure una incidència d'aquesta lesió de 68,6 per cada 100.000 persones en un any.

A més, estem parlant d'una lesió que té un gran percentatge de recaiguda. Cunha & Solomon remarquen que hi ha un percentatge aproximat d'un 10,3 que pateix una nova lesió durant el procés de rehabilitació. Per ser més exactes, 1 de cada 9 pacients recau (Cunha & Solomon, 2022). Un dels principals motius és la manca d'evidència científica en vers a l'efectivitat dels diferents tractaments aplicats en l'actualitat durant el procés de rehabilitació d'aquesta lesió (Culvenor et al., 2022).

1.4. El return to play (RTP)

En relació a aquest terme hi ha molta confusió sobre el seu significat. Van Melick et al ho defineixen com "la habilitat de tornar a jugar un partit competitiu al mateix nivell previ a la lesió" (van Melick et al., 2016). En els darrers anys ha existit molta controvèrsia en vers al temps òptim de readaptació per arribar al *return to play*. A dia d'avui no hi ha un consens en quant al número de mesos ideals pel RTP. De totes maneres, la tendència actual és la de ser més cautelós i optar per una readaptació més dilatada en el temps. Van Melick et al no troben diferències entre una rehabilitació de 19 setmanes a una de 32 sobre diferents paràmetres avaluats, com ara el rang de moviment articular (ROM) o la força entre d'altres (van Melick et al., 2016). Tot i això, aconsellen fer una rehabilitació més extensa. Alhora, recomanen aplicar una bona bateria de tests per avaluar els nivells de força, la qualitat de moviment i la potència de salt unilateral per autoritzar un RTP amb més seguretat.

El gènere (les dones tendeixen a tenir menys èxit en la recuperació), haver patit una ruptura de LLEA anterior i haver viscut una revisió de la plàstia, són els factors principals que modifiquen les expectatives prèvies a la intervenció quirúrgica (IQ) d'assolir un RTP exitós (Webster & Feller, 2019). Cunha & Solomon afegixen més factors, com ara la debilitat muscular d'isquiosurals i quàdriceps, l'edat (a major edat, menys èxit en el RTP), asimetries entre extremitats, por a la recaiguda, baixa autoestima i una demora en la operació des de la lesió (Cunha & Solomon, 2022). Tenir en compte tots aquests aspectes ajuda a planificar correctament el procés de readaptació, incrementant així les probabilitats de tenir una recuperació satisfactòria.

1.5. Tractament mèdic

Actualment, en la gran majoria de casos, el procediment a seguir quan es produeix la lesió és intervenir quirúrgicament. Diversos estudis demostren els beneficis de realitzar la cirurgia respecte al tractament conservador (Andersson & Gillquist, 1992).

Aquesta operació consisteix en reproduir una plàstia similar al lligament lesionat i insertar-la realitzant un forat tant a tibia com a fèmur per poder fixar-la correctament. Els tipus de plàstia que en l'actualitat es realitzen són: transplant d'una altra persona, plàstia d'isquiosurals, plàstia de tendó rotulà i del tendó del quàdriceps Figura 4.

La pàgina web <https://www.acreferencevalues.nl/>, validada científicament (van Melick et al., 2021), proporciona els valors de referència dels nivells de força i ratios de quàdriceps i isquiosurals per decidir si l'esportista pot accedir al RTP. Aquestes dades es faciliten en funció de l'esport que practica, si es professional o amateur, el gènere i el rang d'edat. Un factor limitant és que són números de màquina isocinètica, a l'abast de poca població.

1.6. Inhibició muscular artrogènica (IMA)

De totes maneres, un factor que influeix directament en aquest procés, modificant el temps de readaptació és la IMA. Habitualment apareix en el moment posterior a la lesió o bé un cop intervinguda l'articulació. Com destaca (Calvo, 2017) en la seva tesis doctoral, la IMA és "una resposta reflex del múscul a l'alteració de l'articulació donant lloc al mateix múscul a una incapacitat per contraure's completament sabent que no ha patit cap lesió estructural o nerviosa. La inhibició muscular implica una pèrdua de la capacitat de contracció voluntària d'un múscul sense lesió nerviosa directa. Aquest fenomen pot ser total o parcial quan un múscul comença a recuperar."

Es produeix com un mecanisme de defensa de l'organisme per tal d'evitar una nova agressió. Hi ha una connexió pel que fa a l'estimulació elèctrica entre els lligaments del genoll i la musculatura adjacent (Lepley & Lepley, 2022). Això pot explicar perquè reaccionen d'aquesta manera la cadena muscular anterior i posterior de la cuixa quan es produeix la lesió o IQ. L'edema i el dolor inhibeixen les motoneurons alpha de la medulla espinal, reduint així el reflex espinal. Els mateixos autors destaquen la pèrdua de mecanoreceptors durant la desconnexió neural com un altre factor que desencadena a l'aparició de la IMA.

La seva aparició post lesió es pot presentar en forma d'extensió incompleta provocada per una contractura dels isquiosurals, inhibició del vast medial del quàdriceps i/o dèficits crònics en la extensió

(Sonnery-Cottet et al., 2022). De totes maneres, el vast lateral (VL) i el recte femoral també es veuen afectats per la IMA, tot i que aquest últim menys (Calvo, 2017).

Sonnery-Cottet et al en el seu estudi proposen una classificació per valorar el grau d'IMA en funció de la seva gravetat:

- Grau 0: normalitat en la contracció del vast medial oblic (VMO)
- Grau 1: inhibició de la contracció del VMO sense dèficit d'extensió de genoll
 - o 1A: es torna a estimular la contracció en uns minuts després de realitzar exercicis d'extensió actius assistits
 - o 1B: no sorgeixen efecte els exercicis d'extensió actius passius, requerint un programa de rehabilitació més extens i específic
- Grau 2: inhibició de la contracció del VMO juntament amb un dèficit d'extensió de genoll per la contractura dels isquiosurals
 - o 2A: fallida de la contracció i pèrdua de moviment que es reverteix en uns minuts fatigant l'isquiosural i iniciant exercicis actius assistits d'extensió.
 - o 2B: no sorgeix efecte fatigar l'isquiosural i/o els exercicis actius assistits d'extensió, requerint una rehabilitació més extensa i específica
- Grau 3: dèficit crònic de l'extensió passiva de genoll per la retracció de la càpsula articular
 - Artròlisi extensiva posterior de caràcter obligatori amb un programa específic tant prequirúrgic com postquirúrgic

Aquesta classificació és molt interessant, ja que permet objectivar la IMA d'una manera més precisa. La mateixa, s'utilitzarà de referència en el projecte per determinar si es redueix la inhibició gràcies al programa de prehabilitació.

Per tal de valorar la contracció voluntària màxima de la musculatura extensora del genoll, hi ha diverses eines tal i com destaca (Calvo, 2017). Entre elles apareix l'electromiografia de contacte (EMGc).

1.7. La rehabilitació prequirúrgica

El tractament prequirúrgic està sent objecte d'estudi en els darrers anys. Així com la rehabilitació post operació, té diversos objectius. Segons (Murawski et al., 2014), "la rehabilitació abans de la cirurgia s'ha de centrar en recuperar l'amplitud de moviment, reduir l'edema i guanyar força de la musculatura del quàdriceps".

Altres autors (Cunha & Solomon, 2022) afegeixen més objectius com recuperar l'equilibri, la propiocepció, la confiança, l'estabilitat del genoll i reduir la probabilitat de recaiguda. A la Figura 5 es

detallen les diferents fases d'un programa de prehabilitació amb els diferents objectius marcats en cada una d'elles.

1.8. La rehabilitació postquirúrgica

Un cop realitzada la reconstrucció del lligament, és imprescindible dissenyar un programar de rehabilitació basat en l'evidència científica i alhora individualitzat, permetent així a l'esportista tornar a la pràctica esportiva en condicions òptimes. Tenint en compte la guia de pràctica clínica de Randall Cooper, l'autor proposa cinc fases dintre del procés de rehabilitació per trencament de LLEA del genoll (Feller et al., 2002) (Patterson et al., 2021):

1. Recuperació de la IQ
 - Recuperar el ROM del genoll (flexió i extensió)
 - Reduir l'edema
 - Reactivar la musculatura del quàdriceps
2. Treball de força i control neuromuscular
 - Restablir l'equilibri unipodal
 - Guanyar força muscular
 - Realitzar un squat unipodal amb bon control motor
3. Córrer, agilitat i aterratges
 - Obtenir unes marques excel·lents en diversos tests de salts amb rebots
 - Recuperar per complert tota la força muscular i equilibri
 - Realitzar un programa específic d'agilitat
4. Tornada a la pràctica esportiva RTP
 - Obtenir una puntuació >95 punts al Melbourne Return to Sport Score
 - Tenir la total seguretat per part del pacient que pot tornar a fer esport
 - Establir un programa preventiu específic de recaiguda de la lesió
5. Prevenció de recaiguda de la lesió
 - Fer exercicis pliomètrics, d'equilibri i de força
 - Reproduir el programa com a mínim un cop per setmana
 - Aplicar el programa durant al menys 6 setmanes

Dintre d'aquestes fases, trobem diversos objectius. Aquests, seran els que un cop assolits ens permetin progressar cap a la següent fase. Això facilita la tasca a l'hora de no cometre cap pas en fals durant el procés de recuperació de la lesió. Aquest és tan sols un exemple de com es pot estructurar un programa de rehabilitació per a aquesta lesió. De totes maneres, hi ha altres propostes basades en l'evidència

científica que en l'apartat "Descripció de la proposta d'intervenció" es descriuen d'altres que s'utilitzaran com a referència per aplicar el tractament de l'estudi.

Una manera de saber si s'estan assolint els requisits establerts per progressar de fases és mitjançant diversos tests validats científicament, que en l'apartat "Metodologia" es detallaran. La literatura confirma la necessitat d'aplicar tests objectius i subjectius per tenir uns resultats més complets a l'hora de prendre la decisió d'iniciar el RTP.

Pel que fa als objectius, els tests de salt apareixen en la gran majoria de les readaptacions, sent aquests de salt horitzontal. La ciència recomana aplicar més d'un per augmentar la fiabilitat dels resultats, tot i que no s'aprecien diferències entre aplicar 2 o 4 tests (Davies et al., 2020). Alhora, els mateixos autors destaquen la importància d'incloure tests validats per la ciència que aportin informació diferent als dos tests de salt horitzontal, com per exemple el *single leg vertical jump* (A. Kotsifaki et al., 2022).

L'evidència científica estableix com a valors de referència per aquests tests un >90% d'asimetria entre totes dues extremitats inferiors.

Al mateix temps, s'ha de tenir en compte el resultat d'aplicar una bateria de tests enfocada a valorar si l'esportista està en condicions de tornar a competir. En aquest sentit, s'ha demostrat que la seva aplicació redueix un 60% la ruptura de la plàstia però alhora augmenta en un 235% el risc de patir una lesió del LLEA contra lateral (Webster & Hewett, 2019). Això demostra que encara hi manca investigació al respecte de les valoracions realitzades sobre el RTP.

A part d'aquesta guia de pràctica clínica, recentment s'ha publicat una altra (R. Kotsifaki et al., 2023) que fa un recull de recomanacions sobre el procés de recuperació d'una plàstia de LLEA. En la Figura 6 es desglossen amb més detall. Aquestes es tindran en compte, segons el grau d'evidència científica, a l'hora de dissenyar la metodologia de treball de l'estudi.

2. JUSTIFICACIÓ

La ruptura del LLEA és una lesió amb una elevada incidència i un gran risc de recaiguda en el futbol. Tot i les nombroses investigacions en torn al procés de recuperació, no hi ha consens sobre el temps òptim de rehabilitació i readaptació per poder tornar a competir. Actualment, segueix existint un gran percentatge de fracàs en la recuperació, malgrat que s'han realitzat guies pràctiques clíniques basades en l'evidència científica. Això demostra que hi ha aspectes que no s'estan abordant correctament. Un d'aquests pot ser la IMA.

Aquesta inhibició apareix habitualment en lesions del LLEA, generant una atrofia important a la musculatura del quàdriceps. La literatura ha demostrat la importància d'abordar la IMA de manera precoç abans de realitzar la IQ, en el cas que hagi aparegut un cop produïda la lesió. És per aquest motiu pel qual és imprescindible estudiar-la com un element essencial dins del procés de recuperació. La seva presència i una incorrecta gestió d'aquesta pot desembocar en una excessiva rigidesa de l'articulació i una atrofia muscular, complicant així una rehabilitació exitosa. De totes maneres, segons (Calvo, 2017) "en els diferents estudis no trobem les correlacions o anàlisis de l'estat prequirúrgic respecte al postquirúrgic i no s'analiza un dels precursors de l'atròfia com es la inhibició muscular artrogènica (IMA)". Observant la manca d'estudis que ressalta l'autor en torn a la IMA, és necessari centrar els esforços en investigar si el tractament d'aquesta permet una recuperació més exitosa.

La inhibició apareix tant en el moment posterior a la lesió com un cop realitzada la IQ, com a mecanisme de protecció per part de l'organisme. Per tant, és igual d'important abordar-la abans com després de l'operació. Tot i això, en la pràctica clínica no es realitzen programes de rehabilitació prequirúrgics. Aquest fet demostra que l'aplicació d'un programa prequirúrgic pot ser una àrea d'estudi important per determinar si permet reduir la IMA i millorar alhora el procés de recuperació.

És previsible que la prehabilitació sigui un element més que formi part dels protocols realitzats per la majoria de clubs professionals de futbol. És per aquest motiu pel qual es decideix fer aquest estudi sobre futbolistes amateurs, on els recursos econòmics i materials són més escassos, així com probablement un desconeixement dels possibles beneficis pre IQ i la seva posterior recuperació.

3. HIPÒTESIS I OBJECTIUS

3.1. Hipòtesis

3.1.1. Principal

- El tractament de rehabilitació prequirúrgic produirà una reducció de la IMA i una millora de la força post IQ en els pacients diagnosticats de ruptura del LLEA.

3.1.2. Secundàries

- S'obtindran millores dels nivells de dolor, ROM i edema prequirúrgic en el grup d'intervenció.
- S'obtindran millores dels nivells de dolor, ROM i edema postquirúrgic en el grup d'intervenció.
- El grup que realitza un programa de prehabilitació reduirà el temps del RTP respecte al grup control.

3.2. Objectius

3.2.1. Principals

- Valorar la eficàcia d'un programa de prehabilitació, en la reducció de la IMA i la millora de la força, pre i post quirúrgica fins al RTP, en futbolistes amateurs diagnosticats de trencament del LLEA.

3.2.2. Secundaris

- Valorar els efectes del tractament de prehabilitació sobre els nivells de dolor, ROM i perimetria (edema) prequirúrgic.
- Valorar els efectes del tractament de prehabilitació sobre els nivells de dolor, ROM i perimetria (edema) post quirúrgic.
- Determinar si el programa de prehabilitació permet accelerar el procés de RTP.

4. METODOLOGIA

4.1. Disseny de l'estudi

El tipus d'estudi realitzat serà una prova controlada aleatòria (PCA). Per portar-ho a terme es realitzaran dos grups, un grup control (GC) i un grup d'intervenció (GI).

4.2. Població i mostra

Els participants tots seran futbolistes de nivell amateur. Es considera nivell amateur tots aquells futbolistes en actiu amb llicència federativa de la Federació Catalana de Futbol (FCF) que competeixin en les categories amateur del futbol català: de 1a Catalana a 4a Catalana. Concretament 40 futbolistes formaran part de l'estudi, dels quals 20 s'assignaran al grup control i els altres al grup d'intervenció. Aquests es reclutaran de la pròpia Mútua Catalana de Futbolistes. Una gran quantitat de federats quan pateix una lesió es visita a través d'aquesta per tenir un diagnòstic i poder realitzar la recuperació. És la via més ràpida i senzilla de fer el procés de selecció dels participants de l'estudi.

A continuació s'estableixen una sèrie de criteris que permetran seleccionar amb més precisió a aquests.

4.2.1. Criteris d'inclusió (CI)

- Diagnosticats amb ruptura total del LLEA.
- Pacients diagnosticats d'IMA vinculada a la lesió de genoll.
- Futura IQ programada per restaurar el lligament mitjançant una plàstia del tendó rotulià autòloga (Hueso-Tendón-Hueso).

- Bloqueig anestèsic del nervi femoral programat en la futura IQ.
- Jugadors de futbol en actiu amb llicència esportiva majors de 18 anys i menors de 35.
- Sexe masculí.

4.2.2. Criteris d'exclusió (CE)

- Subjectes amb comorbiditats associades a la ruptura del LLEA: lesions meniscals, lesions en els lligaments colaterals (LLI i LLE) i lesió del LLEP.
- Lesions d'altres articulacions associades a la ruptura del LLEA.
- Reruptura de LLEA del mateix genoll afectat.
- Lesions de genoll de l'extremitat inferior contralateral i homolateral d'evolució de menys d'un any.

4.3. Assignació dels individus als grups d'estudi

Per tal d'assegurar la fiabilitat de l'estudi, és necessari assignar als participants en els dos grups de manera aleatòria. L'assignació es realitzarà mitjançant la pàgina web <https://www.random.org/>. Aquests dos grups consisteixen en un grup control i a l'altre se li aplica la intervenció d'estudi proposada.

4.4. Variables d'estudi

Tant les variables sociodemogràfiques com les antropomètriques i clíniques es recolliran a l'inici de l'estudi, just després d'haver rebut el consentiment informat signat per part de tots els participants. Pel que fa a les variables principals d'estudi, aquestes seran recollides en diferents moments de la investigació, que es descriurà amb més detall en els pròxims apartats.

4.4.1. Sociodemogràfiques

- Edat
- Lloc de naixement
- Lloc de residència actual
- Anys d'experiència practicant l'esport
- Hàbits tòxics (consum de tabac, alcohol o drogues)
- Tipus de feina laboral que realitza
- Estil de vida (activa o sedentària)

Totes aquestes dades seran recollides en una visita mèdica amb el metge traumatòleg de l'equip d'investigació.

4.4.2. Antropomètriques i clíniques:

- Alçada (centímetres)
- Pes (kilograms)
- Índex de massa corporal (IMC)
- Hemicos afectat
- Medicació
- Lateralitat (dretà o esquerrà i si és creuada o no)
- Intervencions quirúrgiques
- Antecedents patològics

Les dades clíniques es preguntaran en la mateixa anamnesis realitzada per recollir les sociodemogràfiques.

Respecte a les antropomètriques, l'alçada es mesurarà manualment per part del metge traumatòleg amb cinta mètrica (model SECA 203). Pel pes i el IMC s'utilitzarà la bàscula Tanita BC-601 Segment Figura 7.

4.4.3. Variables principals d'estudi i instruments de valoració

4.4.3.1. Força muscular

Els dinamòmetres de mà són una opció econòmica i fiable per analitzar la força muscular (Almeida et al., 2019). Per realitzar aquesta valoració s'ha escollit el model *Activ Force 2*, el qual va vinculat amb una aplicació mòbil gratuïta que permet veure els resultats a temps real.

Per a cadascun dels tests es faran 3 sèries a totes dues extremitats, tenint prèviament una sèrie de familiarització per cama. El temps de descans entre sèries serà d'un minut.

- **Extensió de genoll a 30º de flexió de genoll (Quàdriceps)**

El pacient es situarà en decúbit supí a una llitera, amb la part superior d'aquesta inclinada provocant una flexió de maluc de 70º de totes dues cames. Els braços els situarà relaxats sobre la llitera al costat del seu propi cos. Pel test es col·locarà un coixí en forma de cunya a sota del maluc de l'extremitat a avaluar, provocant així la flexió de genoll. L'altre extremitat es trobarà completament estirada sobre la llitera per evitar compensacions. L'avaluador, amb el dinamòmetre a la mà, aplicarà força sobre l'últim terç distal anterior de la tibia evitant que es produeixi moviment durant la realització de la prova. Un cop el fisioterapeuta doni l'orde "Ja, fort!", el subjecte haurà de realitzar el moviment d'extensió durant 5", produint la seva màxima força voluntària. El pacient no podrà aixecar els glutis de la llitera ni modificar els graus de flexió de maluc durant l'execució.

- **Extensió de genoll a 0º de flexió de genoll (Quàdriceps)**

La posició inicial del participant serà en decúbit supí a la llitera, amb la part superior d'aquesta aixecada la qual provocarà que el pacient es trobi lleugerament incorporat, concretament a 70º de flexió de maluc. A sota del genoll de la cama a avaluar es col·locarà un coixí de 2 cm d'alçada, permetent una execució còmode pel participant. El genoll de la cama que es realitza el registre es trobarà a 0º de flexió. L'altre extremitat es trobarà completament estirada sobre la llitera per evitar compensacions. Els braços del subjecte es situaran relaxats sobre la llitera al costat del seu cos. L'avaluador, amb el dinamòmetre a la mà, aplicarà força sobre l'últim terç distal anterior de la tibia evitant que es produeixi moviment durant la realització de la prova. Un cop el fisioterapeuta doni l'orde "Ja, fort!", el subjecte haurà de realitzar el moviment d'extensió durant 5", produint la seva màxima força voluntària. El pacient no podrà aixecar els glutis de la llitera ni modificar els graus de flexió de maluc durant l'execució

- **Flexió de genoll a 30º de flexió de genoll (Isquiosurals)**

En aquest test el subjecte estarà situat en decúbit pro amb una flexió de 30º de genoll, prèviament mesurada amb goniòmetre. El fisioterapeuta tindrà subjectat de la mateixa manera l'aparell, però en aquest cas aplicarà la força en l'últim terç distal posterior de la tibia, aplicant força en direcció a l'extensió de genoll. El jugador, sota la mateixa instrucció anterior, haurà d'aplicar la seva màxima força voluntària de flexió de genoll.

- **Flexió de genoll 0º de flexió de genoll (Isquiosurals)**

La posició inicial del participant serà en decúbit pro amb una extensió completa (0º de flexió de genoll), mesurada amb goniòmetre. El fisioterapeuta tindrà subjectat de la mateixa manera l'aparell, però en aquest cas aplicarà la força en l'últim terç distal posterior de la tibia, aplicant força en direcció a l'extensió de genoll. El jugador, sota la mateixa instrucció anterior, haurà d'aplicar la seva màxima força voluntària de flexió de genoll.

4.4.3.2. ROM

Per valorar aquest ítem s'utilitzarà un goniòmetre de mà bluetooth, concretament el model *Activ Force 2*. Aquest es vincula a un dispositiu mòbil mitjançant una aplicació que permet veure els resultats en directe i extreure gràfiques comparatives. Alhora, realitza càlculs d'asimetries entre hemisferis corporals.

- **Test ROM passiu extensió de genoll**

El pacient es trobarà en sedestació a la llitera, on tindrà un coixí a la cara posterior de la cuixa per elevar lleugerament l'extremitat i poder realitzar així el moviment complet. L'avaluador explicarà i farà una demostració de la realització del moviment. Aleshores l'avaluador col·locarà l'aparell a la cara anterior de la cama a l'alçada del terç distal de la tibia. Des de la màxima flexió de genoll, el fisioterapeuta demanarà al subjecte que realitzi la seva màxima extensió de genoll. Si l'extensió no és completa, s'indicarà amb un signe negatiu i en el cas que superi l'hiperextensió amb un de positiu. El resultat final s'expressarà en °.

- **Test ROM passiu flexió de genoll**

En aquesta prova el jugador es trobarà en decúbit pro, amb l'articulació del genoll per fora de la llitera. L'avaluador explicarà i farà una demostració de la realització del moviment. Seguidament, col·locarà el goniòmetre en la cara posterior de la cama a l'alçada del terç distal de la tibia. Partint de la màxima extensió de genoll, el fisioterapeuta portarà la cama a la seva màxima flexió de genoll. El resultat final s'expressarà en °.

- **Test ROM actiu flexió i extensió de genoll**

Per valorar el ROM actiu de tots dos moviments, es farà en les mateixes posicions anatòmiques tot i que en aquest cas el dinamòmetre es trobarà subjecte al turmell amb una cinta. L'avaluador no ajudarà a realitzar el moviment amb les seves mans.

4.4.3.3. Activació muscular (IMA)

Per avaluar si es produeixen millores en quan a l'activació muscular del VMO i VL del quàdriceps, s'utilitzarà l'EMGc. Aquesta prova permet quantificar l'activació i coordinació muscular mitjançant uns elèctrodes ubicats a nivell cutani sobre la musculatura que es vol estudiar i que permeten captar la seva activitat nerviosa. Els resultats obtinguts respecte a l'electromiografia amb agulla son força similars i alhora no és invasiva. Tot i que un dels inconvenients de la EMGc és l'anomenat *crossstalk*, interferència de senyal elèctrica per part de músculs propers, és pot reduir de la següent manera (Hermens et al., 2000):

- Col·locant els elèctrodes en el centre del ventre muscular
- Situant els elèctrodes el més a prop possible entre ells per focalitzar la captació de la senyal elèctrica

L'aparell d'elecció és l'Mdurance (Molina-Molina et al., 2020). Per determinar la ubicació dels elèctrodes del test, s'utilitza de referència la *surface EMG for a non-invasive assessment of muscles* (SENIAM) (Hermens et al., 2000).

Abans de col·locar els elèctrodes, es prepararà la pell per evitar possibles interferències que puguin alterar els resultats obtinguts. El procediment serà afaitar la zona, netejar amb alcohol i esperar a que s'evapori aquest fins quedar completament seca l'epidermis.

Per iniciar el test, el fisioterapeuta demanarà al subjecte la seva màxima contracció voluntària realitzant l'extensió de genoll amb les següents paraules: "eleva la cama, únicament fent extensió de genoll i mantenint alhora el contacte amb el coixí". A l'inici de l'execució, l'avaluador haurà d'animar un sol cop dient la paraula "fort". S'executaran dues sèries, de les quals la primera serà una prova per veure si el participant ha entès l'execució del mateix.

- **Vast medial oblic (VMO) a 0º de flexió de genoll**

El test es realitzarà en llitera, on el subjecte es trobarà en decúbit supí amb el capçal d'aquesta parcialment incorporat. La cama es trobarà en extensió complerta, neutra de rotació. L'altre cama quedarà relaxada sobre la llitera en una extensió de genoll complerta. Amb una cingla es fixarà el 1/3 distal de la tibia de la cama a avaluar contra la llitera per tal de no variar els graus de flexió durant l'execució. Una altre cingla es situarà a l'alçada de la pelvis fixant aquesta contra la llitera per evitar compensacions durant l'execució del test.

Els elèctrodes es situaran al 80% de la distància des de l'espina ilíaca antero superior (EIAS) a l'articulació del genoll, tenint de referència el LLLI Figura 7. La orientació d'aquests és totalment perpendicular al recorregut esmentat anteriorment i amb una distància entre tots dos de 20 mil·límetres (mm). El tercer elèctrode anirà ubicat al mal·lèol extern del turmell, per tancar el circuit. El tamany dels tres serà de 10mm.

- **Vast medial oblic (VMO) a 30º de flexió de genoll**

El test es realitzarà en llitera, on el subjecte es trobarà en decúbit supí amb el capçal d'aquesta parcialment incorporat. A sota del genoll es col·locarà un coixí on la cama quedarà en una flexió de 30º, prèviament mesurat amb goniòmetre, i en posició neutra de rotació. L'altre cama quedarà relaxada sobre la llitera en una extensió de genoll complerta. Amb una cingla es fixarà el 1/3 distal de la tibia de la cama a avaluar contra la llitera per tal de no variar els graus de flexió durant l'execució. Una altre cingla es situarà a l'alçada de la pelvis fixant aquesta contra la llitera per evitar compensacions durant l'execució del test.

Els elèctrodes es situaran exactament de la mateixa manera que en el test anterior.

- **Vast lateral (VL) a 0º de flexió de genoll**

El test es realitzarà en llitera, on el subjecte es trobarà en decúbit supí amb el capçal d'aquesta parcialment incorporat. La cama es trobarà en extensió complerta, neutra de rotació. L'altre cama

quedarà relaxada sobre la llitera en una extensió de genoll complerta. Amb una cingla es fixarà el 1/3 distal de la cara anterior de la cama de l'extremitat inferior a avaluar contra la llitera per tal de no variar els graus de flexió durant l'execució. Una altre cingla es situarà a l'alçada de la pelvis fixant aquesta contra la llitera per evitar compensacions durant l'execució del test.

Els dos elèctrodes es situaran al 2/3 distal de la línia entre la EIAS i el lateral de la ròtula Figura 8. La orientació d'aquests és totalment perpendicular al recorregut esmentat anteriorment, en la mateixa direcció de les fibres musculars. La distància entre els dos elèctrodes serà de 10 mm. El tercer elèctrode anirà ubicat al mal·lèol extern del turmell, per tancar el circuit. El tamany dels tres serà de 10mm.

- **Vast lateral (VL) a 30° de flexió de genoll**

El test es realitzarà sobre una llitera, on el subjecte es trobarà en decúbit supí amb el capçal d'aquesta parcialment incorporat. A sota del genoll es col·locarà un coixí on la cama quedarà en una flexió de 30°, prèviament mesurat amb goniòmetre, i en posició neutra de rotació. L'altre cama quedarà relaxada sobre la llitera en una extensió de genoll complerta. Amb una cingla es fixarà el 1/3 distal de la tibia de la cama a avaluar contra la llitera per tal de no variar els graus de flexió durant l'execució. Una altre cingla es situarà a l'alçada de la pelvis fixant aquesta contra la llitera per evitar compensacions durant l'execució del test.

Els elèctrodes es situaran exactament de la mateixa manera que en el test anterior.

4.4.3.4. Edema

Amb el pacient en decúbit supí en una llitera amb l'extremitat inferior que es vol valorar relaxada en posició neutra anatòmica, es quantifica el perímetre del genoll mitjançant una cinta mètrica ubicada a nivell central rotulà Figura 9. Per conèixer exactament la posició de la cinta mètrica, es mesurarà la distància entre l'inici de la ròtula a nivell proximal i el final d'aquesta en la seva part distal. La ubicació de la cinta serà just a la meitat d'aquesta distància que es marcarà prèviament a la pell. El resultat de la prova s'expressa en centímetres (cm) (Calvo, 2017). Aquesta valoració es realitzarà en totes dues extremitats.

4.4.3.5. Dolor

La valoració del dolor es realitzarà mitjançant l'escala visual analògica (EVA), la qual consisteix en una línia de 100mm on l'inici d'aquesta significa absència de dolor i el final de la mateixa dolor intens Figura 10. L'avaluador donarà la següent instrucció: "Marca sobre la línia amb una línia vertical la intensitat del teu dolor actual". A continuació, els subjectes podran realitzar l'escala subjectiva.

Per extreure la seva puntuació, es mesurarà la distància que hi ha entre la línia inicial (absència de dolor) i la marcada pel pacient.

Segons (Jensen et al., 2003), en funció d'aquesta distància es pot extrapolar als següents valors: absència de dolor (0-4mm), dolor lleu (5-44mm), dolor moderat (45-74mm) i dolor intens (75-100mm). Els mateixos autors destaquen que s'ha de reduir un 33% la intensitat del dolor per considerar els canvis significatius.

4.4.3.6. RTP

L'any 2015, l'*American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS) va crear un llistat amb els requeriments necessaris per determinar el RTP per un esportista. En una revisió sistemàtica s'han analitzat els estudis científics relacionats amb el RTP, amb la finalitat d'analitzar si aquests realment valoren tots els ítems proposats per l'AAOS (Roe et al., 2021). Malgrat no haver cap estudi que valori tots els ítems, els autors conclouen amb una sèrie de recomanacions dels tests més emprats per cada un Figura 11.

D'aquesta manera, per determinar el RTP en el present estudi es proposen diferents ítems que s'avaluaran amb diferents tests. Això permetrà tenir més informació al respecte per determinar el RTP del subjecte.

- **Escala subjectiva sobre la funcionalitat del genoll**

En aquest estudi (Collins et al., 2011) es van analitzar diverses escales subjectives sobre l'articulació del genoll on detalla les debilitats, fortaleces i el tipus de pacients a les quals s'apliquen, així com la fiabilitat de cadascuna d'elles. Tenint de referència aquest article, es veu convenient realitzar les següents dues escales. Alhora, s'han validat per part d'altres articles (Arroyo-morales et al., 2019).

- *Lysholm Score*

Es tracta d'una autoavaluació per part del pacient, per tant el fisioterapeuta no participa durant la seva realització. El subjecte podrà realitzar les preguntes, si ho veu oportú, per completar el test amb garanties. Aquesta conté 8 ítems que segons la resposta que seleccioni la persona tindrà una puntuació més elevada o més baixa Figura 12 Cada apartat té una puntuació específica que no té el mateix valor entre si. La puntuació màxima és de 100 punts, tenint la següent interpretació dels resultats: 100 no hi ha símptomes o discapacitat, (95-100) excel·lent, (84-94) bona, (65-83) suficient i (igual o menor a 64) escàs.

- *Tegner Activity Score (TAS)*

El funcionament és el mateix a l'anterior escala. En aquest cas, pel que fa a la pròpia escala, tan sols hi ha un ítem a escollir entre 11 opcions que marquen el nivell d'activitat del subjecte **Figura 13**

La puntuació de l'escala és la següent: acreditació o pensió d'invalidesa per la lesió del genoll (0 punts) i esportista nacional o internacional de qualsevol esport d'elit (10 punts). A partir dels 6 punts tan sols es poden considerar els esportistes a nivell amateur o recreacional.

- **Tests funcionals**

En tots els tests es realitzarà una explicació i demostració prèvia per part de l'avaluador i un parell d'execucions del subjecte per familiaritzar-se amb el propi test. En total el jugador tindrà 3 intents per cama, dels quals s'extraurà la millor puntuació.

- *Single leg hop for distance (SHD)*

El pacient es situarà en bipedestació unipodal, just a l'inici d'una cinta mètrica situada al terra. Un cop l'examinador doni l'ordre d'inici, des d'aquest punt haurà de realitzar un salt horitzontal amb una cama el més lluny possible, aterrant de manera controlada amb la mateixa extremitat que prèviament ha saltat **Figura 14**. L'executant no podrà tocar amb qualsevol altre part del cos que no sigui el peu de la cama avaluada durant la realització de la prova (Ebert et al., 2021). En el cas que això es produeixi, es considerarà nul l'intent. El resultat final de la prova serà la distància que hagi realitzat amb el salt, agafant de referència l'última part posterior del calçat de la cama executant en el moment de l'aterratge. El valor de la distància s'agafarà en centímetres.

- *Triple hop for distance (THD)*

Partint d'una bipedestació unipodal al costat i a l'inici d'una cinta mètrica, després de donar l'ordre l'examinador, el pacient realitzarà tres salts horitzontals consecutius buscant assolir la màxima distància **Figura 15**. Aquests salts han de ser amb la mateixa cama i consecutius, sense aturades entre cadascun d'ells. L'aterratge del tercer salt ha de ser controlat, sense tocar amb cap altre part del cos el terra (Ebert et al., 2021). Si això es produeix, es considerarà nul l'intent. El resultat final és la distància total assolida dels tres salts, agafant de referència l'última part posterior del calçat de la cama executant en el moment de l'aterratge. El valor del resultat de la prova s'expressarà en centímetres.

- *Single leg vertical jump (SLVJ)*

La posició inicial de l'executant és en bipedestació unipodal sobre una plataforma de forces de la marca "*Chronojump-Boscosystem*", amb les mans a les crestes ilíaqües. Sota l'ordre de l'avaluador, aquest realitzarà un contramoviment per finalment realitzar un salt vertical i aterratge estabilitzant el cos

Figura 16. La cama que no executa la prova no pot tocar el terra. Durant l'execució, el jugador no pot separar les mans de les crestes ilíaqües per realitzar impuls. La dada principal que recull de la prova l'aparell és el temps de vol (segons), a partir del qual s'extreu la velocitat (metres/segon) i l'alçada del salt (cm) mitjançant el software de l'aplicació d'ordinador.

- **Equilibri dinàmic**

- *Y Balance Test (YBT)*

Sobre l'aparell YBT *kit* el subjecte estarà situat unipodal i descalç, amb els braços entrecreuat i amb les mans al pit. Quan l'avaluador doni inici al test, el jugador haurà de desplaçar el més lluny possible amb l'extremitat lliure les 3 peces que té situades a anterior, posteromedial i posterolateral Figura 17, en aquest mateix ordre. Durant l'execució, l'executant no podrà tocar amb el peu lliure el terra ni separar les mans del pit. Es realitzaran 3 intents.

Abans d'executar el test, el fisioterapeuta realitzarà una demostració i alhora l'explicació del mateix. El participant farà dos execucions per familiaritzar-se amb l'aparell i la tercera serà la mesurable. El test es realitzarà amb totes dues extremitats.

Els resultats de les tres distàncies es mesurarà en centímetres, els quals es registraran a una fulla de registre específica Figura 18.

L'estructura del conjunt de les valoracions serà la següent Figura 19:

- Inicial, immediata post lesió (inici prehabilitació)
- Al final del programa de prehabilitació (1 dia abans IQ)
- Post quirúrgic (4 dies post IQ)
- Primera intermitja passats els 3 mesos des de la IQ
- Segona intermitja passats els 6 mesos des de la IQ
- Moment del RTP passats els 9 mesos des de la IQ (Kaplan & Witvrouw, 2019).

4.5. Procediment

L'equip d'investigació estarà format per dos fisioterapeutes i un metge traumatòleg de l'equip mèdic (MT) de la Mútua Catalana de Futbolistes de Barcelona, amb la qual s'establirà un conveni per la realització del treball. La proposta de treball es presentarà al Comitè d'Ètica de l'Hospital de Mataró i, en el cas que aquest l'aprovi, es podrà iniciar l'estudi Figura 20.

El primer pas del projecte és la selecció dels participants que formin part de l'estudi. Aquests seran reclutats de la mateixa mútua, la qual ens permet disposar de futbolistes amb les mateixes

característiques que s'han descrit anteriorment en els criteris d'inclusió amb més facilitat. El traumatòleg de l'equip d'investigació serà el responsable d'identificar i diagnosticar aquells pacients que pel seu perfil poden ser potencials participants de l'estudi. Els tres fisioterapeutes seran els que determinin finalment si aquests compleixen tots els CI i cap CE.

Una vegada ja es disposa dels membres que realitzaran les intervencions, el següent pas previ a la recollida de dades és la signa del consentiment informat per la seva part. El fisioterapeuta 1 (F1), el fisioterapeuta 2 (F2) i el fisioterapeuta 3 (F3) explicaran en persona els aspectes a tenir en compte d'aquest i alhora entregaran en paper el consentiment informat tant en català com en castellà, que hauran de retornar signat. Els pacients poden preguntar als dos professionals de l'equip d'investigació qualsevol dubte en relació al document. Aquells que no acceptin signar seran exclosos de l'estudi. És important tenir en compte que els subjectes poden abandonar l'estudi durant la seva realització, havent informat prèviament als responsables del projecte.

Després de la confirmació d'entrar a l'estudi per part dels pacients mitjançant el consentiment informat, el MT establirà un codi d'identificació per a cada participant. Aquest constarà de la inicial de participant i el número en l'abecedari de cada inicial del seu nom complert, per exemple: Alex Baró Gil tindria el codi P127. En el suposat cas que coincidís els números, s'afegiria la segona lletra del nom en el codi.

Amb el llistat dels codis d'identificació, el MT realitzarà l'assignació dels subjectes als dos grups de treball (GI i GC) de manera aleatòria mitjançant la pàgina web <https://www.random.org/>. Els 40 pacients integrants del projecte d'investigació, 20 formaran part del GC i els 20 restants en el GI.

Finalitzada l'assignació dels grups de treball, el MT registrarà el tipus de grup en els codis dels subjectes, afegint un número a l'inici d'aquests: 0 = GC, 1 = GI. D'aquesta manera, agafant l'exemple anterior, el codi final podria ser: 1P127.

En la següent fase es procedirà a la recollida de dades dels participants. Aquesta tasca serà realitzada pel MT de l'equip d'investigació, el qual registrarà totes les variables sociodemogràfiques i clíniques esmentades a l'apartat "*Variables d'estudi*". Un cop recollida i registrada a una base de dades Excel aquesta informació, el F2 iniciarà la primera valoració de la intervenció. En aquesta s'avaluaran les següents variables principals d'estudi: força muscular, ROM, edema, dolor i activació muscular.

A continuació, serà l'hora d'aplicar la proposta d'intervenció de tots dos grups (GC i GI), les quals les realitzarà el F1. Durant la fase preoperatori, el primer grup no rebrà tractament i el segon seguirà un programa de prehabilitació. Post IQ, tots dos seguiran la mateixa pauta de rehabilitació (aplicada pel

F3) i valoracions (aplicades pel F2). El timeline dels tests serà el següent: inicial pre IQ, final pre IQ (1 dia abans IQ), inicial post IQ (4 dies després IQ), 3 mesos post IQ, 6 mesos post IQ, 9 mesos post IQ (RTP). Aquests s'aplicaran en aquelles sessions que exactament s'hagi complert el temps establert per fer-la. Si coincideix que aquell mateix dia no hi ha sessió, es realitzarà en la propera programada. Els dies que es procedeixi a fer les proves, es destinarà tot el temps de la sessió a fer-les, per tant no hi haurà tractament aquells dies.

La proposta d'intervenció tindrà una durada de 10 mesos i dues setmanes.

Els resultats d'aquestes proves seran registrats en la mateixa base de dades Excel on apareixen les variables sociodemogràfiques i clíniques. A aquest document tan sols tindrà accés el F2 i el MT. Durant l'execució de la intervenció es seguirà un registre d'assistència que hauran de firmar els participants en cada sessió realitzada.

Finalitzada la proposta d'intervenció, el F2 s'encarregarà de fer un anàlisi estadístic de tots els resultats obtinguts en les diferents valoracions, tant del GC com del GI.

Per últim, es descriuran tant les limitacions que han existit durant l'estudi com la prospectiva.

4.6. Descripció de la proposta d'intervenció

L'estudi consisteix en dos grups d'investigació (GI i GC), dels quals el primer rebrà un programa de prehabilitació mentre que l'altre no. Tots dos realitzaran el mateix programa de rehabilitació postquirúrgic.

4.6.1. Tractament de rehabilitació prequirúrgic (TRPr)

Aquesta fase tindrà una durada de 5 setmanes. Es realitzaran 4 sessions per setmana d'uns 90 minuts cadascuna. El període estarà definit en dues fases. Totes dues tindran els mateixos objectius, tot i que en la segona fase es progressarà en quan a la càrrega dels exercicis així com la seva complexitat. Com a principals objectius trobaríem (Giesche et al., 2020) (Eitzen et al., 2010) (Calvo, 2017) (Cunha & Solomon, 2022):

- Recuperar el ROM del genoll.
- Rebaixar el dolor existent per part del pacient.
- Reduir la IMA present a l'extremitat afectada.
- Guanyar força muscular de les extremitats inferiors, especialment del quàdriceps.
- Recuperar l'estabilitat del genoll.
- Recuperar l'equilibri i propiocepció corporal.

- Familiaritzar al pacient amb els exercicis i la marxa en descàrrega pel post operatori.
- Assegurar la confiança en quan al RTP per part del pacient.

Durant el període de prehabilitació s'ha de tenir en compte que hi ha uns criteris mèdics per autoritzar la IQ. Si el pacient no compleix els requisits, no es pot fer la reconstrucció. Per tant, un dels objectius primordials d'aquesta fase serà assolir-ne tots ells, que són els següents (van Melick et al., 2016):

- Tenir l'extensió complerta, 0º concretament.
- No hi ha edema present en l'articulació.
- Hi ha un correcte patró de marxa, evitant així l'artrofibrosis.
- El pacient és capaç d'activar correctament la musculatura extensora de genoll.
- L'índex d'asimetria muscular del quàdriceps entre extremitats ha de ser inferior al 20%.
- Existeix una correcta mobilitat de l'articulació patelofemoral (dreta – esquerra).
- El subjecte presenta una estabilitat funcional. Al ser una fase aguda és complicat determinar si aquesta existeix, per això es recomana no operar en una fase molt aguda post lesió.

4.6.1.1. Fase 1 (0- 2a setmana)

- **Proposta d'exercicis**

El conjunt d'exercicis realitzats per a l'assoliment dels diferents objectius es descriuen a la Figura 21.

4.6.1.2. Fase 2 (2a- 5a setmana)

- **Proposta d'exercicis**

Els exercicis proposats per a l'assoliment dels diferents objectius d'aquesta fase es descriuen a la Figura 22.

4.6.2. Tractament de rehabilitació postquirúrgic (TRPo)

Un cop realitzada la reconstrucció del LLEA, en el moment que es doni l'alta hospitalària s'iniciarà el programa de rehabilitació postquirúrgic. Aquest s'estendrà fins als 9 mesos de tractament, que finalitzarà amb la darrera avaluació de l'estudi.

La proposta d'intervenció tindrà una freqüència de 4 sessions setmanals, descansant els dimecres i els dos dies del cap de setmana. Aquesta estructura setmanal es pot veure modificada pel calendari festiu de Catalunya i Barcelona. La durada de les sessions serà de 90'.

Per dissenyar el tractament de rehabilitació post IQ s'ha agafat de referència una guia clínica validada científicament (van Melick et al., 2016). Alhora, per complementar la proposta s'han utilitzat certes recomanacions realitzades per diversos articles (R. Kotsifaki et al., 2023) (Koc et al., 2022) (Calvo, 2017).

4.6.2.1. Fase 1: Recuperació IQ (0 - 4a setmana)

Es tracta d'un període en el qual el pacient es troba en un estat agut a causa de la IQ. Més enllà de les possibles complicacions que implica qualsevol operació quirúrgica, en aquest cas la plàstia encara no està consolidada als ossos. Per això s'ha de tenir en compte en quins graus articulars no hi ha risc de posar-la en tensió, per treballar de manera segura i poder donar unes pautes al pacient per realitzar les activitats de la vida diària (AVD). D'aquesta manera, en la valoració immediata post IQ no es realitzarà valoració dels nivells de força pel braç de palanca que s'aplica.

- **Objectius**

- Reduir l'edema produït per la operació.
- Assolir els 0º d'extensió de genoll de manera activa i passiva.
- Rebaixar el dolor existent.
- Contraure de manera voluntària per part del pacient la musculatura extensora de genoll.
- Protegir la plàstia d'una possible ruptura.
- Guanyar massa muscular de tota la musculatura de la cama afectada.
- Evitar les adherències de les cicatrius produïdes per la IQ.
- Iniciar la marxa en descàrrega i progressar en la càrrega del propi pes corporal sobre l'extremitat afectada.
- Evitar les complicacions derivades de la immobilització.

- **Proposta d'exercicis**

Els exercicis que formen part d'aquesta fase queden descrits en la Figura 23.

- **Criteris per progressar a fase 2**

- Absència d'hematoma
- Absència de dolor durant l'execució dels exercicis de fase 1
- No hi ha presència d'edema
- Existeix una mobilitat funcional en l'articulació patelofemoral
- Assolir una extensió de genoll de 0º i una flexió de 120-130º.
- Realitzar la contracció voluntària del quàdriceps amb normalitat.
- Marxa funcional sense crosses.
- Correcta realització a nivell qualitatiu dels exercicis de la fase 1.

4.6.2.2. Fase 2: Força i control neuromuscular (4a- 16a setmana)

- **Objectius**

- Portar a terme les AVD amb completa normalitat.
- Aconseguir una estabilitat funcional del genoll de manera activa.
- Guanyar força i massa muscular de les extremitats inferiors.
- Reeduació de la marxa.
- Tenir un ROM articular del genoll complert en tots els moviments de manera activa i passiva.

- **Proposta d'exercicis**

Els exercicis d'aquesta segona fase queden descrits en la figura 24

- **Criteris per progressar a la fase 3**

- Correcta execució a nivell qualitatiu dels exercicis de la fase 2.
- Obtenir un >80% de simetria en valors de força entre quàdriceps i isquiosurals de la mateixa extremitat.
- Completar els qüestionaris subjectius sobre la funcionalitat del genoll (Lysholm Score i TAS).

4.6.2.3. Fase 3: Còrrer, agilitat i recepcions (16a – 39a setmana)

- **Objectius**

- Permetre el retorn del pacient a córrer.
- Tornar a la competició esportiva.

- **Criteris per tornar a córrer**

- 95% ROM de flexió de genoll.
- ROM d'extensió de genoll complert.
- Absència d'edema.
- Asimetria >80% entre extremitats en la força de quàdriceps.
- No hi ha presència de dolor durant els exercicis de pliometria.

- **Proposta d'exercicis**

Els exercicis que formen part d'aquesta fase queden descrits en la Figura 25.

- **Criteris pel RTP**

- Absència de dolor al genoll en la realització d'activitats esportives.

- Disposar d'un rang de moviment articular complert en el genoll afectat.
- Completar amb èxit els qüestionaris subjectius sobre la funcionalitat del genoll (Lysholm Score i TAS).
- Realitzar un patró de marxa i carrera dinàmics, simètrics i de qualitat per desenvolupar les tasques específiques de l'esport.
- Tenir un >90% de simetria en els resultats dels tests de salt i d'equilibri entre totes dues extremitats en totes les variables estudiades.
- Obtenir un >90% de simetria en valors de força entre quàdriceps i isquiosurals de la mateixa extremitat.
- No haver o tenir por d'aturar la pràctica esportiva durant aquesta.

4.7. Anàlisi estadístic

Les dades seran recollides mitjançant un document Excel. A partir d'aquest document es realitzarà l'anàlisi estadístic amb l'aplicació Jamovi, concretament la versió 2.3.21.

De les diferents variables es diferenciaran les que son qualitatives de les quantitatives. Respecte a les primeres trobem tan sols els hàbits tòxics, el tipus de medicació, la lateralitat, els antecedents patològics, les intervencions quirúrgiques, l'hemicos afectat, l'estil de vida i el tipus de feina que realitza. Amb aquestes tan sols es calcularà el percentatge i la freqüència.

En quan a les quantitatives, son tots els tests de les variables d'estudi, l'edat, els anys d'experiència practicant futbol, l'alçada, el pes i l'IMC. Amb aquestes dades es farà el càlcul de la mitjana i la desviació estàndard (DE). El Lysholm Score, el TAS i l'YBT son excepcions, ja que tenen una valoració pròpia de la prova.

Per determinar si s'han complert les hipòtesis de l'estudi es creuaran les següents dades:

- L'activació muscular de totes les valoracions pre IQ i post IQ.
- La força muscular de totes les valoracions pre IQ i post IQ.
- El dolor, el ROM, i l'edema de manera aïllada entre si de la primera valoració i la segona pre IQ.
- El dolor, el ROM, i l'edema de manera aïllada entre si de la primera valoració pre IQ i la primera valoració post IQ.
- Els resultats dels tests del RTP entre el GI i el GC.

4.8. Consideracions ètiques

El programa de la proposta d'intervenció de tots dos grups, així com els documents de caràcter ètic seran presentats previ al seu inici al Comitè d'Ètica de l'Hospital de Mataró.

L'equip d'investigadors farà entrega oral i escrit del consentiment informat en dos idiomes (català i castellà) als participants de l'estudi. Aquest document també incorporarà una fulla amb la informació més rellevant a tenir en compte del projecte. En el cas que el jugador accepti participar en el present estudi, l'haurà d'entregar signat als investigadors. Una altra còpia serà facilitada que es quedaran per ells. Alhora, es demanarà consentiment als clubs d'origen dels jugadors que formin part de la investigació.

Durant l'execució de la investigació es respectarà els principis ètics de la declaració de Helsinki (Association, 2013), permetent abandonar als participants de manera voluntària quan si ho veuen convenient sense comportar cap conseqüència per ells. De la mateixa manera, l'estudi respectarà el Codi Deontològic de Fisioteràpia durant tot el treball realitzat amb els pacients.

L'aplicació de l'estudi implicarà la recollida de dades de diferents pacients. D'aquesta manera serà molt important gestionar-les correctament. La present investigació preservarà la informació personal de les persones participants en l'estudi segons marca el contingut del Reglament de la Unió Europea 2016/679 del Parlament i del Consell, de 27 d'abril de 2016, relatiu a la protecció de les persones físiques pel que fa al tractament de dades personals i a la lliure circulació d'aquestes. Per permetre això, es registraran els resultats dels tests de manera anònima en tot moment. El codi d'identificació constarà de la inicial de participant i el número en l'abecedari de cada inicial del seu nom complet, per exemple: Alex Baró Gil tindria el codi P127. En el suposat cas que coincidís els números, s'afegiria la segona lletra del nom en el codi. El document Excel amb la correlació dels codis i les dades personals dels pacients tindrà una contrasenya d'accés i estarà separat del document amb el registre de les dades dels tests.

5. CRONOGRAMA

El cronograma es detalla a la Figura 26.

6. PRESSUPOST

El pressupost total que comporta l'execució de l'estudi es detalla en la Figura 27.

7. LIMITACIONS I PROSPECTIVA

7.1. Limitacions

Una de les principals limitacions de l'estudi podria ser la dificultat per reclutar aquest perfil tant específic de participant. Un dels requisits d'inclusió és que sigui diagnosticat de IMA. Aquesta no

sempre apareix en les lesions de trencament del LLEA. Per tant, una possibilitat és la de no arribar a reclutar els 40 subjectes.

En el cas que aquests es reclutessin, al ser una mútua on venen jugadors de diverses poblacions de Catalunya, el desplaçament dels participants a les instal·lacions on es realitza la intervenció seria un altre factor limitant a tenir en compte.

Dels participants de l'estudi, existeix la possibilitat que un determinat número de participants no assoleixi els criteris d'IQ i no puguin continuar formant part de l'estudi. Això podria modificar els resultats finals de la investigació.

Respecte a la proposta d'intervenció, no s'han inclòs tècniques o maquinària que estan validades a l'hora d'accelerar el procés de recuperació com ara Indiba o bé realitzar valoracions més precises com podria ser un dinamòmetre isocinètic. S'ha optat per no incloure'ls pel seu elevat cost econòmic.

7.2. Prospectiva

Donant-se el cas que els resultats obtinguts en l'estudi mostren millores significatives en els diferents paràmetres estudiats i una reducció de la IMA en el GI en comparació al GC, demostraria de manera objectiva tant la necessitat d'aplicar TRPr com la de detectar i abordar la IMA de manera precoç. Totes dues necessitats es poden posar en pràctica de manera molt senzilla a nivell amateur tant a nivell econòmic com de recursos humans.

Seria interessant obrir una nova via d'investigació, la qual relacioni l'aparició de la IMA amb els tipus de plàstia. D'aquesta manera es podria determinar si afecta el tipus de tècnica quirúrgica realitzada amb l'aparició o no d'aquesta, així com el grau de gravetat de la mateixa.

8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Almeida, G. P. L., Albano, T. R., & Melo, A. K. P. (2019). Hand-held dynamometer identifies asymmetries in torque of the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 27(8), 2494–2501. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5245-3>
- Andersson, C., & Gillquist, J. (1992). Treatment of acute isolated and combined ruptures of the anterior cruciate ligament: A long-term follow-up study. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(1), 7–12. <https://doi.org/10.1177/036354659202000103>
- Arroyo-morales, M., Martín-Alguacil, J., Lozano-Lozano, M., Cuesta-Vargas, A., Fernández-Fernández, A., Gonzalez Lopez, J., Tegner, Y., & Cantarero-Villanueva, I. (2019). The Lysholm score: Cross cultural validation and evaluation of psychometric properties of the

Spanish version. *PLOS ONE*, 14, e0221376.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221376>

- Association, W. M. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Calvo, J. (2017). *Análisis de la inhibición muscular artrogénica del cuádriceps posligamentoplastia del ligamento cruzado anterior de rodilla y su repercusión en la función del aparato extensor*. Universitat Internacional de Catalunya (UIC Barcelona).
- Collins, N. J., Misra, D., Felson, D. T., Crossley, K. M., & Roos, E. M. (2011). Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care & Research*, 63(S11), S208–S228. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/acr.20632>
- Culvenor, A. G., Girdwood, M. A., Juhl, C. B., Patterson, B. E., Haberfield, M. J., Holm, P. M., Bricca, A., Whittaker, J. L., Roos, E. M., & Crossley, K. M. (2022). Rehabilitation after anterior cruciate ligament and meniscal injuries: a best-evidence synthesis of systematic reviews for the OPTIKNEE consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 56(24), 1445. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105495>
- Cunha, J., & Solomon, D. J. (2022). ACL Prehabilitation Improves Postoperative Strength and Motion and Return to Sport in Athletes. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e65–e69. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.11.001>
- Davies, W. T., Myer, G. D., & Read, P. J. (2020). Is It Time We Better Understood the Tests We are Using for Return to Sport Decision Making Following ACL Reconstruction? A Critical Review of the Hop Tests. *Sports Medicine*, 50(3), 485–495. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01221-7>
- della Villa, F., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Tosarelli, F., Zaffagnini, S., & della Villa, S. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive

- cases. *British Journal of Sports Medicine*, 54(23), 1423. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247>
- Ebert, J., Du Preez, L., Furzer, B., Edwards, P., & Joss, B. (2021). Which Hop Tests Can Best Identify Functional Limb Asymmetry in Patients 9-12 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Employing a Hamstrings Tendon Autograft? *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16. <https://doi.org/10.26603/001c.21140>
- Eitzen, I., Moksnes, H., Snyder-Mackler, L., & Risberg, M. A. (2010). A Progressive 5-Week Exercise Therapy Program Leads to Significant Improvement in Knee Function Early After Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(11), 705–721. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3345>
- Feller, J., Cooper, R., & Webster, K. (2002). Current Australian trends in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee*, 9, 121–126. [https://doi.org/10.1016/S0968-0160\(02\)00009-1](https://doi.org/10.1016/S0968-0160(02)00009-1)
- Giesche, F., Niederer, D., Banzer, W., & Vogt, L. (2020). Evidence for the effects of prehabilitation before ACL-reconstruction on return to sport-related and self-reported knee function: A systematic review. *PLOS ONE*, 15(10), e0240192. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240192>
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4)
- Jensen, M. P., Chen, C., & Brugger, A. M. (2003). Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *The Journal of Pain*, 4(7), 407–414. [https://doi.org/10.1016/S1526-5900\(03\)00716-8](https://doi.org/10.1016/S1526-5900(03)00716-8)
- Kaplan, Y., & Witvrouw, E. (2019). When Is It Safe to Return to Sport After ACL Reconstruction? Reviewing the Criteria. *Sports Health*, 11(4), 301–305. <https://doi.org/10.1177/1941738119846502>
- Koc, B., Truyens, A., Heymans, M., Jansen, E., & Schotanus, M. (2022). Effect of Low-Load Blood Flow Restriction Training After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17. <https://doi.org/10.26603/001c.33151>

- Kotsifaki, A., Rossom, S. Van, Whiteley, R., Korakakis, V., Bahr, R., Sideris, V., & Jonkers, I. (2022). Single leg vertical jump performance identifies knee function deficits at return to sport after ACL reconstruction in male athletes. *British Journal of Sports Medicine*, *56*(9), 490. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104692>
- Kotsifaki, R., Korakakis, V., King, E., Barbosa, O., Maree, D., Pantouveris, M., Bjerregaard, A., Luomajoki, J., Wilhelmsen, J., & Whiteley, R. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, *bjsports-2022-106158*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106158>
- Lepley, A. S., & Lepley, L. K. (2022). Mechanisms of Arthrogenic Muscle Inhibition. *Journal of Sport Rehabilitation*, *31*(6), 707–716. <https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0479>
- Molina-Molina, A., Malagón, E. J., Carrillo-Perez, F., Roche Seruendo, L. E., Damas, M., Banos, O., & Pinillos, F. (2020). Validation of mDurance, A Wearable Surface Electromyography System for Muscle Activity Assessment. *Frontiers in Physiology*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.606287>
- Murawski, C. D., van Eck, C. F., Irrgang, J. J., Tashman, S., & Fu, F. H. (2014). Operative Treatment of Primary Anterior Cruciate Ligament Rupture in Adults. *JBJS*, *96*(8). https://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/2014/04160/Operative_Treatment_of_Primary_Anterior_Cruciate.10.aspx
- Patterson, B. E., Barton, C. J., Culvenor, A. G., Cooper, R. L., & Crossley, K. M. (2021). Exercise-therapy and education for individuals one year after anterior cruciate ligament reconstruction: a pilot randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *22*(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03919-6>
- Roe, C., Jacobs, C., Hoch, J., Johnson, D., & Noehren, B. (2021). Test Batteries After Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Sports Health*, *14*, 19417381211009470. <https://doi.org/10.1177/19417381211009473>
- Sanders, T. L., Maradit Kremers, H., Bryan, A. J., Larson, D. R., Dahm, D. L., Levy, B. A., Stuart, M. J., & Krych, A. J. (2016). Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *The American Journal of Sports Medicine*, *44*(6), 1502–1507. <https://doi.org/10.1177/0363546516629944>
- Sonnery-Cottet, B., Hopper, G. P., Gousopoulos, L., Vieira, T. D., Thaunat, M., Fayard, J.-M., Freychet, B., Ouanezar, H., Cavaignac, E., & Saithna, A. (2022). Arthrogenic Muscle Inhibition Following Knee Injury or Surgery: Pathophysiology, Classification, and

- Treatment. *Video Journal of Sports Medicine*, 2(3), 26350254221086296. <https://doi.org/10.1177/26350254221086295>
- van Melick, N., van Cingel, R. E. H., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hullegie, W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2016). Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1506. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>
- van Melick, N., van der Weegen, W., & van der Horst, N. (2021). Quadriceps and Hamstrings Strength Reference Values for Athletes With and Without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Who Play Popular Pivoting Sports, Including Soccer, Basketball, and Handball: A Scoping Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(3), 142–155. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10693>
- Webster, K. E., & Feller, J. A. (2019). Expectations for Return to Preinjury Sport Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 47(3), 578–583. <https://doi.org/10.1177/0363546518819454>
- Webster, K. E., & Hewett, T. E. (2019). What is the Evidence for and Validity of Return-to-Sport Testing after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 49(6), 917–929. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01093-x>

9. ANNEXOS

Figura 1

Imatges de les accions desencadenants del mecanisme lesional de la ruptura el LLEA en accions d'entrada pròpia o de pressió.



Figura 2

Imatges de les accions desencadenants del mecanisme lesional de la ruptura del LLEA en accions que es rep una entrada del rival.



Figura 3

Imatge del mecanisme lesional en accions de no contacte.

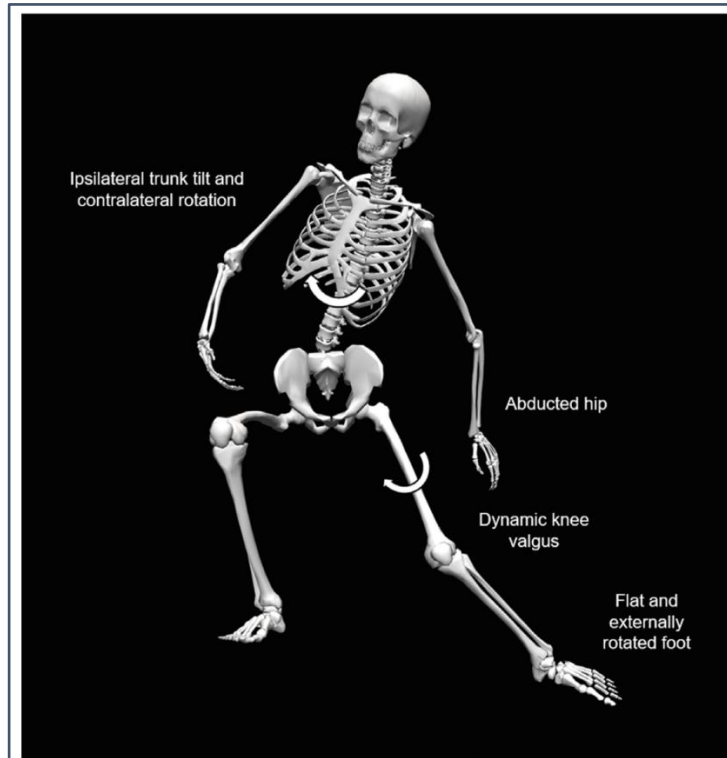


Figure 4 Frequently observed mechanism for non-contact ACL injuries during pressing situation.

Figura 4

Descripció d'els diferents tècniques utilitzades per la reconstrucció del LLEA.

Graft Choice	Advantages	Disadvantages
Bone-patellar tendon-bone	<ul style="list-style-type: none"> • Bone-to-bone healing in both tunnels • Comparable stiffness to native ACL 	<ul style="list-style-type: none"> • Not suitable for double-bundle reconstruction • Risk of anterior kneeling pain • Invasive, large incision • Risk of patellar fracture • Fixed length • Weaker than native ACL
Hamstring	<ul style="list-style-type: none"> • Ease of harvest • Cosmesis • Minimal donor site morbidity • Comparable strength to native ACL 	<ul style="list-style-type: none"> • Soft-tissue healing • Graft size can be unpredictable • Not suitable for certain athletes who rely heavily on their hamstring muscles • Less stiffness than native ACL
Quadriceps tendon	<ul style="list-style-type: none"> • Large graft • Can be used for single or double-bundle reconstruction • Option of a one-sided bone block 	<ul style="list-style-type: none"> • Invasive, large incision • Risk of patellar fracture
Allograft	<ul style="list-style-type: none"> • No donor site morbidity • Available in various types and sizes 	<ul style="list-style-type: none"> • Theoretical risk of disease transmission • Longer healing time • Increased risk of rerupture, especially in younger patients and irradiated grafts

Nota. Extret de *Operative treatment of primary anterior cruciate ligament rupture in adults*, de Murawski et al., 2014.

Figura 5

Esquema del mecanisme de producció de la IMA.

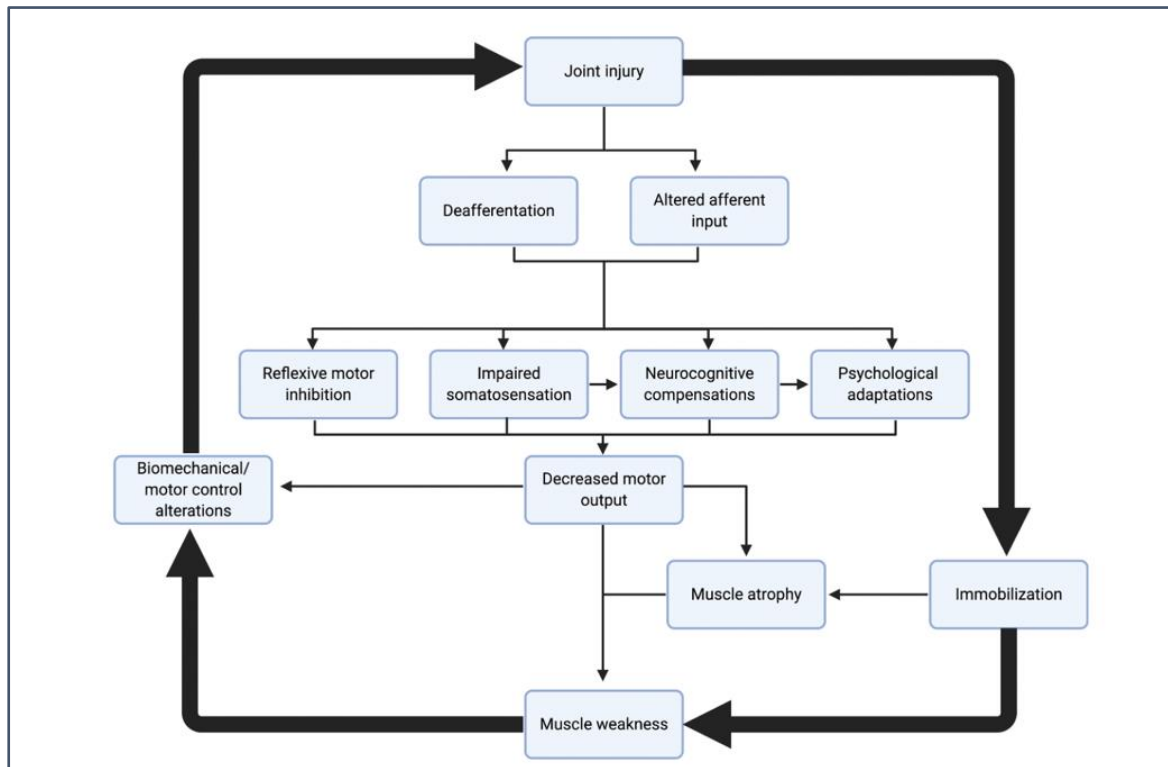


Figura 6

Descripció del procés neurològic del mecanisme de la IMA.

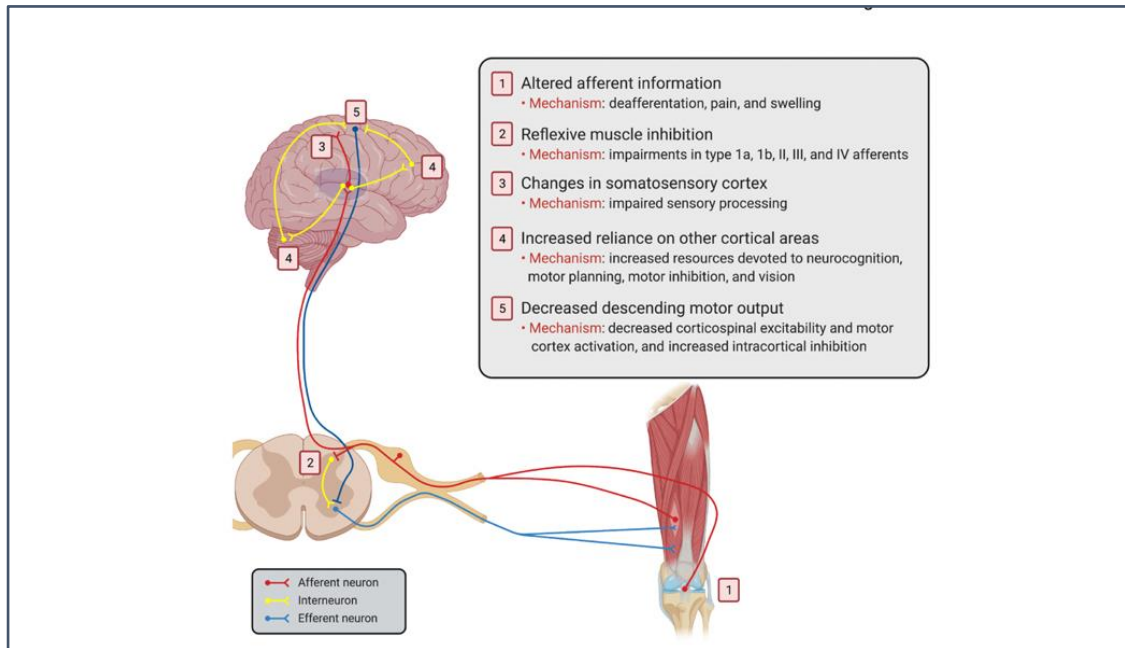


Figura 7

Exemple de planificació del preoperatori de rehabilitació.

ACL PREHABILITATION IMPROVES POSTOPERATIVE STRENGTH				e67
Table 1. Sample ACL Prehabilitation Program Beginning Six Weeks Before Reconstruction				
Phase I (~0-3 weeks)		Phase II (~3-6 weeks)		
Goal	Normalize ROM	Goal	Normalize ROM	
Heel slides with strap		Heel slides with strap		
Seated knee flexion stretch		Seated knee flexion stretch		
Prone hangs		Prone hangs		
Heel prop				
Semicircles on bike		Bike		
Hamstring and gastroc stretches		Hamstring and gastroc stretches		
Manual PROM from PT		Manual PROM from PT		
Goal	Decrease Swelling and Inflammation	Goal	Decrease Swelling and Inflammation	
Ankle pumps		Ankle pumps		
Post-treatment cryotherapy/squid		Post-treatment cryotherapy/squid		
Manual retrograde massage from PT		Manual retrograde massage from PT		
Goal	Increase Strength	Goal	Increase Strength	
Quad sets		Standing TKEs with resistance band		
SLR 4 way		Long-arc quads		
Bridging		Squats		
Hamstring curls		Hamstring ball curls		
Heel raises bilateral		Heel raises unilateral		
Side-lying clamshells		Sidestepping with TheraBand		
Step ups		Leg press		
Sit to stand or squats		Split squats or single-leg squats		
Wall slides		RDLs		
Blood flow restriction		Blood flow restriction		
Goal	Improve Balance/Proprioception	Goal	Improve Balance/Proprioception	
Single-leg balance		Single-leg balance on uneven surfaces		
Tandem stance		Tandem walk		
Double-leg balance on uneven surface		Single-leg balance star taps		
<p>Also identify any proximal and distal joint restrictions in range of motion (ROM) and strength, such as hip extension/external rotation, hip flexion/internal rotation, ankle dorsiflexion, and thoracolumbar spine ROM).</p> <p>If you have a dynamometer, measure unaffected limb open-chain knee extension strength for post-op limb symmetry index.</p>				

Nota. Extret de *ACL Prehabilitation improves postoperative strength and motion and Return to Sport i*

Athletes, de Cunha & Solomon, 2022.

Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after ACLR



Figure 1 Summary of the recommendations on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction.

Figura 6

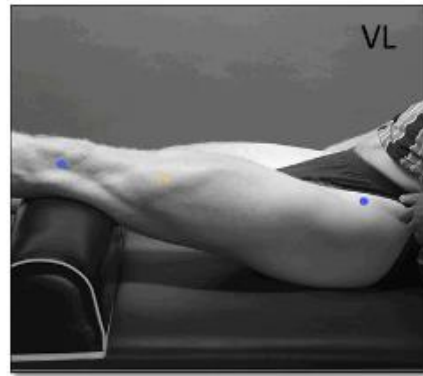
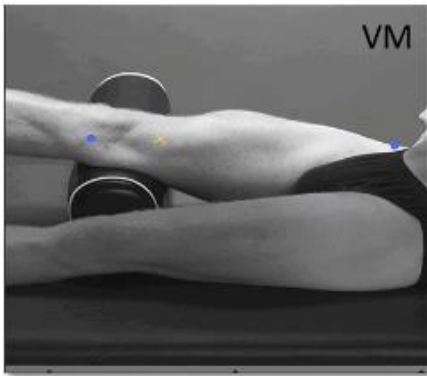


Figura 7 i 8

<http://www.seniam.org/>



Figura 9

(Calvo, 2017)

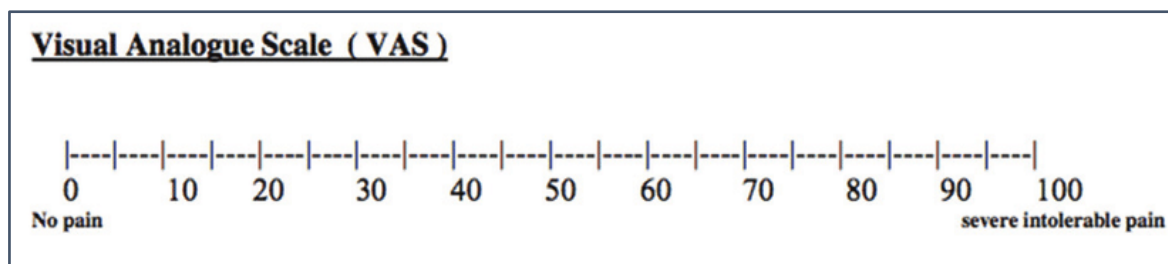


Figura 10

Table 8. Return-to-play checklist and recommendations based on results of the current study^a

Patient Return-to-Play Checklist	Recommendation
1. Patient's graft incorporation and graft strength has been considered	Not applicable
2. Patient's functional range of motion is restored	Knee flexion and extension range of motion
3. Patient has a stable knee with no pivot	KT-1000
4. Functional return of patient's core, hip, quadriceps, and hamstring strength has occurred, as determined by clinician discretion (can be measured by a variety of methods)	Quadriceps and hamstring strength
5. Patient's functional balance restored	Dynamic balance assessment
6. Patient attests or surgeon observes functional skills are performed adequately	Single-leg hop for distance
7. Patient is confident that he/she is ready to return to sport of interest	ACL-RSI and IKDC
8. Patient has been advised to participate in an ongoing ACL prevention/movement retraining program	Not applicable

^aACL, anterior cruciate ligament; ACL-RSI, ACL–Return to Sport after Injury Scale; IKDC, International Knee Documentation Committee.

Figura 11

(Roe et al., 2021)

LYSHOLM KNEE SCORING SCALE

This questionnaire is designed to give your Physical Therapist information as to how your knee problems have affected your ability to manage in everyday life. Please answer every section and mark only the ONE box which best applies to you at this moment.

Name: _____ Date: _____

SECTION 1 - LIMP

- I have no limp when I walk. (5)
- I have a slight or periodical limp when I walk. (3)
- I have a severe and constant limp when I walk. (0)

SECTION 2 - Using cane or crutches

- I do not use a cane or crutches. (5)
- I use a cane or crutches with some weight-bearing. (2)
- Putting weight on my hurt leg is impossible. (0)

SECTION 3 - Locking sensation in the knee

- I have no locking and no catching sensation in my knee. (15)
- I have catching sensation but no locking sensation in my knee. (10)
- My knee locks occasionally. (6)
- My knee locks frequently. (2)
- My knee feels locked at this moment.. (0)

SECTION 4 - Giving way sensation from the knee

- My knee gives way. (25)
- My knee rarely gives way, only during athletics or vigorous activity. (20)
- My knee frequently gives way during athletics or other vigorous activities. In turn I am unable to participate in these activities. (15)
- My knee frequently gives way during daily activities. (10)
- My knee often gives way during daily activities. (5)
- My knee gives way every step I take. (0)

SECTION 5 - PAIN

- I have no pain in my knee. (25)
- I have intermittent or slight pain in my knee during vigorous activities. (20)
- I have marked pain in my knee during vigorous activities. (15)
- I have marked pain in my knee during or after walking more than 1 mile. (10)
- I have marked pain in my knee during or after walking less than 1 mile. (5)
- I have constant pain in my knee. (0)

SECTION 6 - SWELLING

- I have swelling in my knee. (10)
- I have swelling in my knee only after vigorous activities. (6)
- I have swelling in my knee after ordinary activities. (2)
- I have swelling constantly in my knee. (0)

SECTION 7 - CLIMBING STAIRS

- I have no problems climbing stairs. (10)
- I have slight problems climbing stairs. (6)
- I can climb stairs only one at a time. (2)
- Climbing stairs is impossible for me. (0)

SECTION 8 - SQUATTING

- I have no problems squatting. (5)
- I have slight problems squatting. (4)
- I cannot squat beyond a 90deg. Bend in my knee. (1)
- Squatting is impossible because of my knee. (0)

Total: _____/100

Instructions: Please place a mark on the line to indicate the amount of pain you have had in your knee(s) in the past 24 hours.

RIGHT KNEE

No pain at all _____ Worst pain possible

LEFT KNEE

No pain at all _____ Worst pain possible

VIRGINIA THERAPY AND FITNESS CENTER
1831 Wiehle Avenue - Second Floor - Reston, VA 20190 - 703.709.1116 - www.vtfc.com

Figura 12

<http://www.lakarhuset.com/docs/lysholmkneescoringscale.pdf>

TABLE 3. Activity Score

10. Competitive sports Soccer—national and international elite	5. Work Heavy labor (<i>e.g.</i> , building, forestry)
9. Competitive sports Soccer, lower divisions Ice hockey Wrestling Gymnastics	Competitive sports Cycling Cross-country skiing
8. Competitive sports Bandy Squash or badminton Athletics (jumping, etc.) Downhill skiing	Recreational sports Jogging on uneven ground at least twice weekly
7. Competitive sports Tennis Athletics (running) Motorcross, speedway Handball Basketball	4. Work Moderately heavy labor (<i>e.g.</i> , truck driving, heavy domestic work)
Recreational sports Soccer Bandy and ice hockey Squash Athletics (jumping) Cross-country track findings both recreational and competitive	Recreational sports Cycling Cross-country skiing Jogging on even ground at least twice weekly
6. Recreational sports Tennis and badminton Handball Basketball Downhill skiing Jogging, at least five times per week	3. Work Light labor (<i>e.g.</i> , nursing) Competitive and recreational sports Swimming Walking in forest possible
	2. Work Light labor Walking on uneven ground possible but impossible to walk in forest
	1. Work Sedentary work Walking on even ground possible
	0. Sick leave or disability pension because of knee problems

Figura 13

Test de Legner

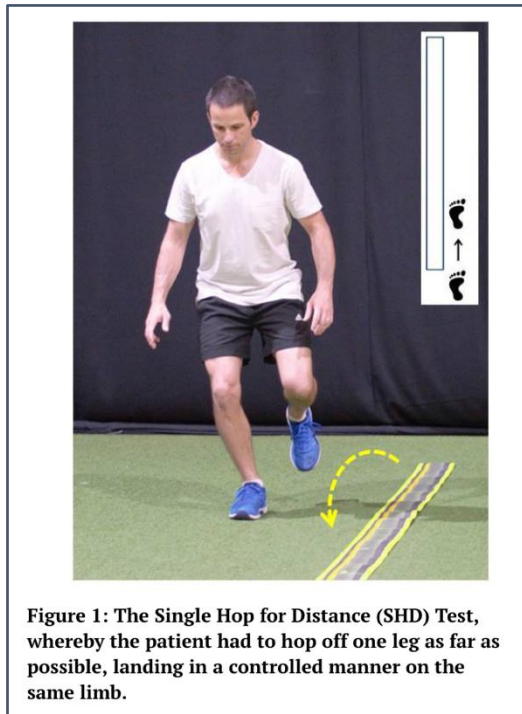


Figura 14
(Ebert et al., 2021)

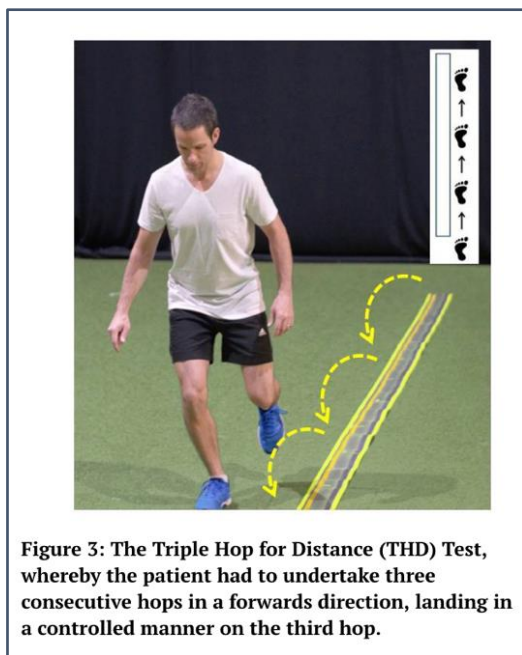


Figura 15
(Ebert et al., 2021)

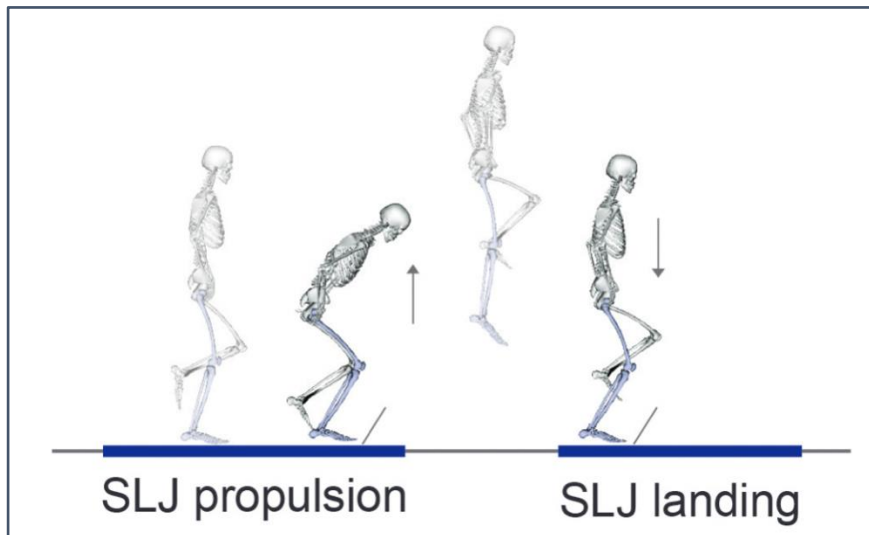


Figura 16

(A. Kotsifaki et al., 2022)

Figura 18

 YBT™ Y BALANCE TEST	SCORE SHEET	NAME: _____
		DATE: ____/____/____

Lower Quarter: Right LE Limb Length: _____ cm (Distal ASIS to Distal Medial Malleolus)

DIRECTION	GREATEST RIGHT	GREATEST LEFT
Anterior		
Posteromedial		
Posterolateral		

Upper Quarter: Right UE Limb Length: _____ cm (C7 to tip of Longest Finger)

DIRECTION	RIGHT TRIAL 1	RIGHT TRIAL 2	RIGHT TRIAL 3
Medial			
Inferolateral			
Superolateral			

LEFT TRIAL 1	LEFT TRIAL 2	LEFT TRIAL 3

DIRECTION	GREATEST RIGHT	GREATEST LEFT
Medial		
Inferolateral		
Superolateral		

Composite Right Score: Upper _____ Lower _____

Composite Left Score: Upper _____ Lower _____

Composite Reach Distance:

Composite score = ((sum of the greatest reach in each direction) / (3 x Limb Length)) x 100.

Calculate the composite scores for left and right separately.

Research validated composite score cut points for age, gender, and sport/activity are available through the Move2Perform software www.move2perform.com

Figura 19

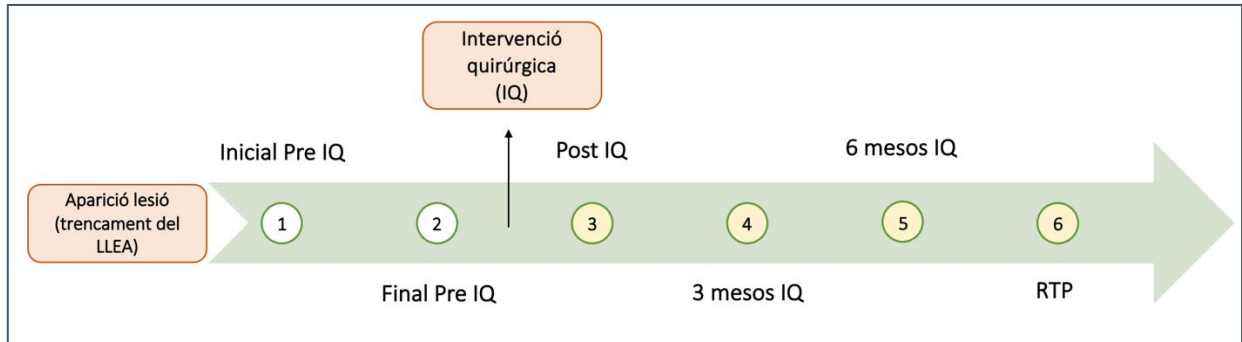


Figura 19

		TIPOLOGIA DE VALORACIONS						ACTIVACIÓ MUSCULAR
		FORÇA MUSCULAR		ROM				
				ROM ACTIU		ROM PASSIU		
		EXTENSIÓ GENOLL	FLEXIÓ GENOLL	EXTENSIÓ GENOLL	FLEXIÓ GENOLL	EXTENSIÓ GENOLL	FLEXIÓ GENOLL	
TIMELINE	INICIAL PRE IQ	X	X	X	X	X	X	X
	FINAL PRE IQ	X	X	X	X	X	X	X
	POST IQ			X	X	X	X	X
	3 MESOS IQ	X	X	X	X	X	X	X
	6 MESOS IQ	X	X	X	X	X	X	X
	RTP	X	X	X	X	X	X	X

		TIPOLOGIA DE VALORACIONS							
		EDEMA	DOLOR	RTP					EQUILIBRI DINÀMIC
				ESCALA SUBJECTIVA GENOLL		TESTS FUNCIONALS			
		PERIMETRIA	EVA	LYSHOLM SCORE	TAS	SHD	THD	SLVJ	YBT
TIMELINE	INICIAL PRE IQ	X	X						
	FINAL PRE IQ	X	X						
	POST IQ	X	X						
	3 MESOS IQ	X	X						
	6 MESOS IQ	X	X						
	RTP	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 20

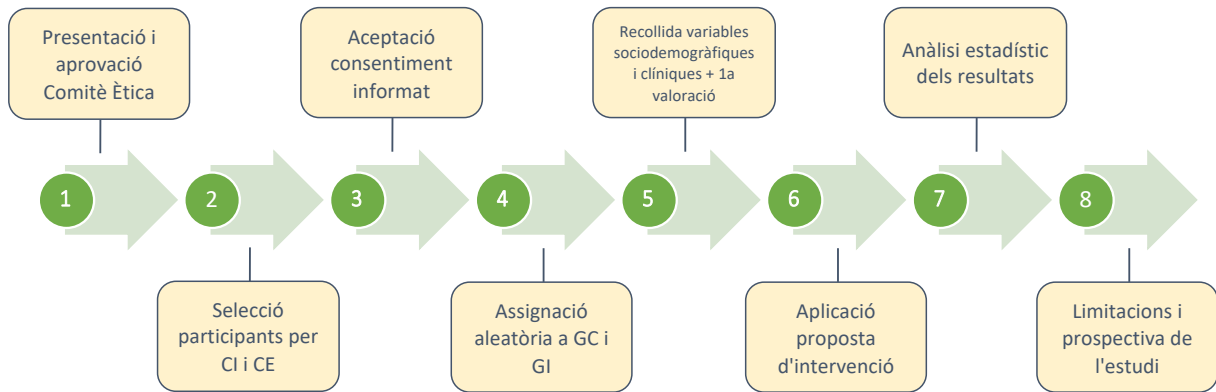


Figura 21

PROGRAMA REHABILITACIÓ PRE IQ: FASE 1 (0 - 2a SETMANA)					
OBJECTIU	EXERCICI	DESCRIPCIÓ	SÈRIES	REPETICIONS / TEMPS	CÀRREGA
Recuperar el ROM del genoll	Mobilització passiva flexió de genoll	En decúbit supí, realitzant flexions forçades manualment per part el fisioterapeuta.	1	3'	-
	Mobilització passiva extensió de genoll	Tècnica PNF: Amb el pacient en decúbit supí, es demanarà l'activació del quàdriceps alhora que el fisioterapeuta assistirà el moviment d'extensió de genoll.	1	3'	-
	Mobilitzacions passives de l'articulació femoropatellar	Subjecte en decúbit supí amb el tronc lleugerament incorporat i amb u coixí a sota del genoll. Des d'aquesta posició es mobilitzarà la ròtula en direcció craneo-caudal, de manera transversal i fent traccions de ròtula.	1 per maniobra	3'	-
Reduir la IMA present a l'extremitat afectada	Crioteràpia (pre sessió)	Immersió a un cubell de grans dimensions amb aigua amb gel. Temperatura? El pacient s'haurà de submergir fins a l'alçada de les espines iliaques anteriors.	1	5'	-
	Massoteràpia de l'extremitat afectada	Amb el pacient en decúbit supí, es farà una massatge superficial de la musculatura del quàdriceps i isquiosural mitjançant les mans del fisioterapeuta.	1	2'	-
	Contraccions voluntàries + TENS	Pacient en decúbit supí amb el tronc lleugerament incorporat i amb un coixí a sota del genoll afectat, provocant una flexió de genoll. Els electrodes es situaran al quàdriceps. Se li demana que realitzi extensió de genoll quan rep l'impuls elèctric per part del TENS. La duració de l'impuls serà de 100useg i 120Hz de freqüència.	1	8'	Gravitatòria (pròpi pes)
Guanyar força muscular de les extremitats inferiors, especialment del quàdriceps	Pont de gluti amb miniband als genolls	En decúbit supí al terra amb una flexió de maluc i de genolls de tal manera que la planta dels peus quedin en contacte amb el terra. La distància dels peus amb els glutis serà reduïda però sense arribar a tocar-se entre els mateixos. Es col·locarà una miniband en el 1/3 distal de la cuixa. Des d'aquesta posició, l'executant haurà d'elevat el maluc, quedant alineada amb els genolls i espatlles. La baixada serà suau i controlada fins arribar a contactar amb el terra.	2	12 reps	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
	Clam shell amb miniband	Des d'una posició de decúbit lateral i amb una flexió d'ambdós genolls i malucs, es realitzarà una abducció de la cama superior. Es col·locarà una miniband per sobre dels genolls.	2	12 reps	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
	Squat isomètric a paret	Se li demanarà al pacient que recolzi tota l'esquena a la paret i baixi els glutis fins arribar a una flexió màxima de 90°. Si no arriba, es quedarà en el seu límit.	4	20"	Gravitatòria (pròpi pes)
	Squat amb assistència TRX (BFR)	Amb el BFR situat a nivell del 1/3 proximal de la cuixa i a un 80% d'obstrucció, es demanarà que el pacient realitzi squats agafat de la TRX. Entre sèries el subjecte haurà de caminar i al finalitzar s'activarà el flux sanguini amb 2' de bicicleta estàtica.	4	30-15-15-15 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
	Flexió genoll amb fitball en decúbit supí	En decúbit supí i amb una fitball a sota de les cames, el pacient elevarà la pelvis i farà el moviment de flexió i extensió, apropant i allunyant la fitball dels seus glutis. Entre repeticions es descansarà la pelvis a terra.	2	12 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
	Step up	El subjecte haurà de pujar un step de l'alçada de mitja tibia amb una cama i la següent sèrie amb l'altre.	2	8 reps per cama	Gravitatòria (pròpi pes)
	Elevació talons bilateral en step	Amb els dos peus sobre un step, l'executant elevarà els dos talons simultàniament i tornarà a la posició inicial.	2	12 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
Recuperar l'equilibri, propiocepció corporal i estabilitat del genoll	Canvis de pes en bipedestació	El subjecte es situarà en bipedestació i haurà de desplaçar el pes a les següents direccions: anterior, posteriors, dreta i esquerra.	1	5 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)
	Canvis de pes en bipedestació	El subjecte es situarà en bipedestació i haurà de desplaçar el pes a les següents direccions: anterior, posteriors, dreta i esquerra. En aquest cas ho realitzarà amb els ulls tancats.	1	5 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)
	Cone reaching unipodal	Des d'una bipedestació unipodal, el pacient haurà de tocar els 4 cons situats al terra a anterior, posterior, dreta i esquerra de la seva posició a una distància de 50cm.	2 cada cama	3 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)

Figura 22

PROGRAMA REHABILITACIÓ PRE IQ: FASE 2 (2a - 5a SETMANA)					
OBJECTIU	EXERCICI	DESCRIPCIÓ	SÈRIES	REPETICIONS / TEMPS	CÀRREGA
Recuperar el ROM del genoll	Mobilització passiva flexió de genoll	En decúbit supí, realitzant flexions forçades manualment per part del fisioterapeuta.	1	3'	-
	Mobilització passiva extensió de genoll	Tècnica PNF: Amb el pacient en decúbit supí, es demanarà l'activació del quàdriceps alhora que el fisioterapeuta assistirà el moviment d'extensió de genoll.	1	3'	-
	Mobilitzacions passives de l'articulació femoropatelar	Subjecte en decúbit supí amb el tronc lleugerament incorporat i amb u coixí a sota del genoll. Des d'aquesta posició es mobilitzarà la ròtula en direcció craneo-caudal, de manera transversal i fent traccions de ròtula.	1 per maniobra	3'	-
Reduir la IMA present a l'extremitat afectada	Crioteràpia (pre sessió)	Immersió a un cubell de grans dimensions amb aigua amb gel. El pacient s'haurà de submergir fins a l'alçada de les espines ilíaques anteriors.	1	5'	-
	Massoteràpia de l'extremitat afectada	Amb el pacient en decúbit supí, es farà una massatge superficial de la musculatura del quàdriceps i isquiosural mitjançant les mans del fisioterapeuta.	1	2'	-
	Contraccions voluntàries + TENS	Pacient en decúbit supí amb el tronc lleugerament incorporat i amb un coixí a sota del genoll afectat, provocant una flexió de genoll. Els electrodes es situaran al quàdriceps. Se li demana que realitzi extensió de genoll quan rep l'impuls elèctric per part del TENS. La duració de l'impuls serà de 100useg i 120Hz de freqüència.	1	8'	Gravitatòria (pròpi pes)
	Contraccions voluntàries amb biofeedback	Mateixa posició per part del subjecte que en el exercici anterior. En aquest cas en comptes de col·locar TENS al quàdriceps, es posaran electrodes d'EMGc al vast intern per estimular una major contracció del pacient.	2	20 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
Guanyar força muscular de les extremitats inferiors, especialment del quàdriceps	Pont de gluti unilateral amb miniband	En decúbit supí al terra amb una flexió de maluc i de genoll de tal manera que la planta del peu que treballa queda en contacte amb el terra. La distància dels peus amb els glutis serà reduïda però sense arribar a tocar-se entre els mateixos. Es col·locarà una miniband en el 1/3 distal de la cuixa. Des d'aquesta posició, l'executant haurà d'elevant el maluc, quedant alineada amb el genoll i espatlla. La baixada serà suau i controlada fins arribar a contactar amb el terra.	2	12 reps	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
	Clam shell amb miniband	Des d'una posició de decúbit lateral i amb una flexió d'ambdós genolls i malucs, es realitzarà una abducció de la cama superior. Es col·locarà una miniband per sobre dels genolls.	2	12 reps	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
	Squat isomètric a paret	Se li demanarà al pacient que recolzi tota l'esquena a la paret i baixi els glutis fins arribar a una flexió màxima de 90º. Si no arriba, es quedarà en el seu límit.	4	20"	Gravitatòria (pròpi pes)
	Split squat amb BFR	Amb el BFR situat a nivell del 1/3 proximal de la cuixa i a un 80% d'obstrucció, es demanarà que el pacient realitzi split squats. Entre sèries el subjecte haurà de caminar i al finalitzar s'activarà el flux sanguini amb 2' de bicicleta estàtica.	4	30-15-15-15 reps	Gravitatòria (manuella de 10kg)
	Romanian Deadlift	Des d'una bipedestació bilateral, es realitzarà un pes mort amb un pes moderat. Es semiflexionaran els genolls i l'objectiu és que la pelvis basculi anteriorment mentre que els malucs no descendeixen cap al terra.	2	12 reps	Gravitatòria (manuella de 10kg)
	Premsa de cames bilateral	El subjecte s'asseurà a la màquina i amb els dos peus ubicats a la premsa en posició neutra, realitzarà l'extensió de genolls i tornarà a la posició inicial.	2	8 reps per cama	Gravitatòria (2 discos de 5kg)
	Elevació talons concèntric bilateral / excèntric unilateral en step	Amb els dos peus sobre un step, l'executant elevarà els dos talons simultàniament i tornarà a la posició inicial tan sols amb una cama, l'altre quedarà a l'aire.	2	12 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
Recuperar l'equilibri, propiocepció corporal i estabilitat del genoll	Cone reaching unipodal constraints	Des d'una bipedestació unipodal, el pacient haurà de tocar els 4 cons situats al terra a anterior, posterior, dreta i esquerra de la seva posició a una distància de 50cm. El fisioterapeuta nombrarà els colors que ha d'anar a tocar.	2 cada cama	3 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)
	Aterratges propi pes corporal	En bipedestació el pacient s'extendrà completament, buscant estirar el seu cos en direcció al sostre el màxim possible. Des d'aquesta posició es realitzarà un aterratge a una cama	2	8 per cada cama	Gravitatòria (pròpi pes)
	Desplaçaments laterals	Subjecte en bipedestació, desplaçarà el pes cap a una extremitat quedant-se en recolzament unipodal. A continuació es farà el mateix moviment cap a l'altre cama. No es busca realitzar un salt, simplement es desplaçar el pes i aterrar amb poc impacte.	2	8 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)
Familiaritzar al pacient amb els exercicis i la marxa en descàrrega pel post operator	Deambulacions amb dues croses	-	1	2'	-

Figura 23

PROGRAMA REHABILITACIÓ POST IQ: FASE 1 (0 - 4a SETMANA)					
OBJECTIU	EXERCICI	DESCRIPCIÓ	SÈRIES	REPETICIONS / TEMPS	CÀRREGA
Assolir els 0º d'extensió de genoll de manera activa i passiva	Mobilització passiva flexió de genoll	En decúbit supí, realitzant flexions forçades manualment per part del fisioterapeuta.	1	3'	-
	Mobilització passiva extensió de genoll	Tècnica PNF: Amb el pacient en decúbit supí, es demanarà l'activació del quàdriceps alhora que el fisioterapeuta assistirà el moviment d'extensió de genoll.	1	3'	-
	Mobilitzacions passives de l'articulació femoropatelar	Subjecte en decúbit supí amb el tronc lleugerament incorporat i amb u coixí a sota del genoll. Des d'aquesta posició es mobilitzarà la ròtula en direcció craneo-caudal, de manera transversal i fent traccions de ròtula.	1 per maniobra	3'	-
Reduir la IMA present a l'extremitat afectada + Reduir l'edema produït per la lesió	Crioteràpia (pre sessió)	Immersió a un cubell de grans dimensions amb aigua amb gel. El pacient s'haurà de submergir fins a l'alçada de les espines lliques anteriors.	1	5'	-
	Massoteràpia de l'extremitat afectada	Amb el pacient en decúbit supí, es farà una massatge superficial de la musculatura del quàdriceps i isquiosural mitjançant les mans del fisioterapeuta.	1	2'	-
	Contraccions voluntàries + TENS	Pacient en decúbit supí amb el tronc lleugerament incorporat. Els electrodes es situaran al quàdriceps. Se li demana que realitzi la contracció de quàdriceps (pujar la ròtula) quan rep l'impuls elèctric per part del TENS. La duració de l'impuls serà de 100useg i 120Hz de freqüència.	1	8'	Gravitatòria (pròpi pes)
	Contraccions voluntàries amb biofeedback	Mateixa posició per part del subjecte que en el exercici anterior. En aquest cas en comptes de col·locar TENS al quàdriceps, es posaran electrodes d'EMGc al vast intern per estimular una major contracció del pacient.	2	20 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
Guanyar massa muscular de tota la musculatura de la cama afectada (inici a la 2a setmana) *1a setmana exercicis actius l'extensió de genoll, elevacions de cama (flexors de maluc) i abductors de maluc en llitera.	Pont de gluti amb miniband als genolls	En decúbit supí al terra amb una flexió de maluc i de genolls de tal manera que la planta dels peus quedin en contacte amb el terra. La distància dels peus amb els glutis serà reduïda però sense arribar a tocar-se entre els mateixos. Es col·locarà una miniband en el 1/3 distal de la cuixa. Des d'aquesta posició, l'executant haurà d'elevat el maluc, quedant alineada amb els genolls i espatlles. La baixada serà suau i controlada fins arribar a contactar amb el terra.	2	12 reps	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
	Clam shell amb miniband	Des d'una posició de decúbit lateral i amb una flexió d'ambdós genolls i malucs, es realitzarà una abducció de la cama superior. Es col·locarà una miniband per sobre dels genolls.	2	12 reps	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
	Squat isomètric a paret	Se li demanarà al pacient que recolzi tota l'esquena a la paret i baixi els glutis fins arribar a una flexió màxima de 90º. Si no arriba, es quedarà en el seu límit.	4	20"	Gravitatòria (pròpi pes)
	Squat amb assistència TRX (BFR)	Amb el BFR situat a nivell del 1/3 proximal de la cuixa i a un 80% d'obstrucció, es demanarà que el pacient realitzi squats agafat de la TRX. Entre sèries el subjecte haurà de caminar i al finalitzar s'activarà el flux sanguini amb 2' de bicicleta estàtica.	4	30-15-15-15 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
	Flexió genoll amb fitball en decúbit supí	En decúbit supí i amb una fitball a sota de les cames, el pacient elevarà la pelvis i farà el moviment de flexió i extensió, apropant i allunyant la fitball dels seus glutis. Entre repeticions es descansarà la pelvis a terra.	2	12 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
	ADD contra pilota	En decúbit supí i amb una flexió de maluc de 60º aproximadament, el subjecte apretarà una fitball que tindrà entre els genolls de manera isomètrica durant 5".	2	12 reps	Fitball
	Extensió turmell amb goma	Amb els dos peus sobre un step, l'executant elevarà els dos talons simultàniament i tornarà a la posició inicial.	2	12 reps	Elàstica (goma de resistència baixa)
Evitar les adherències de les cicatrius produïdes per la IQ	Mobilitzacions passives de les cicatrius	Manualment per part del fisioterapeuta es mobilitzarà la cicatriu des dels costats en direccions oposades, també traçant cercles i un cop s'hagin extret els punts, amb ventosa.	1	2'	-
Iniciar la marxa en descàrrega i progressar en la càrrega del propi pes corporal sobre l'extremitat afectada	Deambulacions amb dues croses fins a no portar-ne	Inici progressiu de la marxa amb càrrega de la cama afectada. Supervisió de com el pacient l'executa i com puja i baixa escales.	1	4'	-

Figura 24

PROGRAMA REHABILITACIÓ POST IQ: FASE 2 (4a - 16a SETMANA)						
OBJECTIU	SETMANES	EXERCICI	DESCRIPCIÓ	SÈRIES	REPETICIONS / TEMPS	CÀRREGA
Tenir un ROM articular del genoll complet en tots els moviments de manera activa i passiva		Mobilització passiva flexió de genoll	En decúbit supí, realitzant flexions forçades manualment per part del fisioterapeuta.	1	3'	-
		Mobilització passiva extensió de genoll	Tècnica PNF: Amb el pacient en decúbit supí, es demanarà l'activació del quàdriceps alhora que el fisioterapeuta assistirà el moviment d'extensió de genoll.	1	3'	-
		Mobilitzacions actives de flexió i extensió	En decúbit supí en el terra, el pacient col·locarà un slider a sota del taló de la cama que treballa i amb totes dues cames completament estirades i relaxades. Des d'aquesta posició, la camà de slider realitzarà una flexió màxima i seguidament una extensió màxima.	2	15	Gravitatòria (pròpi pes)
Aconseguir una estabilitat funcional del genoll de manera activa		Dead bug	En decúbit supí amb flexió de malucs i de genolls de 90°, i una flexió de glenohumeral de 45°. El subjecte ha d'extendre completament alhora l'extremitat superior dreta i la inferior esquerra per seguidament tornar a la posició inicial. Es realitzarà exactament el mateix amb les altres extremitats.	2	8 per costat	Gravitatòria (pròpi pes)
		Press palfol	En bipedestació i amb una goma a les mans que està fixada lateralment a una estructura, el subjecte realitza una extensió de colzes i torna a la posició inicial. L'executant ha d'evitar que el seu tronc realitzi una rotació.	2	8 per costat	Elàstica (goma de resistència baixa)
		Canvis de pes en bipedestació	El subjecte es situarà en bipedestació i haurà de desplaçar el pes a les següents direccions: anterior, posteriors, dreta i esquerra.	1	5 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)
		Canvis de pes en bipedestació	El subjecte es situarà en bipedestació i haurà de desplaçar el pes a les següents direccions: anterior, posteriors, dreta i esquerra. En aquest cas ho realitzarà amb els ulls tancats.	1	5 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)
		Equilibri ulls tancats	En bipedestació des d'una posició de peus dividida, el pacient tancarà els ulls i haurà d'aconseguir mantenir l'estabilitat corporal i del genoll.	3	20" per costat	Gravitatòria (pròpi pes)
		Cone reaching unipodal	Des d'una bipedestació unipodal, el pacient haurà de tocar els 4 cons situats al terra a anterior, posterior, dreta i esquerra de la seva posició a una distància de 50cm.	2 cada cama	3 per cada direcció	Gravitatòria (pròpi pes)
Guanyar força i massa muscular de les extremitats inferiors	S E T M A N A 4 - 7	Pont de gluti unipodal	En decúbit supí al terra amb una flexió de maluc i de genoll de tal manera que la planta del peu quedi en contacte amb el terra. L'altre cama es troba en flexió sense contactar amb el terra. La distància del peu amb els glutis serà reduïda però sense arribar a tocar-se entre els mateixos. L'executant haurà d'eleva el maluc, quedant alineada amb els genolls i espatlles. La baixada serà suau i controlada fins arribar a contactar amb el terra.	2	12 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
		ADD amb miniband	En decúbit supí al terra amb una flexió de maluc i de genolls de tal manera que la planta dels peus quedin en contacte amb el terra. La distància dels peus amb els glutis serà reduïda però sense arribar a tocar-se entre els mateixos. Es col·locarà una miniband en el 1/3 distal de la cuixa. Des d'aquesta posició, es farà una ADD de maluc, augmentant així la tensió de la miniband	2	12 reps	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
		Extensió genoll	Subjecte en sedestació amb les cames penjant de la llitera i aquest haurà de realitzar l'extensió.	4	10 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
		Squat	Subjecte en bipedestació, amb els peus a la mateixa alçada que els malucs. L'executant haurà de realitzar el gest d'asseure's a una cadira i tornar a la posició inicial.	2	10 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
		Flexió genoll amb goma	En decúbit pro amb una goma a la cara posterior del turmell, el subjecte realitzarà una flexió de genoll.	4	10 reps	Elàstica (goma de resistència baixa)
		Romanian Deadlift	Des d'una bipedestació bilateral, es realitzarà un pes mort amb un pes moderat. Es semiflexionaran els genolls i l'objectiu és que la pelvis basculi anteriorment mentre que els malucs no descendeixen cap al terra.	2	10 reps	Gravitatòria (pròpi pes)
		ADD amb goma	Subjecte en decúbit supí amb una goma en la cara interna del turmell. Des d'aquesta posició haurà de fer una ADD i a continuació una ABD que és quan es generarà la tensió a la goma.	4	10 reps	Elàstica (goma de resistència baixa)
		Elevació talons bilateral en step	Amb els dos peus sobre un step, l'executant elevarà els dos talons simultàniament i tornarà a la posició inicial.	2	10 reps	Gravitatòria (pròpi pes)

Guanyar força i massa muscular de les extremitats inferiors	S E T M A N A 8 -	Pont de gluti unipodal amb miniband	En decúbit supí al terra amb una flexió de maluc i de genoll de tal manera que la planta del peu quedi en contacte amb el terra. L'altre cama es troba en flexió sense contactar amb el terra. Es col·locarà a una miniband a l'alçada dels genolls. La distància del peu amb els glutis serà reduïda però sense arribar a tocar-se entre els mateixos. L'executant haurà d'elevat el maluc, quedant alineada amb els genolls i espatlles. La baixada serà suau i controlada fins arribar a contactar amb el terra.	2	10 reps per costat	Elàstica (1 miniband de resistència intermitja)
		ABD en posició de peus dividida	En bipedestació i amb una posició dividida de peus i amb una goma per la cara externa del genoll, el subjecte haurà de realitzar una ABD amb la cama que té la goma (cama anterior).	2	10 reps per costat	Elàstica (goma de resistència baixa)
		Extensió genoll amb goma	Subjecte en sedestació amb les cames penjant de la llitera i amb una goma al 1/3 distal de la tibia aquest haurà de realitzar l'extensió.	4	10 reps	Elàstica (goma de resistència baixa)
		Squat amb pes	Subjecte en bipedestació, amb els peus a la mateixa alçada que els malucs. L'executant haurà de realitzar el gest d'asseure's a una cadira i tornar a la posició inicial.	3	12 reps	Gravitòria (manuella de 10kg)
		Flexió genoll amb goma	En decúbit pro amb una goma a la cara posterior del turmell, el subjecte realitzarà una flexió de genoll.	4	10 reps	Elàstica (goma de resistència baixa)
		Romanian Deadlift amb pes	Des d'una bipedestació bilateral, es realitzarà un pes mort amb un pes moderat. Es semiflexionaran els genolls i l'objectiu és que la pelvis basculi anteriorment mentre que els malucs no descendeixen cap al terra.	3	12 reps	Gravitòria (manuella de 10kg)
		Squat lateral amb pes	Subjecte en bipedestació amb una gran separació entre tots dos peus. Des d'aquesta posició i amb una manuella a les mans, el pacient desplaçarà el pes cap a una extremitat i a continuació cap a l'altre.	3	12 reps	Gravitòria (manuella de 10kg)
		Elevació talons concèntric bilateral / excèntric unilateral en step	Amb els dos peus sobre un step, l'executant elevarà els dos talons simultàniament i tornarà a la posició inicial tan sols amb una cama, l'altre quedarà a l'aire.	2	10 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
	S E T M A N A 1 2 -	Hip Thrust	Posició de decúbit supí, amb les espatlles sobre un step i els dos peus en contacte amb el terra i provocant una flexió de genolls de 90°. La manuella es situarà sobre els malucs. El subjecte elevarà els malucs, quedant aquesta a la mateixa alçada que les espatlles i els genolls i tornarà a la posició inicial.	3	12 reps	Gravitòria (manuella de 10kg)
		Step up	El subjecte haurà de pujar un step de l'alçada de mitja tibia amb una cama i la següent sèrie amb l'altre.	2	8 reps per cama	Gravitòria (pròpi pes)
		Split squat	En bipedestació i amb una posició dividida de peus, amb una manuella a la mà del costat de la cama que està darrere, realitzarà una flexió de genoll desplaçant el pes coporal cap al terra i tornant a la posició inicial.	3	12 reps	Gravitòria (manuella de 10kg)
		Romanian Deadlift unipodal	Des d'una bipedestació bilateral, es realitzarà un pes mort amb un pes moderat. Es semiflexionaran els genolls i l'objectiu és que la pelvis basculi anteriorment mentre que els malucs no descendeixen cap al terra.	3	10 reps per costat	Gravitòria (pròpi pes)
		Copenhaguen plank	En posició de planxa lateral, el subjecte recolçarà la cara interna de la cama sobre un step i elevarà el tronc sense que la cama que queda per sota contacti amb el terra. L'exercici serà isomètric mantenint aquesta posició.	2	20" per costat	Gravitòria (pròpi pes)
		Elevació talons unipodal	Pacient en bipedestació unipodal sobre step haurà d'elevat el taló de la cama que està recolçada.	3	12 reps	Gravitòria (pròpi pes)
Reeducació de la marxa	Deambulacions sense croses	Realitzar circuits de deambulacions amb diferents obstacles (piques a terra, cons...) i amb diferents tipologies de recolçaments (un peu davant de l'altre, ulls oberts/tancats...).	2 per circuit	1'	Gravitòria (pròpi pes)	

Figura 25

PROGRAMA REHABILITACIÓ POST IQ: FASE 3 (16a - 39a SETMANA)						
SETMANES	OBJECTIU	EXERCICI	DESCRIPCIÓ	SÈRIES	REPETICIONS / TEMPS	CÀRREGA
S E T M A N A 1 6 - 2 3	Treballar la potència	Frenada anterior	Des d'una bipedestació bipodal, el subjecte avançarà una cama i amb aquesta mateixa frenarà el desplaçament del pes corporal.	2	10 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
		Step up	En posició dividida de peus, el subjecte realitza una triple flexió per recolçar un peu sobre un step de manera explosiva. A continuació torna a la posició inicial.	2	8 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
		Frenada lateral	Des d'una bipedestació bipodal, el subjecte desplaçarà una cama cap a un costat i amb aquesta mateixa frenarà el desplaçament del pes corporal.	2	10 per cada direcció	Gravitòria (pròpi pes)
		Squat jump	Subjecte en bipedestació, amb els peus a la mateixa alçada que els malucs. L'executant haurà de realitzar el gest d'asseure's a una cadira i realitzar un salt en el moment de tornar a la posició inicial.	2	10 per cada direcció	Gravitòria (pròpi pes)
		Kettlebell swing	Pacient en bipedestació amb els peus a l'alçada dels malucs. Amb una kettlebell a les mans, haurà de realitzar un moviment de bisagra de maluc de manera explosiva, desplaçant així la pesa de posterior a anterior.	1	5 per cada direcció	Gravitòria (kettlebell de 12kg)
		Frenada posterior	Des d'una bipedestació bipodal, el subjecte desplaçarà una cama cap a un costat i amb aquesta mateixa frenarà el desplaçament del pes corporal.	3	20" per costat	Gravitòria (pròpi pes)
	Treballar la pliometria	Aterratges propi pes corporal	En bipedestació el pacient s'endrà completament, buscant estirar el seu cos en direcció al sostre el màxim possible. Des d'aquesta posició i sense deixar de contactar amb els peus al terra, es desplaçarà el pes corporal direcció al terra, aterrant a una cama	2	8 per cada cama	Gravitòria (pròpi pes)
		Desplaçaments laterals	Subjecte en bipedestació, desplaçarà el pes cap a una extremitat quedant-se en recolzament unipodal. A continuació es farà el mateix moviment cap a l'altre cama. No es busca realitzar un salt, simplement es desplaçarà el pes i aterrar amb poc impacte.	2	8 per cada direcció	Gravitòria (pròpi pes)
		Salts bilaterals	Des d'una bipedestació, el subjecte realitzarà salts bipodals amb recepcions també bipodals.	2	10 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		Split jump sobre step	En posició dividida de peus, amb el peu de davant sobre un step, el subjecte realitza salts aterrant en la mateixa posició.	2	8 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
		Salts unilaterals	Des d'una bipedestació unipodals, el subjecte realitzarà salts bipodals amb recepcions també unipodals sense desplaçament.	2	10 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		Split jump sobre step (amb canvi)	En posició dividida de peus, amb el peu de davant sobre un step, el subjecte realitza salts i absn d'aterrar ha d'invertir la posició dels peus.	2	8 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
	Reintroducció a la carrera	Sèrie 1	Sobre una cinta de córrer, el subjecte realitzarà 150 metres caminant i 150m corrent a ritme suau.	10	150m / 150m	-
		Sèrie 2	Sobre una cinta de córrer, el subjecte realitzarà 150 metres caminant i 300m corrent a ritme suau.	7	150m / 300m	-
S E T M A N A 2 4 - 3 1	Treballar les habilitats motrius bàsiques <i>*En aquest bloc de treball la progressió s'establirà en els constrains, generant una tipologia de tasques més oberta amb pressa de decisió.</i>	Canvi de direcció obert	Des de una bipedestació, el subjecte haurà de canviar la orientació corporal de frontal a dreta o esquerre i sempre ho farà recolçant primer la cama més propera al costat que es realitza.	2	8 per costat	-
		Desplaçaments laterals	El pacient haurà de realitzar desplaçaments laterals entre dos cons ubicats a 10 metres de distància entre ells	4	8 desplaçaments	-
		Canvi de direcció tancat	Des de una bipedestació, el subjecte haurà de canviar la orientació corporal de frontal a dreta o esquerre i sempre ho farà recolçant primer la cama més llunyana al costat que es realitza.	2	8 per costat	-
		Desplaçaments frontals	El pacient haurà de realitzar desplaçaments frontals entre dos cons ubicats a 10 metres de distància entre ells	3	8 desplaçaments	-
		Desplaçaments d'esquenes	El pacient haurà de realitzar desplaçaments frontals entre dos cons ubicats a 10 metres de distància entre ells	3	8 desplaçaments	-
		Girs 90º	Entre dos cons separats entre si per 10m, el subjecte realitzarà un desplaçament lateral i haurà de fer un gir a la meitat del recorregut per finalitzar amb una carrera frontal. La tornada es realitzarà per l'altre costat el gir.	3	8 desplaçaments	-
		Girs 180º	Entre dos cons separats entre si per 10m, el subjecte realitzarà una carrera frontal i haurà de fer un gir a la meitat del recorregut per finalitzar amb una carrera d'esquenes. La tornada es realitzarà a la inversa.	3	9 desplaçaments	-
		Girs 360º	Entre dos cons separats entre si per 10m, el subjecte realitzarà una carrera frontal i haurà de fer un gir a la meitat del recorregut per continuar la part final amb una carrera frontal. La tornada es realitzarà a fent la carrera d'esquenes	3	10 desplaçaments	-
	Treballar la pliometria <i>*En aquest bloc de treball la progressió s'establirà en els constrains, generant una tipologia de tasques més oberta amb pressa de decisió.</i>	Drop jump bilateral des de step	Des de dalt d'un step en recolçament bipodal, el subjecte aterrarà sobre el terra amb totes dues cames.	2	10 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		CMJ	Des d'una bipedestació, el subjecte realitzarà un contramoviment a màxima velocitat per realitzar un salt vertical i aterrar sobre les dues cames.	2	10 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		Split jump (mateixa cama)	En posició dividida de peus, el subjecte realitzarà salts verticals sense desplaçar-se i aterrant en la mateix posició inicial.	2	8 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
		Split jump (canviant cama)	En posició dividida de peus, el subjecte realitzarà salts verticals sense desplaçar-se i en la fase de vol haurà d'intercanviar la posició dels peus.	2	8 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
		Salt frontal bilateral	Des d'una bipedestació, el subjecte realitzarà salts bipodals frontals amb recepcions també bipodals.	2	10 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		Salt frontal unilateral	Des d'una bipedestació unilateral, el subjecte realitzarà salts unipodals frontals amb recepcions també unipodals.	2	8 per costat	Gravitòria (pròpi pes)
Reintroducció a la carrera	Sèrie 1	Sobre gespa artificial, el subjecte realitzarà 150 metres caminant i 450m corrent a ritme suau.	5	150m / 450m	-	
	Sèrie 2	Sobre gespa artificial, el subjecte realitzarà 3 kilòmetres corrent a ritme suau.	1	3km	-	

S E T M A N A 3 2 - 3 9	Treballar les habilitats motrius bàsiques <i>*En aquest bloc de treball la progressió s'establirà en els constrains, generant una tipologia de tasques més oberta amb pressa de decisió.</i> <i>**Alhora, en els canvis de direcció també es progressarà en l'angulació d'aquests.</i>	Canvi de direcció obert en carrera	El subjecte realitzarà una carrera frontal i haurà de canviar la direcció a dreta o a esquerra. Sempre el primer recolçament del canvi de direcció serà el proper del costat que es realitza.	2	8 per costat	-
		Desplaçaments laterals	El pacient haurà de realitzar desplaçaments laterals entre dos cons ubicats a 10 metres de distància entre ells	4	8 desplaçaments	-
		Canvi de direcció tancat en carrera	El subjecte realitzarà una carrera frontal i haurà de canviar la direcció a dreta o a esquerra. Sempre el primer recolçament del canvi de direcció serà el llunyà del costat que es realitza.	2	8 per costat	-
		Desplaçaments frontals	El pacient haurà de realitzar desplaçaments frontals entre dos cons ubicats a 10 metres de distància entre ells	3	8 desplaçaments	-
		Desplaçaments d'esquenes	El pacient haurà de realitzar desplaçaments frontals entre dos cons ubicats a 10 metres de distància entre ells	3	8 desplaçaments	-
		Girs 90º	Entre dos cons separats entre si per 10m, el subjecte realitzarà un desplaçament lateral i haurà de fer un gir a la meitat del recorregut per finalitzar amb una carrera frontal. La tornada es realitzarà per l'altre costat el gir.	3	8 desplaçaments	-
		Girs 180º	Entre dos cons separats entre si per 10m, el subjecte realitzarà una carrera frontal i haurà de fer un gir a la meitat del recorregut per finalitzar amb una carrera d'esquenes. La tornada es realitzarà a la inversa.	3	9 desplaçaments	-
		Girs 360º	Entre dos cons separats entre si per 10m, el subjecte realitzarà una carrera frontal i haurà de fer un gir a la meitat del recorregut per continuar la part final amb una carrera frontal. La tornada es realitzarà a fent la carrera d'esquenes	3	10 desplaçaments	-
	Treballar la plimetria	Pogo Jump	En bipedestació, el subjecte realitzarà salts sense flexionar els genolls, simplement aplicant força amb l'articulació del turmell.	2	15 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		Salts unilaterals amb desplaçament	En bipedestació unilateral, el pacient haurà de realitzar 3 salts rontals unilaterals seguits.	5 per cama	3 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		CMJ amb tanques	El subjecte haurà de realitzar un contramoviment i seguidament saltar una tanca.	2	10 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		Salt lateral bilateral	Entre dos cons situats a 6 metres de distància entre ells, el subjecte realitzarà salts bilaterals laterals.	2	10 reps	Gravitòria (pròpi pes)
		Salt lateral unilateral	Entre dos cons situats a 6 metres de distància entre ells, el subjecte realitzarà salts unilaterals laterals.	2	8 reps	Gravitòria (pròpi pes)
	Reintroducció a la carrera	Sèrie 1	Sobre gespa artificial, el subjecte realitzarà sèries de 3' corrent a ritme moderat. El descans serà actiu caminant.	6	3' de treball 3' de descans	-
		Sèrie 2	Sobre gespa artificial, el subjecte realitzarà 30" corrent a ritme alt. El descans serà actiu corrent a ritme suau.	8	30" de treball 2' de descans	-

Figura 26

ETAPES DEL PROJECTE D'ESTUDI	2022	2023																											
	DESEMBRE	GENER				FEBRER				MARÇ				ABRIL				MAIG				JUNY							
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
INTRODUCCIÓ, JUSTIFICACIÓ, HIPÒTESIS I OBJECTIUS																													
Revisió bibliogràfica																													
Redacció del marc teòric i antecedents																													
Redacció de la justificació																													
Redacció de les hipòtesis i objectius																													
METODOLOGIA																													
Disseny de l'estudi																													
Selecció mostra, criteris d'inclusió /exclusió																													
Variables d'estudi																													
Procediments																													
Descripció de a proposta d'intervenció																													
Anàlisi estadístic																													
Consideracions ètiques																													
LIMITACIONS I PROSPECTIVA																													
REDACCIÓ DE LA MEMÒRIA DEL TREBALL																													
DIFUSIÓ DEL TREBALL / DEFENSA																													

Figura 27

PRESSUPOST MATERIAL D'ESTUDI				
MATERIAL	PREU / UNITAT	UNITATS	PREU TOTAL	PROVEÏDOR
Cinta mètrica (SECA 203)	19,97 €	1	19,97 €	Sumevi
Bàscula (Tanita BC-601 Segment)	219,00 €	1	219 €	Fitness Digital
Dinamòmetre (Activ Force 2)	450,00 €	1	450 €	Iberian Sportshop
Llitera elèctrica (EASY 1)	549,99 €	1	549,99 €	Quirumed
Telèfon mòbil	0,00 €	1	0,00 €	Pròpi els investigadors
Portàtil	0,00 €	1	0,00 €	Pròpi els investigadors
Electromiògraf (Mdurance)	5.445,00 €	1	5.445,00 €	Fisaude
Cinta mètrica	12,40 €	1	12,40 €	Elk Sport
Kit plataforma de contacte DIN-A2	254,48 €	1	254,48 €	Chronojump-Boscosystem
Y Balance Test Kit	329,99 €	1	329,99 €	Iberian Sportshop
Bidó d'aigua crioteràpia	171,82 €	1	171,82 €	Denios
Electroestimulador TENS	37,99 €	1	37,99 €	Quirumed
Minibands (Panathletic)	10,99 €	1	10,99 €	Amazon
TRX (Corength)	19,99 €	1	19,99 €	Decathlon
Blow Flood Restriction (Air Band)	313,39 €	1	313,39 €	Iberian Sportshop
Step (Homcom)	28,99 €	1	28,99 €	Decathlon
Cons	14,99 €	1	14,99 €	Decathlon
Premsa de cames (Force USA F-CLP)	995,00 €	1	995,00 €	Titanium Strength
Fitball	19,99 €	1	19,99 €	Decathlon
Ventosa (Physiocare-product)	11,99 €	1	11,99 €	Amazon
Kettlebell 12kg	39,99 €	1	39,99 €	Decathlon
Manuella (10kg)	39,99 €	1	39,99 €	Decathlon
Goma elàstica	10,99 €	1	10,99 €	Decathlon
Cinta de córrer (Domyos)	499,99 €	1	499,99 €	Decathlon
Tanca (Boomfit)	10,90 €	1	10,90 €	Decathlon
Cingles	15,00 €	2	30,00 €	La Casa del Fisio
Bicicleta estàtica (Domyos)	199,99 €	1	199,99 €	Decathlon
Discos de 5kg (Corength)	23,99 €	2	47,98 €	Decathlon
Slider (Boomfit)	6,90 €	1	6,90 €	Decathlon
COST TOTAL DE L'ESTUDI			9.792,70 €	