



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

EFFECTIVITAT DE LA FISIOTERÀPIA AQUÀTICA POST-RECONSTRUCCIÓ DEL LLIGAMENT CREUAT ANTERIOR EN ESPORTISTES

TREBALL FINAL DE GRAU

MÒNICA LOZANO ARNAU
Monica.lozano@uvic.cat

4t curs de Fisioteràpia

Tutor del Treball Final de Grau: Pablo Ventura Martínez

Vic, 17 de Maig del 2019

Índex

1. Introducció	7
2. Antecedents i estat actual del tema	8
2.1 Anatomia de l'articulació del genoll i del Lligament Creuat Anterior	8
2.2 Lesió, repercussió i reconstrucció quirúrgica del Lligament Creuat Anterior	9
2.3 Fisioteràpia convencional del Lligament Creuat Anterior	12
2.4 La Fisioteràpia aquàtica	13
2.4.1 Beneficis de la Fisioteràpia Aquàtica	14
2.4.2 Tècniques i tipologia de Fisioteràpia Aquàtica	16
2.4.3 Programes de Fisioteràpia Aquàtica en la lesió del Lligament Creuat Anterior	17
2.5 Resum bibliogràfic i justificació del tema de recerca	19
3. Hipòtesis i objectius	22
4. Metodologia	23
4.1 Àmbit d'estudi	23
4.2 Disseny	23
4.3 Mostra i material	23
4.3.1 Critèris d'inclusió i exclusió	24
4.4 La intervenció	25
4.5 Variables i mètodes de mesura	26
4.5.1 Variables de l'estudi	26
4.5.2 Instruments i mètodes de mesura	29
4.6 Anàlisi dels registres	33
4.7 Limitacions de l'estudi	34
4.8 Aspectes ètics	35
5. Utilitat pràctica dels resultats	37
6. Conclusions i agraïments	38
7. Bibliografia	39
8. Annexes	44

Índex de taules

Taula 1: Diferències del medi terrestre vers el medi aquàtic	14
Taula 2: Hipòtesis i objectius	22
Taula 3: Variables independents de l'estudi	25
Taula 4 : Variables dependents de l'estudi	27
Taula 5 : Variables d'ajust de l'estudi	29
Taula 6 : Escala d'OXFORD	30
Taula 7: Recuperació de la ruptura del LCA (Hernández, Varela, Moraleda (2011).....	44
Taula 8: Protocol Noel Moon ACL Guideline (2015)	45
Taula 9: ACL Protocol Sport Medicine Clinic	48
Taula 10: ACL Reconstruction rehabilitation protocol (Millet, 2010).....	50
Taula 11: Guidelines for ACL Reconstruction in the Adult athlete (Sport medicine, 2018)	51
Taula 12: Protocol Melbourne Orthopaedic Group (2018).....	52
Taula 13: Protocol Oxford University Hospitals NHS Trust (Sam,2012).....	53
Taula 14: Protocol Brisbane knee & shoulder clínic	54
Taula 15: ACL rehabilitation protocol of north Sydney orthopaedic research group (Phelan; Long, 2012)	55
Taula 16: Rehabilitation Guide (Feller JA, Cooper R, Webster KE (2002)	56
Taula 17: Efectes de l'aigua en el cos humà en funció de la temperatura	58
Taula 18: Taula de registres de dades.....	60
Taula 19: Tractament grup control	63
Taula 20: Tractament grup intervenció	66

Índex de figures

Figura 1: Anatomia de l'articulació del genoll	8
Figura 2: Màquina isocinètica	31
Figura 3: Perimetria de l'EI	31
Figura 4: Escala EVA.	32
Figura 5: Goniòmetre de l'estudi.	32
Figura 6: Valoració del Balanç Articular en extensió de genoll	33
Figura 7: Valoració del Balanç Articular en flexió de genoll	33

RESUM

Objectiu: Avaluar si la fisioteràpia aquàtica (FA) ajuda a augmentar el grau de força muscular del quàdriceps i dels isquiotibials que han quedat atrofiats per la post-reconstrucció del Lligament Creuat Anterior (LCA).

Metodologia: L'estudi es realitza a través de la mútua de la Federació Catalana de futbol, bàsquet i esquí. Està basat en un disseny experimental comparatiu amb un grup control i un grup intervenció. S'ha seleccionat el programa de rehabilitació *Protocol Sports Medicine (2009)* per avaluar 5 ítems: grau de la força muscular, volum de la massa muscular i possibles edemes, grau del rang articular, intensitat del dolor i la funcionalitat de l'extremitat inferior d'aquells esportistes amateurs que han patit una lesió del LCA i han estat intervinguts quirúrgicament, a través del mètode "os-tendó-os" procedent del tendó dels isquiotibials.

L'estudi està destinat a 120 subjectes, 60 d'aquests pertanyen al grup d'intervenció (GI) i, per tant, realitzen el tractament conservador amb un suplement de FA. Els 60 restants figuren al grup control (GC) i desenvolupen el tractament conservador sense cap suplement aquàtic. Aquest tractament té una durada de 24 setmanes i es recullen les dades en 7 ocasions al llarg del tractament.

Limitacions: Percentatge d'abandonament i la no constància del tractament, el registre de resultats, el nombre de professionals necessaris i la manca de suport econòmic pel lloguer de les instal·lacions i del material.

Paraules clau: LCA, fisioteràpia aquàtica, força muscular i esportistes.

ABSTRACT

Aim: To evaluate if aquatic physiotherapy (AP) helps to increase quadriceps and hamstrings muscle strength degree that had been atrophied because of Anterior Cruciate Ligament (ACL) post-reconstruction.

Methodology: The study is conducted by the Catalan Federation mutual insurance company of football, basketball and ski. It is based on a cooperative experimental design with a control group and an intervention group. There has been selected a rehabilitation programme *Protocol Sports Medicine (2009)* to evaluate 5 items: muscle strength degree, volume of muscle mass and possible edemas, joint range of motion degree, pain intensity and lower limb functionality of athletes who had suffered an ACL injury and had been surgically treated by “bone-tendon- bone” method coming from the hamstring tendon.

The study is destined to 120 subjects, 60 of them pertain to the intervention group (IG) and, therefore, they do the conservative treatment with an AP supplement. The rest of people, specifically 60 people, are part from the control group (CG), and develop the conservative treatment without any aquatic supplement. This treatment has a duration of 24 weeks, and during it, there has been collected data on 7 occasions.

Limitations: Percentage of abandonment and to not be consistent during the treatment, results recording, the number of professionals needed and the lack of economic support to rent facilities and material.

Key words: ACL, aquatic physiotherapy , muscle strenght and athletes.

1. Introducció

El treball final de grau s'ha realitzat durant el curs acadèmic 2018-2019 en el grau de Fisioteràpia de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya. Aquest treball té com a objectiu realitzar una recerca científica sobre un tema d'interès per l'alumnat i realitzar un estudi científic aportant la informació nova extreta d'una pròpia investigació.

En aquesta investigació es pretén valorar si la fisioteràpia aquàtica (FA) ajuda a augmentar la força muscular de la musculatura atrofiada per la lesió del Lligament Creuat Anterior (LCA). Vaig triar aquest tema perquè aquest any he patit aquesta lesió jugant a futbol i volia realitzar una recerca sobre com afecta la FA en una lesió tant comuna en aquest esport. Un dels factors que tenia més curiositat en investigar era la força muscular, ja que després de fer la recerca bibliogràfica s'ha observat que és el que quedava més afectat.

En aquesta recerca, m'he marcat uns objectius personals proposats inicialment. Aquests són els següents:

- Saber realitzar una recerca científica i identificar les necessitats que té la població en la investigació.
- Tenir la capacitat d'aplicar la metodologia correcta a l'estudi.
- Adquirir un coneixement nou, per tal d'ampliar la recerca científica en el món de la fisioteràpia.

Pel que fa a l'estructura de l'estudi, consta de dues parts. La primera part està composta per un marc teòric on s'exposa tota la recerca científica de diferents autors sobre el tema d'investigació, per saber quins coneixements estan ja estudiats, quines necessitats té la població i el què es necessita investigar sobre la FA i la lesió del LCA. En aquesta part he necessitat l'ajuda de diferents cercadors per buscar informació científica validada, alguns d'aquests són: Dialnet, PubMed, Cochane, NHS evidence, entre d'altres.

Per altra banda, la segona part, consta d'uns objectius i unes hipòtesis marcades perquè posteriorment es pugui acotar la recerca i explicar la metodologia que s'utilitzarà en l'estudi. Per últim, es detalla la pràctica dels resultats que s'extraurien d'aquesta investigació.

Crec que realitzar aquest treball final de grau és una molt bona oportunitat per l'alumnat que està finalitzant el grau per aprendre a realitzar una investigació científica i poder endinsar-se en la recerca del món de la fisioteràpia.

2. Antecedents i estat actual del tema

2.1 Anatomia de l'articulació del genoll i del Lligament Creuat Anterior

L'articulació del genoll és la més gran de tot l'esquelet humà i la formen la unió de 3 ossos: l'extrem inferior del fèmur, concretament els dos còndils femorals, l'extrem superior de la tibia (còndils tibials) i la ròtula. La incongruència d'aquestes superfícies articulars es compensa amb un revestiment cartilaginós gros anomenat menisc. Així doncs, estem davant d'una articulació de gran importància per a la marxa i la carrera, ja que suporta tot el pes del cos en el recolzament del peu a terra i la recepció dels salts (1).

Aquesta articulació es classifica com a biaxial i condília i està formada per una sèrie de lligaments que li donen estabilitat i l'ajuden a la seva funcionalitat. Aquests lligaments són: el lligament lateral intern, el lligament lateral extern, el lligament creuat anterior (LCA) i el lligament creuat posterior (LCP). D'aquesta forma, qualsevol alteració d'aquests quatre lligaments pot provocar una alteració o variar l'estabilitat biomecànica i la funció d'aquesta articulació (2).

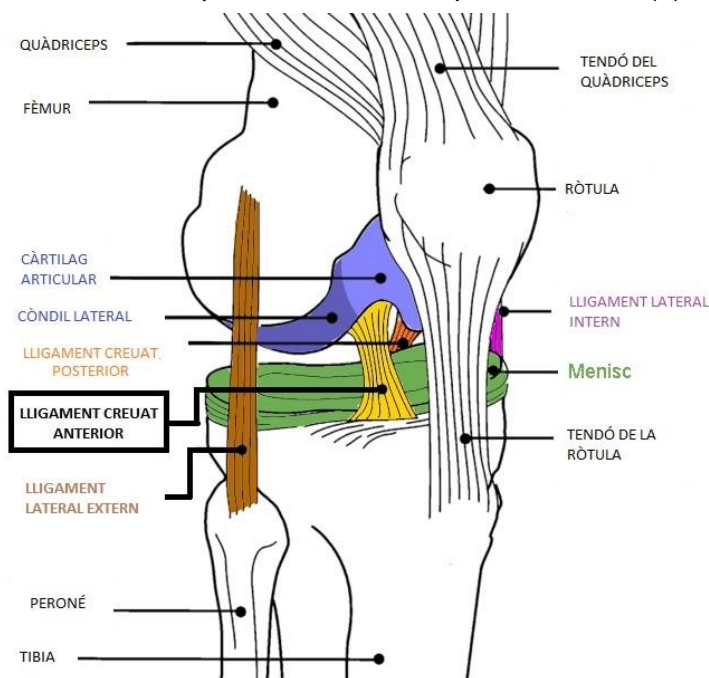


Figura 1: Anatomia de l'articulació del genoll. Font: (50)

Així doncs, si ens endinsem en la composició del **LCA**, podem observar com aquest lligament és intraarticular i extrasinovial que s'incerta a l'àrea intercondília anterior de la tibia i finalitza a la cara interna del còndil lateral del fèmur. Les seves fibres són d'origen lateral i arriben fins una posició més dorsal que les fibres medials (2). Té una longitud mitjana d'entre 31-38 mm i una amplada mitjana d'11 mm. El LCA és una estructura fibrosa que es divideix en diversos fascicles:

- El fascicle posterolateral (PL) és el més posterior i extern de la tibia i el més posterior i distal del fèmur.

- El fascicle anteromedial (AM) és el més anterior, intern i proximal de la tibia i el més anterior del fèmur (3).

Per tant, aquest lligament té la funció d'evitar el desplaçament cap endavant de la tibia respecte al fèmur i juntament amb el LCP, ens dona l'estabilitat anterior-posterior de l'articulació (2) i (4).

2.2 Lesió, repercussió i reconstrucció quirúrgica del Lligament Creuat Anterior

El **mecanisme de lesió** més freqüent d'aquest lligament és el de rotació del fèmur sobre la tibia fixa (peu recolzat a terra) durant un moviment de valg forçat (moviment de pivotar). El segon moviment més comú a l'hora de lesionar-se aquest lligament és el de realitzar una hiperextensió de genoll aïllada o amb combinació d'una rotació interna de la tibia. En els últims anys s'ha anat observant que el tercer mecanisme de lesió del LCA és realitzar una flexió forçada de genoll (5). En el cas d'una insuficiència crònica del LCA, els pacients solen informar episodis repetits en els quals el genoll "s'en va" (giving away), "es dobla", o "sur de lloc". Aquests típics episodis d'instabilitat es detecten normalment durant la pràctica esportiva, concretament en els salts, els canvis de direcció o desacceleracions (6).

Juntament amb els mecanismes de lesió comentats anteriorment, existeixen diferents **factors** els que predisposen molt més a patir aquesta lesió i condicionen més les ruptures del LCA. Aquests factors són els següents: **ambientals** (tipus de superfície de joc, equip de protecció, condicions meteorològiques i calçat), **anatòmics** (alineació de l'Extremitat Inferior (EI), laxitud articular, força muscular, surc intercondili i mig del LCA), **hormonals** (efecte dels estrògens sobre les propietats mecàniques del LCA i major risc de lesió durant la fase preovulatòria del cicle menstrual en el sexe femení) i **biomecànic** (alteració del control neuromuscular que influeix en els patrons de moviment i en les càrregues articulars incrementades) (6).

Respecte a l'**epidemiologia**, la lesió del LCA representa el 50% de les lesions lligamentoses del genoll, la qual un 75% d'aquestes es produeixen mentre es realitza activitat física (5). Aquesta lesió té una prevalença de 0,30/1000 habitants a l'any en la població en general i és més alta en esportistes (de 15 a 25 anys (6)), sobretot aquells que practiquen futbol, esquí i bàsquet (5). També s'ha estudiat que tenen més

probabilitats de patir aquesta lesió les dones que els homes, a causa de les diferències de la morfologia de l'articulació del genoll, les dimensions pèlviques, l'entrenament i l'estat hormonal (7).

Quan un esportista pateix una lesió del LCA, es produeix la "regla dels terços". Aquesta regla consisteix en el fet que un terç dels esportistes (36%) quan es lesionen, poden realitzar activitat esportiva en l'àmbit recreatiu i poden realitzar les Activitats de la Vida Diària (AVD) sense cap problema, amb símptomes mínims o ocasionals. Un altre terç dels pacients (32%) haurà de renunciar a realitzar l'activitat esportiva en l'àmbit recreatiu, però no tindrà problemes en les activitats quotidianes. Finalment, l'últim terç dels pacients (32%) patirà símptomes greus i es veurà limitat en les AVD i, per descomptat, en l'activitat esportiva. Així doncs, quan un esportista pateix una lesió del LCA implica, encara que sigui mínima, una repercussió en les activitats, participació, factors socials i personals de la persona (Classificació Internacional de la funcionalitat, la discapacitat i la salut¹) (8).

Tal com s'observa, tota lesió comporta una alteració de les AVD. Així doncs, s'ha trobat que en la ruptura del LCA comporta una limitació, de moderada a greu, de la capacitat de caminar en terrenys planers (31%); en altres activitats rutinàries de la vida diària com poden ser pujar i baixar escales, pujar i baixar rampes, entre d'altres (44%); i, per últim, en activitats esportives o de competició (77%). A més, s'ha demostrat que el dany de les estructures articulars del genoll com a conseqüència de les lesions LCA i dels meniscs, indueix osteoartritis que pot afectar de major gravetat a les activitats del pacient i limitar la seva independència, el que es coneix com a participació en la CIF (8).

Una vegada aquest lligament s'ha trencat, el tractament més adequat dependrà de l'edat del pacient, el grau d'instabilitat, l'associació d'altres lesions i les expectatives funcionals, laborals i esportives que tingui (3). Especialment amb esportistes, és recomanable reparar aquesta estructura, no per només tornar a la seva activitat esportiva, sinó també per prevenir el risc de ruptura dels meniscs i evitar canvis articulars degeneratius. Per tant, el més recomanat és realitzar una intervenció quirúrgica (IQ) (4).

La **reconstrucció del LCA** implica una cirurgia on durant alguns anys ha estat una de les 10 cirurgies més freqüents en els EEUU (9). Així doncs, implica una artroscòpia d'autògrafs (injerts agafats del mateix pacient que s'està realitzant la cirurgia). Consisteix

¹ *Classificació Internacional de la funcionalitat, la discapacitat i la salut, 2015 (CIF)*

en extirpar part del tendó patel·lar, d'isquiotibial (semitendinós), tensor de la fàcia lata o tendó d'aquilles i reconstruir el LCA amb aquest tendó. D'aquesta manera el LCA reconstruït, pot exercir la funció d'estabilitzar la tibia respecte al fèmur que tenia anteriorment. Actualment els dos injerts més utilitzats són el que provenen del tendó rotulià o de l'isquiotibial (7). S'han realitzat diferents estudis per saber si és millor un injert del tendó rotulià o un d'isquiotibial però actualment no s'ha demostrat si un és millor que l'altre, ja que les proves postoperatòries d'estabilitat del genoll no van obtenir diferències molt significatives l'una respecte l'altre (10). Tot i això, una de les petites diferències que es van obtenir en els pacients que els van reconstruir el LCA amb el tendó rotulià, que fins ara era el més utilitzat, va ser la percepció del dolor. Aquests, tenien més dolor a la cara anterior de la tibia i més molèsties a l'hora d'ajupir-se (10). Malgrat això, aquest tipus d'injert dona una fixació més segura, una rehabilitació més agressiva i presenta dificultats en reconstruccions anatòmiques. En canvi, els pacients que són intervinguts amb el tendó que prové de l'isquiotibial, tenen més pèrdua de força muscular flexora i extensora de genoll, sobretot en la musculatura com el quàdriceps i els isquiotibials. Per tant, necessiten muscular molt més durant tota la rehabilitació. Per altra banda, dona menys dolor i més resistència biomecànica (7) i (11).

Diferents estudis realitzats a Austràlia han demostrat un augment de laxitud del genoll i un engrandiment del túnel radiogràfic realitzats en una IQ provinent del tendó dels isquiotibials en comparació amb l'injert del tendó rotulià, sense afectar el resultat clínic (12). Pel que fa al temps de recuperació després de la IQ, no s'observen diferències significatives (13).

Així doncs, actualment sabent que no hi ha gaires diferències significatives en els diferents injerts, hi ha una tendència a realitzar la IQ extraient del múscul semitendinós (12). Sobretot en pacients joves (menors de 40 anys) que practiquen esport amateur. Per tant, aquest tipus de pacient durant la recuperació hauran de reforçar molt més la musculatura flexora i extensora, ja que queda molt debilitada després de la intervenció. La decisió sobre el tipus d'injert que s'utilitzarà ha d'estar basada en funció a la força inicial i la rigidesa del LCA natural, així com en la facilitat de la fixació estable que permeti la remodelació adequada de l'injert i un millor programa de rehabilitació. Cada metge avaluarà el nivell i les expectatives de cada pacient per decidir quin tipus d'injert realitzarà (6).

2.3 Fisioteràpia convencional del Lligament Creuat Anterior

Realitzar una bona rehabilitació després de la reconstrucció del LCA és primordial, ja que ens assegurem una recuperació completa de l'articulació dins de tots els paràmetres (14). Actualment hi han molts protocols dissenyats per rehabilitar una lesió de LCA i en aquest apartat es fa un recull d'aquells més importants i essencials en aquest període.

És necessària una rehabilitació preoperatòria per preparar el cos a la IQ. Més endavant, després de l'operació, la rehabilitació fisioterapèutica té com a objectius: combatre la inflamació postoperatòria (PO) (tractament de crioteràpia, TENS..), minimitzar els efectes adversos de la immobilització, prevenir la rigidesa articular i el síndrome patel·la infra-artrofibrosis potenciant la musculatura (exercicis de musculació isomètrics i isotònics, electroteràpia), prevenir els espasmes dels flexors del maluc, els isquiotibials, bessons i soli (exercicis de flexibilitat), prevenir la rigidesa en la flexió, recuperar el patró de marxa (fer funcional el més aviat possible l'articulació), restaurar la força inicial i el Rang de Moviment (ROM) que tenia prèviament, augmentar la propiocepció de l'EI i tornar als nivells competitiu inicials de l'esportista (14).

Per altra banda, Feller JA, Cooper R, Webster KE (2002) (12) esmenten 5 fases a l'hora de rehabilitar aquesta lesió. Si observem la taula 16 de l'Annex, dona molta importància a la primera fase poder aconseguir l'extensió completa, a reduir la inflamació i reforçar la musculatura. Durant tot el procés, es basa en exercicis de musculació, agilitat i pliometria, sense introduir, en cap moment, la fisioteràpia aquàtica. A diferència dels altres protocols, aquest afegeix a l'última fase, la prevenció de les lesions a partir del programa FIFA11+ i PEP program.

Noel (2015) (15) va publicar un protocol al Moon Guildelines de rehabilitació en una lesió de LCA realitzada per diferents autors (16), on detallen un pla de rehabilitació que dura aproximadament 20 setmanes. Aquesta Guildeline, tal com es detalla a la taula 8 de l'Annex, conté 5 fases: la primera i la segona, igual que l'autor anterior, el principal objectiu és aconseguir la màxima extensió. Aquestes dues primeres fases, es regeixen en enfortir la musculatura i a normalitzar el patró de marxa. Pel que fa la tercera fase, proposen exercicis cardiovasculars més intensos, sense deixar de banda el treball de musculació. Per últim, la quarta i la cinquena fase inclouen la carrera, el salt i executar els gests tècnics de l'activitat esportiva. Aquest protocol s'acaba a la vintena setmana on l'esportista ja pot començar a introduir-se progressivament al grup.

Per últim, Phelan M, Long B (2012) (17), tal com podem observar a la taula 15 de l'Annex, creu que per recuperar un esportista d'una lesió de LCA necessita 4 fases on les dues primeres, igual que els protocols anteriors, dóna molta importància a una bona cicatrització, aconseguir tot el ROM i sobretot potenciar la musculatura de tren inferior. Per altra banda, a la fase 3 ja comença a introduir la pliometria, córrer i altres exercicis més específics. Per últim, a la fase 4 ja ens recomana diferents protocols específics de l'esport que anteriorment realitzava l'esportista.

2.4 La Fisioteràpia aquàtica

La Hidroteràpia deriva de les paraules “*hydor*” (Aigua) i “*therapeia*” (curació). S'ocupa de les aplicacions tòpiques sobre la pell o mucoses de l'aigua potable, ordinària, utilitzada amb fins terapèutics. En les piscines s'evidencien els efectes mecànics (hidroestàtics, hidrodinàmics i hidrocínètics) de la hidroteràpia combinant les diferents temperatures: el fred i la calor (18).

La combinació de la **hidroteràpia** (tractament dins l'aigua, que aquesta actua com a agent terapèutic en qualsevol forma, estat o temperatura) i la **hidrocinesiteràpia** (aplicació del moviment guiat per un fisioterapeuta dins de l'aigua amb finalitats terapèutiques o preventives) és el que nosaltres anomenem **fisioteràpia aquàtica (FA)** (19).

A diferència de la Fisioteràpia que s'exerceix en el medi terrestre, s'observen diferències, que el professional de la salut haurà de tenir en compte a l'hora de programar una sessió dins el medi aquàtic (19).

MEDI	AIGUA	TERRA
Pes	Segons la profunditat	No varia
Moviment	Moltes variacions	poques variacions
Intensitat (velocitat de realització i temps)	A una mateixa intensitat menor esforç / desgast	A una mateixa intensitat major esforç / desgast
Velocitat	Resistència a l'avançament	No fregament ni resistència
Impacte (sobre les articulacions)	Quasi nul·len de la profunditat. Nota: a tenir en	Depenent de l'exercici

	compte amb pacients amb osteoporosi.	
Equilibri	Gravetat i flotació	Gravetat
Resistència	Moviment descendent	Moviment ascendent
Acció motriu	Difícil de controlar	Fàcil de controlar
Risc de lesions	Menor	Major
Suor	No	Sí, i molesta
Autoestima	Augmenta	Possible fracàs o decepció

Taula 1: Diferències del medi terrestre vs medi aquàtic. Font: (19)

És important que, els professionals vinculats a l'activitat física i la salut siguin capaços de conèixer les possibilitats de la intervenció d'un programa de rehabilitació dins del medi aquàtic i totes les especialitats i variants dins d'aquest món. També hauran de tenir en compte la temperatura de l'aigua perquè determinarà el tipus d'activitat que es desenvoluparà (19) i (20):

- **26°C - 28°C:** Activitat d'intensitat elevada (treball de força, natació terapèutica, manteniment o millora de la capacitat aeròbica).
- **29°C:** Intensitat mitjana.
- **30°C - 32°C:** Activitat de baixa intensitat, on la despesa energètica no sigui molt necessària (treball de mobilitat articular actiu o passiu, reeducació de la marxa, estiraments, activitats suaus i de relaxació).

2.4.1 Beneficis de la Fisioteràpia Aquàtica

En l'actualitat, la consideració de les activitats aquàtiques com a mitjà de formació i salut ha avançat molt de pressa, produint-se una expansió i una explotació d'una àmplia varietat d'activitats dirigides per vetllar la salut de l'individu. Des d'aquest punt de vista, el medi aquàtic ens ofereix importants beneficis per desenvolupar la salut del nostre pacient, bastat en un ambient motivador i útil per tots els sectors de la població. Els diferents programes aquàtics poden tenir dos tipus d'objectius a l'hora de programar una intervenció al medi aquàtic: perspectiva terapèutica o perspectiva preventiva. En aquest cas, la rehabilitació del LCA seria del primer tipus, una **intervenció terapèutica** dins del medi aquàtic (20).

El medi aquàtic obté diferents característiques que el converteixen en un element utilitzable per qualsevol tractament. La persona submergida dins a l'aigua i a una temperatura de 28°C-30°C experimenta una vasoconstricció cutània i una elevació momentània de la tensió arterial, que després d'un període de temps i com a conseqüència del moviment, es transforma en vasodilatació i una disminució relativa de la sensibilitat de les terminacions nervioses (circumstància de gran utilitat dins de processos rehabilitadors). Aquests autors manifesten diferents beneficis que no trobarem en el medi terrestre (20) i (19):

- ✓ Provoca vasodilatació (28°C) permetent un increment del to muscular i del consum d'oxigen.
- ✓ Una temperatura superior als 30°C té un efecte calmant sobre el dolor i l'espasme muscular.
- ✓ Es pot aconseguir relaxants estimulants en funció de la temperatura.
- ✓ L'activitat aquàtica millora o manté els nivells de mobilitat articular.
- ✓ Activitat sense impacte que produeix una escassa tensió en el múscul, os i teixit connectiu en comparació a altres activitats.
- ✓ És possible reeducar grups musculars de forma localitzada.
- ✓ El medi aquàtic pot tonificar i reforçar la musculatura.
- ✓ En el medi aquàtic, s'afavoreixen els moviments de deambulació i altres activitats funcionals per la seva condició hipogravitatòria i la disminució del pes del pacient.
- ✓ Millora de la circulació perifèrica i l'estat de trofisme de la pell.
- ✓ Produeix una sensació de benestar i ajuda a motivar l'individu.
- ✓ Entre d'altres (observar taula 17 de l'Annex per saber la resta de beneficis segons la temperatura)

Així doncs, els exercicis aquàtics són molt recomanables per la seva capacitat de permetre la mobilització activa en els primers mesos de rehabilitació i sobretot per millorar el rendiment neuromuscular a les primeres fases. Pel que fa a la força hidrodinàmica, pot ser regulada durant l'exercici envers la postura corporal i triant diferents materials de resistència: pales, peses, aletes, etc (21).

2.4.2 Tècniques i tipologia de Fisioteràpia Aquàtica

La FA té tot un camp per descobrir, ja que no es basa només en exercicis aquàtics i nedar dins l'aigua sinó que hi ha diverses tècniques i diferents programes que, a través de l'aigua, són útils per dur a terme a l'hora de rehabilitar una lesió. Per tant, per realitzar una sessió de FA no és necessari saber nedar, ja que el tractament no és exclusivament el treball de desplaçaments o estils aquàtics, sinó que implica moltes altres tècniques i propostes, sense el treball de natació. De la mateixa manera, no és imprescindible que el pacient treballi on no toca de peus a terra (sovint el factor que desencadena la por) sinó que, si la patologia ho permet, es poden realitzar els tractaments en una superfície poc profunda on el pacient tindrà la seguretat de tocar de peus a terra. És per aquest motiu que, aquelles persones que tenen por a l'aigua o bé no saben nedar, també es poden beneficiar de la FA; només caldrà que el fisioterapeuta ho tingui en compte i es realitzin unes sessions prèvies d'adaptació al medi (19).

Així doncs, cal pensar que en una sessió de FA es pot dur a terme el mateix tipus de treball que es desenvolupa en una sessió en el medi terrestre; caldrà aplicar els coneixements del comportament del cos i del material a dins de l'aigua per poder-los adaptar. Les tècniques que es poden utilitzar són (19):

- Mobilitzacions (passives, assistides).
- Exercicis actius, actius – resistits.
- Combinació de moviments, marxes, salts, coordinació, equilibri.
- Estiraments i col·locació postural.
- Desplaçaments (natació terapèutica).
- Exercicis respiratoris, relaxació.
- Exercicis simulant el gest esportiu.

Una sèrie de programes aquàtics també dissenyats per incidir en una millora orgànica general i incidir en la millora de la salut de l'individu . Entre els programes més destacats trobem (20):

- ✓ **Programa AQUA-FIT:** té com a objectiu provocar increments de la condició física relacionada amb la salut, en la qual es plantegen diversos nivells de complexitat segons el punt de partida dels individus.
- ✓ **Programa AIGUA-GIM:** suposa una adaptació de les activitats de gimnàstica de manteniment al medi aquàtic i dirigit a persones sanes en general o amb

certes malalties de l'aparell locomotor, alteracions respiratòries, cardiovasculars, endocrines, vasculars, etc.

- ✓ **Programa AIGUA-MÚSIC:** És una activitat en la qual es complementen l'aigua i la música establint una adaptació de l'aeròbic en el medi terrestre fins al medi aquàtic. Està destinat fonamentalment als adults i joves prenent arribar a una millora de la condició física, així com el ritme.
- ✓ **Programa AQUA-COR:** és un projecte d'intervenció per millorar la condició física i qualitat de vida de subjectes amb antecedents de cardiopaties i problemes coronaris. És un programa complementari al tractament mèdic de rehabilitació.

2.4.3 Programes de Fisioteràpia Aquàtica en la lesió del Lligament Creuat Anterior

Les últimes dècades ha augmentat progressivament l'atenció els programes de rehabilitació per la reconstrucció del LCA, però encara no s'ha trobat encara un programa estandaritzat mundialment per tractar aquesta lesió. Per aquesta raó, hi ha diversos autors que presenten un protocol de fisioteràpia (22).

Els protocols de dotze mesos que requereixen: immobilització i no suportar el pes del cos, han donat pas a altres protocols més accelerats que permeten el suport del pes immediat, sense immobilització i retornar a l'activitat esportiva en pocs mesos (23). Per tal d'aconseguir aquests tipus de programes de rehabilitació, s'utilitzen entrenaments a la piscina o mitjançant la carrera sense gravetat (amb la cinta G-trainer). A més, la velocitat i la seguretat amb què torna l'esportista a la competició després de l'operació del LCA dependrà sobretot del tipus de rehabilitació que ha dut a terme (24).

L'ús de l'exercici físic en el medi aquàtic en la rehabilitació de genoll pot ser un complement útil per un programa terrestre de readaptació del LCA. Un programa combinat pot ser beneficiós pels pacients esportius, ja que permet més càrrega conjunta, la rehabilitació és menys agressiva i l'esportista torna més aviat a l'alta competició (22).

Sport Medicine Clinic (2009) (25): presenten un protocol que té una durada de 6 mesos i es divideix en 7 línies de temps, cada una d'elles té diferents objectius i diferents propostes d'exercicis per tal de restablir el ROM, la flexibilitat, la força, la resistència, la propiocepció, la marxa i l'aptitud cardiovascular. Els criteris de progressió dins de cada línia de temps es basen en l'assoliment dels objectius específics i en l'avaluació de

l'Escala Funcional de l'Extremitat Inferior (LEFS). Aquesta escala s'utilitza per avaluar l'estat funcional de l'EI de la persona que té una disfunció musculoesquelètica a les extremitats inferiors (EEII). Tal com es pot observar a la taula 9 de l'Annex, trobem que aquest protocol comencen a establir la FA a partir de la setmana 6 fins a la setmana 20 i durant aquestes setmanes realitzen una progressió dins del medi aquàtic. S'observa com les primeres i les últimes setmanes no especifiquen cap treball de FA, les primeres perquè hi ha la immobilització prèvia i no pot haver-hi contacte amb l'aigua i les últimes perquè es realitza únicament la readaptació del gest esportiu al medi on normalment es desenvolupa l'esportista. Segons Sport Medicine Clinic el pacient que pateix la lesió del LCA la setmana 3 ja ha d'assolir tot el ROM complet de l'articulació i la setmana 24 ja estarà recuperat i es podrà tornar a reincorporar a l'activitat esportiva que practicava prèviament.

Per altra banda Hernández, Varela, Moraleda (2011) (26) presenten una proposta de rehabilitació on han dividit la recuperació en quatre fases i destinen diferents nivells en cada una d'elles. Tal com es pot veure a la taula 7 de l'Annex, la fase 1 l'anomenen "tractament mèdic", és la part mèdica de la lesió on l'esportista està en contacte amb els metges. Seguidament en la fase número 2, anomenada "rehabilitació i readaptació", hi ha tot el treball de musculació, flexibilitat i mobilitat articular. En aquesta fase donen una petita importància a la FA on realitzen moviments articulars i desplaçaments dins d'aquest medi. La tercera fase és la "readaptació", aquí ja no utilitzen la FA, es centren més en la restauració de les funcions perdudes i comencen a readaptar l'esportista dins del seu àmbit esportiu. Per últim, trobem la fase "tornada al grup" on el pacient es centra en treballar diferents moviments tàctics i tècnics de manera col·lectiva. Segons els autors, aquests esportistes tenen una recuperació total de la seva lesió en 28-32 setmanes.

Tanmateix, el protocol de Millet (2010) (27) esmenta 8 línies de temps, les quals segueixen bastant el mateix protocol que els autors anteriors. Tal com es pot observar a la taula 10 de l'Annex, Millet també coincideix amb els altres autors en què s'ha d'aconseguir l'extensió màxima en les primeres setmanes i treballar molt la força muscular durant tot el període de rehabilitació. Tanmateix, introdueix la FA entre la sisena i la dotzena setmana. Així doncs, només l'aconsella aquest període de temps, ja que els altres períodes de temps dona molta més importància als exercicis de musculació i de mobilitat.

Sam (2012) (28) divideix la rehabilitació del LCA en 5 fases en el temps. Com es pot observar a la taula 13 de l'Annex, introdueix la FA entre la setmana 7 i 12 i aconsella realitzar l'estil crol. Tot i això, podem veure com en les altres fases, de la mateixa manera que els autors anteriors, incideix en el ROM i sobretot en guanyar musculatura fent una progressió fins al 9è més on l'esportista ja es reincorpora a l'activitat esportiva.

Per altra banda, segons Macgroarty, Fracs i Ortho (2015) (29) de Brisbane Knee & Shoulder Clínic, observant la taula 14 de l'Annex, classifica la rehabilitació en 6 fases on la fase número 0 és el dia de la IQ i la fase 6 és quan l'esportista entra en la plena competició esportiva. L'autor creu que en la fase 4 (12 a 18 setmanes PO) l'esportista pot introduir-se al medi aquàtic simplement per millorar en l'àmbit cardiovascular. La resta de fases no esmenta aquest tipus de treball, ja que es centra sobretot a potenciar la musculatura del tren inferior.

Melburne Orthopedic Group (2018) (30) dissenyen un protocol per la lesió del LCA en un període de 26 setmanes PO el seu principal objectiu és prevenir la inestabilitat del genoll i permetrà tornar al nivell d'activitat física que tenia l'esportista abans de la lesió. Divideix la rehabilitació en 5 períodes de temps. En aquests períodes només introdueixen la FA entre la setmana 7 i 16 en què el pacient ha de caminar dins l'aigua. Tal com es pot observar en la taula 12 de l'Annex, les altres franges de temps limiten el protocol en la musculació, millorar el ROM, treballar la propiocepció i finalment introduir la pliometria i l'agilitat.

Per acabar, Health Sports Medicine (2018)(31) classifica la rehabilitació de la lesió del LCA en 5 fases. Tal com es detalla a la taula 11 de l'Annex, introdueixen la FA a la fase 2 (4 setmanes PO) fins a la fase 4 (setmana 20 PO).

2.5 Resum bibliogràfic i justificació del tema de recerca

Després de realitzar una revisió bibliogràfica, observem que la lesió del LCA representa el 50% de les lesions lligamentoses del genoll, la qual un 75% d'aquestes es produeixen mentre es realitza activitat esportiva (5). La seva reconstrucció implica una cirurgia on durant alguns anys ha estat una de les 10 cirurgies més freqüents en els EEUU (9). Actualment els dos injerts més utilitzats són el que provenen del tendó rotulià o d'isquiotibial (7), ja que s'han realitzat diferents estudis per saber si és millor un injert del tendó rotulià o un d'isquiotibial però actualment no s'ha demostrat si un és millor que l'altre, ja que les proves PO d'estabilitat del genoll no van tenir moltes diferències

significatives l'una respecta l'altre (10). La decisió sobre el tipus d'injert que s'utilitzarà ha d'estar basat en funció a la força inicial i la rigidesa del LCA natural, així com en la facilitat de la fixació estable que permeti la remodelació adequada del injert i un millor programa de rehabilitació (6). Tot i no trobar gaires diferències significatives en els diferents injerts, hi ha una tendència a realitzar l'IQ extraient del múscul semitendinos sobretot en persones joves esportistes que realitzen un esport amateur (12), ja que no presenten tant de dolor a la cara anterior de la tibia, tenen menys molèsties a l'hora d'ajupir-se i presenten més resistència biomecànica en comparació amb el tendó rotulià (7) i (10). Per contrapartida, tenen més pèrdua de força muscular flexora i extensora, sobretot a quàdriceps i als isquiotibials, i per tant, necessiten muscular molt més aquesta musculatura durant tota la rehabilitació (7).

La FA és un bon complement per un programa de rehabilitació i readaptació del LCA, especialment en exercicis físics dins el medi aquàtic, i també aqua-fit, aqua-gim, aqua músic i aqua cor. Realitzar un treball al medi aquàtic obté diferents beneficis com per exemple: provocar vasodilatació incrementant el to muscular i el consum d'oxigen, una temperatura superior als 30°C provoca un efecte calmant del dolor i l'espasme muscular, millora i manté els nivells de mobilitat articular, actua com a relaxant estimulants, produeix una escassa tensió en el múscul, os i teixit connectiu i és possible la reeducació de grans grups musculars. A més, ajuda a tonificar i reforçar la musculatura, s'afavoreixen moviments de deambulació i altres activitats funcionals, millora la circulació perifèrica i el trofisme de la pell, produeix sensació de benestar i de motivació per l'individu, entre d'altres (20).

Hi ha autors que presenten diferents programes de rehabilitació de la lesió del LCA on no introdueixen FA i divideixen aquest període en diferents fases per tal d'assolir els objectius per tornar a l'esportista a l'estat òptim i a l'activitat esportiva (14) i (17). Tots ells, coincideixen que és necessari recuperar tot el ROM en extensió les primeres setmanes PO. Actualment, ha augmentat progressivament l'atenció els programes de rehabilitació per la reconstrucció del LCA, però encara no s'ha trobat un programa òptim de rehabilitació (22). Tal com observem, (25), (26), (27), (28), (29),(30) i (31) presenten programes de rehabilitació on inclouen la FA però a temps curt, ja que ho assenyalen com un complement en un temps determinat, no a temps complet en la rehabilitació.

Així doncs, veig la necessitat de realitzar un estudi per observar l'efectivitat de FA en esportistes intervinguts quirúrgicament a través del mètode os-tendó-os (extret d'isquiotibial, ja que és el mètode més utilitzat actualment i presenta menys problemes

en la sensibilitat del dolor) d'una ruptura del LCA. També, observar les possibles diferències en relació al grau de força muscular, massa muscular i possibles edemes, dolor, ROM i funcionalitat de l'EI amb aquells esportistes amateurs que realitzen el tractament conservador amb un suplement de FA, respecte a aquells que únicament realitzen un tractament conservador.

3. Hipòtesis i objectius

Hipòtesis	La fisioteràpia aquàtica ajuda a augmentar el grau de força muscular del quàdriceps i dels isquiotibials amb atròfia post-reconstrucció del LCA.
Objectius	<p>Objectiu General: Avaluat si la fisioteràpia aquàtica ajuda a augmentar el grau de força muscular del quàdriceps i dels isquiotibials que han quedat atrofiats després de la post-reconstrucció del LCA.</p> <p>Objectius Específics: Avaluat en esportistes inclosos en un programa de recuperació funcional post-reconstrucció del LCA:</p> <ul style="list-style-type: none">- si la massa muscular augmenta amb la fisioteràpia aquàtica.- si el tractament amb fisioteràpia aquàtica provoca una disminució de l'intensitat referida del dolor de genoll.- si el tractament de fisioteràpia aquàtica provoca un augment del ROM de genoll.- si el tractament de fisioteràpia aquàtica provoca un augment de la funcionalitat de l'extremitat inferior.

Taula 2: Hipòtesis i objectius. Font: Elaboració pròpia

4. Metodologia

4.1 Àmbit d'estudi

L'estudi es realitzarà a través de la mútua de la Federació Catalana de futbol, bàsquet i esquí. La mostra s'extreurà d'aquells esportistes que hagin patit una lesió del LCA realitzant qualsevol d'aquests tres esports. Per tant, a la segona setmana PO els esportistes seleccionats que han patit aquesta lesió, acudirán al servei de fisioteràpia que els correspongui i allà, es trobaran un fisioterapeuta que s'encarregarà de dur a terme el seu tractament. El grup control (GC), realitzarà el tractament únicament a la sala de rehabilitació de la mútua (gimnàs), en canvi, el grup intervenció (GI) necessitarán la sala de rehabilitació i la piscina coberta del Club Patí Vic que ens deixaran per poder realitzar aquest estudi.

L'estudi hi participarà un metge traumatòleg que portarà tots els casos que s'estudien, un fisioterapeuta que serà l'encarregat de supervisar el tractament dels pacients i enregistrar les dades obtingudes i un nutricionista que elaborarà una dieta especial per als subjectes. El dia que es realitzi la recollida de dades, el pacient haurà d'anar a la mútua principal de Vic (Clínica de Vic) perquè allà és on el fisioterapeuta tindrà tot el material necessari per poder fer el recull de les dades.

4.2 Disseny

L'estudi estarà basat en un **disseny experimental comparatiu** amb GC i GI, on s'enregistraran els resultats que en vagin extraient dels dos grups i es farà una comparació. En aquest tipus de disseny es determinarà un seguit de variables, es realitzarà una intervenció segons el grup que es pertanyi i s'extrauran unes conclusions comparatives finals, basades en els resultats obtinguts (32).

L'estudi està bàsicament enfocat en l'obtenció dels resultats a partir de dades fiables: dades sòlides i repetibles (33).

4.3 Mostra i material

L'estudi comparatiu es basarà en l'anàlisi i l'intervenció en dos grups: el **GC (n=60)** que són els esportistes que hagin patit la lesió del LCA i que com a tractament, realitzin únicament el programa de fisioteràpia convencional. Per altra banda, el **GI (n=60)**, esportistes que hagin patit una lesió del LCA i que, com a tractament, realitzaran el

programa convencional més el treball de FA. Es realitzarà l'estudi a partir d'una mostra total de 120 persones. S'ha agafat aquesta quantitat perquè el centre no disposa de dades d'estudis anteriors, ja que es necessitaria disposar del percentatge de pèrdues anteriors, el grau d'estimació de millora pel que fa a la variable relacionada amb l'objectiu principal, etc. Així doncs, s'estima una grandària mostral aproximada, agafant com a referència els estudis realitzats sobre la lesió del LCA. Aquesta es troba dins d'un marge de 100 a 150 individus. Per tant, s'ha decidit agafar la mostra dins d'aquest interval.

Per realitzar l'estudi es necessitarà el següent **material**: dinamòmetre isocinètic, goniòmetre, escala EVA, una cinta mètrica i LFES. A més, el material que necessitem per realitzar el tractament estarà present a la sala de rehabilitació de la mútua (peses, platets inestables, pilotes, gomes, elàstics, aparells d'electroteràpia, etc) i el material aquàtic que ens proporcionarà la piscina del Club Patí Vic (suors, pullboys, peses aquàtiques, flotadors, pilotes, peus d'ànec, steps aquàtics, llit elàstic aquàtic, etc).

4.3.1 Critèris d'inclusió i exclusió

- **Critèris d'inclusió:**

- Jugadors/es de bàsquet, esquí o futbol amateur (5).
- Edat de 18 a 30 anys (6).
- Haver estat intervingut quirúrgicament amb el mètode os-tendó-os provinent del tendó dels isquiotibials (11) i (7).
- Comprometre's a complir la dieta proposada per la nutricionista del servei.
- Comprometre's al seguiment de la planificació del tractament executada pels experts.

- **Critèris d'exclusió:**

- Antecedent de lesió traumàtica greu del genoll a tractar (lesió del LCA o altres).
- Puntuació = 0 > 4 al Test de Beighton (34).
- Pacients que presenten contraindicacions pròpies per realitzar la FA: estats infecciosos, febre, ferides cutànies, hipertensió arterial (HTA) no compensada, afeccions pulmonars agudes, úlceres, processos tumorals, malalties metabòliques no compensades, malalties cardiorespiratòries no compensades, arrítmies de risc

elevat, berrugues, micosis, malalties vasculars (flebitis i trombosi venosa profunda), perforacions de timpà, hiperpirèxia, pacients amb greus patologies psiquiàtriques, sensibilitat alterada del pacient, alteracions de la termoregulació, epilèpsia, disfàgia, entre d'altres (19).

4.4 La intervenció

Per tal de realitzar el tractament a cada un dels grups, s'ha seleccionat un protocol validat i apte per l'actual estudi. Aquest és el **PROTOCOL SPORTS MEDICINE (2009)** (25) (observar taula 9 de l'Annex). Tal com s'ha explicat en el punt 2.4.3 de la pàgina 17, és un protocol actualment vigent que s'adapta perfectament al tema de l'estudi.

En quant el GC, s'aplicarà el Protocol Sport Medicine (2009) sense aplicar la part del tractament de FA. Per tant, el tractament d'aquest grup és el que podem observar a la taula 19 de l'Annex. En canvi, pel que fa al GI, s'aplicarà el mateix protocol que al GC més el treball de FA, tal com s'observa a la taula 20 de l'Annex. D'aquesta manera els pacients, siguin del grup que siguin, executaran el mateix treball al gimnàs de la mútua i per tant, els resultats no es veuran alterats depenent del tipus de tractament que realitzin al gimnàs. Tal com s'observa a la taula 20 de l'Annex, es detalla què es farà de manera global en cada fase, tant el tractament conservador com el treball aquàtic en cada nivell. Cal esmentar que s'ha ampliat el treball aquàtic tenint en compte els autors que s'han estudiat prèviament.

La intervenció tindrà una durada de 24 setmanes PO, ja que cada pacient iniciarà el tractament al cap de dues setmanes PO i l'acabarà a la setmana 24, 6 mesos després. Els pacients realitzaran durant 3 mesos una sessió diària de dilluns a divendres, ja que tal com s'observen en els protocols que s'han estudiat, és un període de temps on s'han d'assolir molts objectius i s'ha de buscar normalitzar l'extremitat intervinguda. A partir del tercer més, es realitzaran 3 sessions a la setmana fins a finalitzar el tractament. Cada sessió es durà a terme per un fisioterapeuta que guiarà i pautarà el tractament depenent del grup que pertanyi el pacient. És important saber que el tractament es basarà en un treball interdisciplinari entre professionals, ja que la millora del pacient no dependrà només d'un professional de la salut com és el fisioterapeuta, sinó que dependrà de la tasca comuna dels diferents professionals.

4.5 Variables i mètodes de mesura

4.5.1 Variables de l'estudi

- **VARIABLES INDEPENDENTS:**

VARIABLES INDEPENDENTS		
Variable	Definició	Escala de mesura
TRACTAMENT	<p>El grup control (GC) és el grup al qui se li aplicarà el Protocol Sport Medicine (2009) sense aplicar la part de FA.</p> <p>Aquest grup, compost de 60 subjectes serà el que realitzi el tractament que podem observar la taula 19 de l'Annex.</p> <p>El grup intervenció (GI) és el grup al que se li aplicarà el Protocol Sport Medicine (2009) amb el suplement de la FA.</p> <p>Aquest grup, compost de 60 subjectes serà el que realitzi el tractament que podem observar la taula 20 de l'Annex.</p>	GC i GI

Taula 3 : Variables independents de l'estudi. Font: Elaboració propia

- **VARIABLES DEPENDENTS:**

VARIABLES DEPENDENTS		
Variable	Definició	Escala de mesura
Grau de Força muscular ²	<p>El grau de força muscular el valorarem a través de l'escala OXFORD (explicada al punt 4.5.2).</p> <p>L'avaluarà el fisioterapeuta de l'estudi en les 7 recollides de dades que es realitzen durant tot l'estudi. Serà la primera variable a avaluar.</p>	Escala Oxford (puntuació del 0-5) (35)
Grau de Força muscular	Si l'escala OXFORD té un valor de 4 o superior, es realitzarà el test amb el dinamòmetre isocinètic per tal de concretar d'una manera més exacte el grau	Dinamòmetres= Grams (gr) (36)

² **Grau de força muscular:** capacitat que té el múscul per fer resistència, aixecar un pes o desplaçar alguna cosa, és a dir, desenvolupar una tensió contra una càrrega en un únic esforç durant la contracció muscular. La força muscular es pot mesurar en grams (gr)

	de força muscular (protocol explicat el punt 4.5.2).	
Volum de la massa³ muscular i de l'edema⁴	Valorarem el volum de la massa muscular i de possibles edemes a través de la perimetria (protocol explicat el punt 4.5.2). Serà avaluat pel mateix fisioterapeuta de l'estudi i serà la segona variable a avaluar.	Centímetres (cm) (37)
Intensitat del dolor⁵	Valorarem la intensitat del dolor a través de l'escala EVA (explicada al punt 4.5.2). La intensitat del dolor l'avaluarà el mateix fisioterapeuta de l'estudi. Serà la tercera variable a avaluar.	Escala EVA⁶ (puntuació del 0-10) (38)
Graus del ROM⁷	S'avaluarà el ROM per tal de saber l'amplitud articular que es troba el pacient en aquell moment concret del tractament (protocol explicat en detall el punt 4.5.2). Els graus del ROM l'avaluarà el fisioterapeuta de l'estudi en el moment de la recollida de dades. Serà la quarta variable a avaluar.	Graus (°) - La flexió (F) = (120°-150°) - L'extensió (EXT) = (0°) (39)
Grau de funcionalitat de l'EI	S'utilitzarà el test LEFS per avaluar-les. La mínima puntuació és 0 (funcionalitat nul·la) i la màxima és 80 punts (bona funcionalitat). El fisioterapeuta haurà d'omplir el test en funció de les respostes del pacient i depenent del resultat, es sabrà el grau de funcionalitat de l'EI lesionada (protocol explicat detalladament al punt 4.5.2 i exemple del test a la pàgina 59 de l'Annex). Serà l'última variable a avaluar.	Puntuació del (0-80) (25)

Taula 4 : Variables dependents de l'estudi. Font: Elaboració pròpia

³ **Massa muscular:** volum del teixit muscular que correspon a la musculatura (48).

⁴ **Edema:** Inflamació causada per l'acumulació de líquid en els teixits del cos (49)

⁵ **Intensitat del dolor:** El dolor és una experiència sensorial i emocional desagradable, associada amb un dany tissular, real o potencial, o descrita en termes del mateix dany. El dolor es produeix quan arriben diferents àrees corticals de SNC un número d'estímuls suficients a través d'un sistema (38).

⁶ **EVA:** l'Escala Visual Analògica

⁷ **ROM:** Grau de moviment angular permès per una articulació entre dues palanques òssies (39).

• **VARIABLES D'AJUST:**

VARIABLES D'AJUST		
Variable	Definició	Escala de mesura
Edat	-	Anys (18-30)
Sexe	-	Home o dona
Pes corporal	-	Kilograms (kg)
Tipus d'esport⁸	<p>Els esports on hi ha més lesions de LCA són el futbol, l'esquí i el bàsquet (5).</p> <p>El tipus d'esport el registrarà el fisioterapeuta de l'estudi en el moment inicial de la primera recollida de dades. Demanarà el subjecte quin esport practica i ho codificarà. Aquesta dada ja estarà registrada per les següents avaluacions (no varia).</p>	futbol, bàsquet o esquí (codificat al SPSS amb el 1, 2 i 3)
Mecanisme de lesió	<p>Els 3 tipus de mecanismes de lesió més freqüents són (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rotació del fèmur sobre la tibia durant un moviment de valg forçat. - Hiperextensió de genoll aïllada o amb combinació d'una rotació interna de tibia. - Flexió forçada de genoll. <p>El mecanisme de lesió el registrarà el fisioterapeuta de l'estudi en el moment inicial de la primera recollida de dades. Demanarà el subjecte com es va produir la lesió i depenent de la seva resposta ho codificarà. Aquesta dada ja estarà registrada per les següents avaluacions (no varia).</p>	<p>Rotació del fèmur sobre la tibia durant un moviment de valg forçat → Codificat número 1</p> <p>Hiperextensió de genoll aïllada o amb combinació d'una rotació interna de tibia → codificat número 2</p> <p>Flexió forçada de genoll → codificat número 3</p>

⁸ **Tipus d'esport:** Activitat o exercici físic, on s'estableixen unes normes i es pot realitzar per recreació, per plaer o per competició (47).

<p>Fàrmacs⁹ consumits durant el tractament</p>	<p>Durant les primeres setmanes tots els pacients se'ls administra heparina (per d'evitar la coagulació de la sang). A més d'aquest fàrmac, el pacient pot necessitar antiinflamatoris i/o analgèsics. Per tant, en cada registre de dades el fisioterapeuta l'hi preguntarà el pacient si prén algún tipus de fàrmacs (40).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fàrmac antiinflamatori¹⁰ - Fàrmacs analgèsics¹¹ - Farmacs antiinflamatoris i analgèsics (AINE)¹² 	<p>Codificat de 0 -3:</p> <p>Cap: 0</p> <p>Antiinflamatori: 1</p> <p>Analgesic: 2</p> <p>Antiinflamatori i analgèsic (AINE):3</p>
--	---	---

Taula 5 :Variables d'ajust de l'estudi. Font: Eleboració pròpia

4.5.2 Instruments i mètodes de mesura

Durant el tractament, es realitzaran 7 recollides de dades (talls transversals). Tal com detalla el Protocol Sports Medicine (2009), figuren 7 períodes de temps on els objectius, i el tractament varia. Així doncs, es recolliran les dades a les setmanes següents: **setmana 2 PO (recollida inicial), setmana 6 PO, setmana 9 PO, setmana 12 PO, setmana 16 PO, setmana 20 PO i la setmana 24 PO (recollida final).**

Tal com marquen els objectius, s'avaluaran 5 ítems:

- 1. Grau de força muscular**
- 2. Volum de la massa muscular i d'edemes**
- 3. Intensitat del dolor**
- 4. Grau de ROM**
- 5. Funcionalitat de l'EI:**

⁹ **Fàrmacs:** Els fàrmacs són les diferents substàncies químiques que produeixen efectes biològics al cos humà, estem parlant de la medicació que cada pacient ingereix (40).

¹⁰ **Fàrmac antiinflamatori:** aquell que pretén crear una reacció de desinflamació a la zona afectada que presenta una inflamació excessiva del habitual. Ex: corticoides. . (40)

¹¹ **Fàrmacs analgèsics:** aquells que busquen inhibir el dolor. Ex: morfina, metadona. . (40)

¹² **AINE:** Són fàrmacs antiinflamatoris i analgèsics. Ex: aspirina, ibuprofèn, naproxèn... (40)

Pel que fa el **grau de força muscular** s'avaluarà a partir de dos variables: grau de força mitjançant l'escala oxford i, posteriorment, la dinamometria.

- L'escala **Oxford (OXFORD SCALE- Muscle Strength Grading)**: És una escala que va del 0 al 5, on depenent de quin nivell de força es troba el grup muscular el classificarem a un estadi o un altre (35). Els grups musculars que avaluarem seràn el quàdriceps i els isquiotibials. S'avaluaràn aquests dos grups musculars perquè són els que fan la funció principal de la flexo-extensió de genoll i donen la màxima estabilitat a l'articulació.

El fisioterapeuta li demanarà el pacient el moviment principal del grup muscular a avaluar. Així doncs, partint d'una posició en sedestació, si s'avalua el quàdriceps el pacient farà una extensió de genoll i si s'avaluen els isquiotibials farà una flexió de genoll. Depenent de la interpretació del fisioterapeuta se l'hi adjudicarà un valor del 0 al 5 tal com es detalla a la taula següent:

Valor	Significat	Interpretació
0	Absència de moviment i contracció.	Paràlisi total
1	Contracció dèbil a la zona tendinosa del múscul, sense moviment.	Paràlisi parcial (dèficit del moviment voluntari)
2	Moviment en tot l'arc articular sense gravetat.	
3	Moviment en tot l'arc articular amb gravetat.	
4	Moviment en tot l'arc articular amb gravetat i oferint cert grau de resistència.	
5	Moviment en tot l'arc articular amb gravetat i oferint resistència completa.	Múscul normal. Sense paràlisi

Taula 6 :Escala d'OXFORD. Font: kendall and McCreary (1984)

- **Dinamometria**: Després d'avaluar la força muscular amb l'escala d'Oxford, si el resultat té un valor de 4 o + s'avaluarà a través d'un dinamòmetre isocinètic, per tal de ser més precises en aquesta variable i avaluar la força muscular exacte del quàdriceps i dels isquiotibials.

Consta d'una màquina isocinètica on el pacient es col·loca en sedestació sobre la cadira i se li col·locarà una presa per sota genoll. Per tal que no hi hagi compensacions se'l lligarà a nivell de tronc i es podrà agafar a les preses que té al costat de la cadira. Seguidament haurà de realitzar el moviment de flexo-extensió de genoll amb la major força possible, per tal que el fisioterapeuta anoti els resultats obtinguts. Es registrarà la màxima força en flexió i en extensió.



Figura 2 : Màquina isocinètica. Font: (51)

El segon ítem a avaluar és el **volum de la massa muscular i el possible edema**, és a dir, la **perimetria**. El pacient es col·locarà decúbit supí i sense executar cap tipus de força, es prendran les següents mesures amb una cinta mètrica:

- Per avaluar el vast intern → cinta mètrica 5 cm per sobre la ròtula.
- Per avaluar vast extern → cinta mètrica 10 cm per sobre la ròtula.
- Per avaluar el recte anterior → cinta mètrica 20 cm per sobre la ròtula
- Per avaluar el edema de la cuixa → cinta mètrica 15 cm per sobre la ròtula



Figura 3: perimetria de l'EI. Font: (37)

El tercer ítem és la **intensitat del dolor**, s'avaluarà amb l'escala **EVA**. Aquest instrument permet mesurar la intensitat del dolor de manera subjectiva, consisteix en una línia horitzontal de 10 centímetres, els quals els extrems es troben les expressions extremes d'un símptoma, en aquest cas el dolor, on 0 consisteix en l'absència del dolor i el número 10 és el màxim dolor.

El fisioterapeuta demanarà que el pacient que senyali en aquesta escala la intensitat de dolor que té de forma passiva en aquell moment en concret (38).

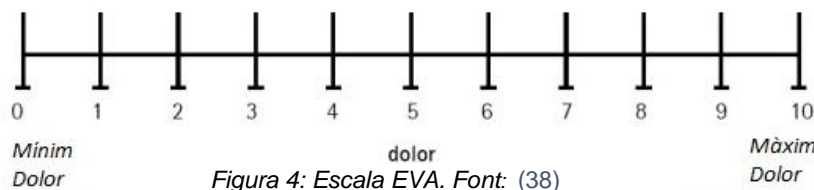


Figura 4: Escala EVA. Font: (38)

El quart ítem a valorar serà el grau **ROM** i s'avaluarà a través del **balanç articular (goniometria)**. S'utilitzarà un goniòmetre de dos braços (fixe i mòbil) per avaluar els graus de mobilitat que té l'articulació femuro-patel·lar. Els moviments a avaluar seran: la flexió i l'extensió (39) i (41).

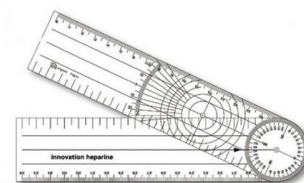


Figura 5: Goniòmetre de l'estudi. Font: (39)

Valors estàndars en una articulació femuro-patel·lar	} Màxima flexió: 120-150° } Màxima extensió: 0°
--	--

El protocol per registrar el balanç articular és el següent:

- **En l'extensió:** El pacient es col·locarà decúbit supí i realitzarà una extensió de genoll. El fisioterapeuta col·locarà el punt del centre del goniòmetre a la interlínia articular de l'articulació del genoll, de manera que el braç fixe del goniòmetre anirà en direcció a la cuixa, resseguint el fèmur i la part mòbil del goniòmetre, es col·locarà seguint el peroné. Una vegada tingui col·locat el goniòmetre mirarà els resultats que marca el goniòmetre i els anotarà al full de registre (observar figura 6) (42).
- **En la flexió:** El pacient es col·locarà decubi supí i realitzarà una flexió de maluc i de genoll. El fisioterapeuta col·locarà el punt del goniòmetre a la interlínia articular del genoll de tal manera que el braç fixe estigui en direcció a al cuixa resseguint el fèmur i el braç mòbil s'obri resseguint el peroné. Una vegada tingui col·locat el goniòmetre mirarà els resultats que marca i els anotarà al full de registre (observar figura 7) (42).

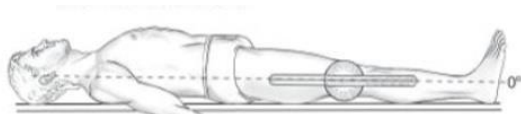


Figura 6: Valoració del Balanç Articular en extensió de genoll.. Font: (42)



Figura 7:: Valoració del Balanç Articular en flexió de genoll.. Font: (42)

Per últim, s'avaluarà la **funcionalitat de l'EI** mitjançant l'escala LEFS. Tal com marca el tractament (25) és un instrument fiable i vàlid que utilitzen per avaluar la disfunció musculoesquelètica de les EI. El LEFS consta de 20 preguntes, cada una quantificada en una escala del 0 al 4. Les puntuacions dels ítems es sumen i finalment s'obté un resultat final que oscil·larà entre el 0-80 punts. Els valors més alts representaran un millor estat funcional i els valors més baixos un pitjor estat funcional musculoesquelètic (observar pàgina 59 de l'Annex).

El LEFS el passarà el fisioterapeuta cada vegada que s'executi la recollida de dades, sempre serà la mateixa persona, per evitar possibles desviacions.

4.6 Anàlisi dels registres

En cada recollida de dades s'utilitzarà una **taula de registres** per tal de tenir anotats tots els resultats de les 7 avaluacions (observar taula 18 de l'Annex) i posteriorment, s'utilitzarà el programa **SPSS** (Statistical Package for the Social Sciences).

SPSS és un software o també anomenat paquet estadístic que fa un gran ventall d'anàlisis estadístiques. Amb aquest software podem detallar les variables de l'estudi i llavors es podran interpretar i justificar els resultats obtinguts.

Per començar l'anàlisi de registres es valoraran si les variables de l'estudi segueixen una distribució normal. Es valoraran les variables quantitatives i qualitatives de l'estudi de forma separada i posteriorment es farà una comparació entre els dos grups.

Pel que fa les **variables quantitatives**, registrarem les següents: grau de força muscular (0-5 i kg), perimetria (cm), intensitat del dolor (escala EVA 0-10), graus de ROM (°), funcionalitat de l'EI (LEFS: 0-80), edat (18-30 anys), pes (kg), mecanisme de lesió

(codificat del 1 al 3) i fàrmacs (codificat del 0 al 3). Aquest tipus de variables s'utilitzaran els índex estadístics de freqüència absoluta, proporció i percentatges. Es valorarà depenent de la distribució, si aquesta té una distribució normal ($p > 0.05$), s'utilitzarà la mitjana i la desviació típica. Però, si pel contrari no segueixen la distribució normal ($p < 0.05$), s'utilitzarà la mediana.

Per altra banda, les **variables qualitatives** a registrar són: el tractament (GC i GI), sexe (M o F) i tipus d'esport (futbol, bàsquet o esquí). Aquestes es valoraran a partir del percentatge i l'interval de confiança del 95%.

Quan s'hagin registrat les variables quantitatives i qualitatives per separat i s'observin les diferències entre si, es realitzarà la comparació entre grups (GC i GI). D'aquesta forma s'observarà si hi ha diferència significativa entre ells.

4.7 Limitacions de l'estudi

L'estudi pot tenir alguna limitació a l'hora de dur-lo a terme. A continuació es descriuen aquelles possibles mancances que podrien presentar:

1. **Percentatge d'abandonament i la no constància del tractament:** Pot ser que el pacient no sigui constant, i no compleixi els temps, els exercicis i/o les pautes que els fisioterapeutes donin. Si és així, els resultats es veuran alterats, ja que no estarà realitzant tot el tractament complert (si ens trobéssim en un cas així, l'exclouriem de l'estudi i s'agafaria un altre subjecte). A més, poden haver-hi altres subjectes que durant el tractament tinguin problemes que no s'han controlat prèviament i que no siguin útils per l'estudi.
2. **Registre dels resultats:** Sempre serà la mateixa persona que registrarà els resultats dels subjectes, ja que d'aquesta forma no hi ha variabilitat a l'hora de prendre mesures.
3. **Nombre de professionals necessaris:** Es necessitaran metges, fisioterapeutes, nutricionistes, etc. Seria convenient que abans d'iniciar l'estudi aquest personal estigués seleccionat i tots tinguessin clar la seva tasca dins de l'estudi, per tal que les feines no es superposin i hagi bona comunicació entre ells.
4. **Manca de recolzament econòmic pel lloguer de les instal·lacions i el material:** Prèviament a l'estudi hauriem de fer un anàlisi econòmic del lloguer de les instal·lacions, concretament la instal·lació aquàtica. Per altra banda, s'haurien de tenir en compte totes les despeses econòmiques que suposaria aquest

projecte, com pot ser la màquina isocinètica, ja que té un cost bastant elevat, o el cost dels professionals que es necessitarien per dur a terme la intervenció.

4.8 Aspectes ètics

Per poder realitzar aquest estudi, és necessari unes bones condicions ètiques per tal d'exercir una bona pràctica clínica. Per aquest motiu, l'estudi estarà basat a la **Declaració de Helsinki** programada per l'associació mèdica mundial i la normativa legal que s'ha aplicat en l'estudi (2001). Per altra banda, es necessitaran que les dades dels subjectes estiguin protegides. Tal i com esmenta la **Constitució Espanyola (1978)**, concretament l'article 2 i 6, s'han de tenir en compte el següent (43) i (44):

- **L'Article 6 (consentiment informat):** Qualsevol intervenció en l'àmbit de la salut requereix que la persona afectada hagi donat el seu consentiment específic i lliure, havent estat prèviament informada, d'acord amb el que estableix l'article. Aquest consentiment s'ha de fer per escrit en els casos d'IQ, procediments diagnòstics invasius i, en general, quan es duen a terme procediments que comportin riscos i inconvenients previsibles, susceptibles de repercutir en la salut del pacient. Per altra banda, el document de consentiment, ha de ser específic per a cada supòsit, sens perjudici que s'hi puguin adjuntar fulls informatius generals. Aquest document ha de contenir informació suficient sobre el procediment de què es tracti i els seus riscos. En qualsevol moment la persona afectada pot revocar lliurement el seu consentiment (43) i (44).
- **L'article 2** esmenta que en qualsevol intervenció assistencial, els pacients tenen dret a conèixer tota la informació obtinguda sobre la pròpia salut. No obstant això, cal respectar la voluntat d'una persona de no voler ser informada. A més, la informació ha de formar part de totes les actuacions assistencials, ha de ser verídica, i s'ha de donar de manera comprensible i adequada a les necessitats i els requeriments del pacient, per a ajudar-lo a prendre decisions d'una manera autònoma (43) i (44).

També és necessari tenir en compte l'**article 9.2** (dret a la llibertat), **10.1** (sobre la dignitat de la persona) i **15** (sobre el dret a la vida i a la integritat física i moral) de la constitució espanyola (43) i (44).

Una de les altres lleis ètiques a tenir en compte és la **Llei General de Sanitat (LGS)**, sobretot l'article 10: els apartats 4 (dret a la autorització per a formar part d'un projecte docent o d'investigació), 5 (dret a la informació en termes comprensibles), 6 (dret a escollir entre les opcions que se li presentin) i el 9 (dret a negar-se al tractament) (44) i (45).

Per últim, el **Conveni sobre drets humans i biomedicina del Consell d'Europa** per a la protecció de l'ésser humà respecte a les aplicacions de la biologia i de la medicina, hem de conèixer els articles 5 (a la impossibilitat d'actuació sobre una persona sense el seu consentiment), article 6 (protecció dels incapaços) i els articles 16 i 17 (protecció dels subjectes d'investigació) (44) i (46).

5. Utilitat pràctica dels resultats

Aquest estudi permetrà obtenir una orientació en relació als possibles beneficis que es poden obtenir a través de la FA i per tant, si davant de la força muscular, volum de la massa muscular, el dolor, el rang articular i la funcionalitat de l'EI, aquest tipus de teràpia millora respecte el tractament convencional. Així doncs, la meua finalitat és que a través d'aquest estudi, es valori el treball de la FA per la lesió del LCA i comprovar si ens pot ajudar a recuperar un esportista amb aquest tipus de treball específic.

Si s'executés la intervenció i la hipòtesis principal de l'estudi sigués afirmativa, l'entrenador personal, el metge i el fisioterapeuta tindrien un camp molt ampli per decidir quin tractament aplicar en un esportista que ha patit una lesió de LCA. I per tant, depenent també dels objectius marcats pels professionals, s'hauria de valorar en cada cas si introduir la FA per poder millorar d'una manera més completa les variants estudiades.

Per exemple, un futbolista que s'hagi trencat el LCA i necessiti guanyar molta força muscular, seria ideal un treball de FA, perquè en el cas que la hipòtesis de l'estudi fos afirmativa, aquell esportista guanyaria molta més força amb aquest tipus de treball combinat, que no amb un tractament convencional simple sense treball aquàtic. Un altre exemple podria ser esportista amb una limitació en el ROM, si els resultats de l'estudi respecte el ROM fossin positius, s'afirmaria que la FA ajuda a millorar el ROM i per tant aquest treball aquàtic ens interessaria per millorar aquesta variable. Per últim, si l'estudi de nivell de funcionalitat de l'EI fos afirmatiu, la FA podria ser beneficiosa per aquelles persones, ja dins l'àmbit de l'esport o no, que busquen principalment millorar la seva qualitat de vida mitjançant una bona funcionalitat de l'EI.

Així doncs, tal i com es pot observar hi hauria molts casos que estarien inclosos en aquest estudi i seria ideal pels professionals de la salut valorar i saber si aquestes variables proposades inicialment milloren o no a través del treball complementari de la FA.

6. Conclusions i agraïments

Aquest treball posa fi a una etapa de quatre anys del grau en Fisioteràpia, on durant tot aquest temps he assolit una sèrie de coneixements i habilitats noves dins l'àmbit de la salut que m'han permès formar-me com a futura fisioterapeuta. Al principi, tenia un concepte molt global d'aquest àmbit, ja que al haver estudiat prèviament el grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport tenia molt clara la meva vocació cap a l'esport i la salut. A mesura que he anat realitzant el grau, he anat observant totes les vessants que ofereix la fisioteràpia, cosa que m'ha ajudat per anar-me formant com a futura professional de la salut, i m'ha servit per acabar d'observar com em motiva el món de l'esport i la readaptació de les lesions esportives. Sempre m'ha agradat i m'hi he volgut dedicar. Així doncs, aquest estudi només és el principi que m'obre camí dins d'aquest món.

Agrair el meu tutor del Treball Final de Grau Pablo Ventura Martínez per la dedicació i la vocació en aquesta recerca, ja que en tot moment he pogut comptar amb la seva ajuda per poder aprofunditzar i perfeccionar aquest estudi final. Per altra banda, agrair a totes aquelles persones que al llarg de l'elaboració del meu treball m'han donat un cop de mà, algunes d'elles m'han ajudat a l'hora de l'elaboració de l'estudi i han fet el possible perquè aquesta recerca seguís endavant, sobretot la meva família que m'han donat els millors consells en els moments més oportuns. Sense aquest suport, el meu treball final de grau no hagués estat possible, moltes gràcies!

7. Bibliografia

1. Góngora García L, Rosales García C, González I, Pujals N. Articulación de la rodilla y su mecánica articular. *Medisan*. 2003;7(2):100–9.
2. Platzer. Atlas de Anatomia. Panamerica. Madrid; 2010.
3. Pérez-España AL, San Rafael Madrid H. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mex* [Internet]. 2014;28(1):57–67. Available from: <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>
4. Forriol F, Maestro A, Martín VJ. El Ligamento cruzado anterior: Morfología y función. *Trauma*. 2008;19(1):7–18.
5. Ramos ÁJJ, López-Silvarrey FJ, Segovia MJC, Martínez MH, Legido AJC. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA): Revisión. *Rev Int Med y Ciencias la Act Fis y del Deport*. 2008;8(29):62–92.
6. Márquez JJ, Márquez WH. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *latreia*. 2009;22(3):256–71.
7. Vaquero Martín J, Calvo Haro JA, Forriol Campos F. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Trauma*. 2008;19(1):22–38.
8. Sociedad Mexicana de Ortopedia. *Acta ortopédica mexicana*. *Acta ortopédica Mex* [Internet]. 2002;28(1):57–67. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022014000100012
9. Tessarolo A. On the modeling of poly-phase electric machines through vector-space decomposition: Theoretical considerations. *POWERENG 2009 - 2nd Int Conf Power Eng Energy Electr Drives Proc*. 2009;57:519–23.
10. Mohtadi N, Chan D, Dainty K. Patellar tendon versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament rupture in adults. *The Cochrane* [Internet]. 2011;(9):1–108. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD005960.pub2/full>
11. Articular YC, Calvo R, Anastasiadis Z, Mena RC, Figueroa D. LCA elección injerto. 2017;24:59–66.
12. Feller JA, Cooper R, Webster KE. Current Australian trends in rehabilitation

- following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*. 2002;9:121–6.
13. Janssen RPA, Van Melick N, Van Mourik JBA, Reijman M, Van Rhijn LW. ACL reconstruction with hamstring tendon autograft and accelerated brace-free rehabilitation: a systematic review of clinical outcomes. *BMJ Open Sport Exerc Med* [Internet]. 2018;4(1):1–301. Available from: <http://bmjopensem.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjsem-2017-000301>
 14. Alfonso.V.S, Saura GP, Sánchez DG, Rovira MJS. Fundamentos científicos de la rehabilitación tras la sustitución intraarticular del ligamento cruzado anterior. *Rev Esp Cir Osteoart* [Internet]. 1993;28(1):173–90. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/75988967.pdf>
 15. Noel C. Moon ACL Rehabilitation Guidelines. *Vanderbilt Sport Med Knee Cent Shoulder Cent*. 2015;
 16. Wright RW, Haas AK, Anderson J, Calabrese G, Cavanaugh J, Hewett TE, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Rehabilitation: MOON Guidelines. *Sports Health*. 2015;7(3):239–43.
 17. Phelan M, Long B. ACL Rehabilitation Protocol. 2012;1–18. Available from: <https://www.sportsinjurysurgery.ie/wp-content/uploads/2012/10/ACL-Protocol-New-Sept-2012.pdf>
 18. Yuveltris D, Saborit Oliva R, Robles Ortíz J, Mileisy D, García V, Vianka I, et al. Hidroterapia en la reeducación de la marcha. Revisión bibliográfica Hydrotherapy in gait training. Literature review. *Rev Cuba Med Física y Rehabil* [Internet]. 2014;6(2):197–207. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedfisreah/cfr-2014/cfr142k.pdf>
 19. Mur E, Verdú A, Cirera E, Ferrer M, Nadal R. Manual de Fisioteràpia aquàtica. *Col·legi Fisioter Catalunya* [Internet]. 2012;13–22. Available from: https://www.fisioterapeutes.cat/fitxers/colegiats/grups-treball/ufae/documents/manual_fisioterapia_aquatica.pdf
 20. Luis P, García R, Antonio J, Murcia M. Actividades acuáticas: ámbitos de actuación. 1998;
 21. Boozer PPM. Effectiveness of Traditional Land-Based Therapy vs Aquatic-Based Therapy after ACL Reconstruction. 2016;797. Available from: <http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1811&context=gradrepor>

ts

22. Durante A, Embarazo EL. Beneficios De Las Actividades. 2017;75–90.
23. Tovin BJ, Wolf SL, Greenfield BH, Crouse J, Woodfin BA. Comparison of the effects of exercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions. *Phys Ther.* 1994;74(8):710–9.
24. Sayed S. Effectiveness of Accelerated Rehabilitation for Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction in Football Players. *Int J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2016;04(02). Available from: <https://www.omicsonline.org/open-access/effectiveness-of-accelerated-rehabilitation-for-arthroscopic-anterior-cruciateligament-acl-reconstruction-in-football-players-2329-9096-1000334.php?aid=72765>
25. Nancy A, Greg A, Melanie W. Physiotherapy ACL protocol. *Sport Med Clin.* 2009;(51):1–21.
26. Hernández Paredes V, Varela Martos S, Moraleda Romero B. Propuesta de readaptación para la rotura del Ligamento Cruzado Anterior en fútbol. *Rev Int Med y Ciencias la Act Fis y del Deport.* 2011;11(43):573–91.
27. Millett PJ. ACL Reconstruction Rehabilitation Protocol. *Sport Med* [Internet]. 2010;(1):151. Available from: <http://www.dovepress.com/update-on-rehabilitation-following-acl-reconstruction-peer-reviewed-article-OAJSM>
28. Sam H. ACL Reconstruction Physiotherapy advice for patients. Oxford Univ Hosp NHS Found Trust. 2012;1–20.
29. Macgroarty K, Fracs M, Ortho F. Accelerated Rehabilitation Guidelines ACL Reconstruction with The Short Graft Technique. *Brisbane Knee Shoulder Clin.* 2015;2–11.
30. Melbourne Orthopaedic Group. Rehabilitation Protocol for Anterior Cruciate Ligament - Reconstruction knee surgery. 2018;1–4.
31. Health Sports Medicine. Rehabilitation guidelines for ACL reconstruction in the adult athlete (skeletally mature). 2018 [Internet]. (5):5–3. Available from: https://www.uwhealth.org/files/uwhealth/docs/sportsmed/ACL_Adult_Rehab.pdf
32. Gattton C, Jones I. Research Methods for Sport Studies [Internet]. 2004. p. 1–305. Available from:

- file:///C:/Users/monik/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/SPORTChris_Gratton_Ian_Jones_Research_Methods_for_SportStudies (2).pdf
33. Maciá A, Barbero I, Pérez-Llantada C, Vila E, Navas M., Mandakovic T. Estudio interno de una escala de toma de decisión: E.T.D. 93. Rev Psicol Gen Apl [Internet]. 1996;49(2):267–78. Available from: http://www.uva.es/aufop/publica/actas/viii/orienta.htm%5Cnhttp://gymnica.upol.cz/doi/10.5507/ag.2014.008.html%5Cnhttp://www.cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/view/64%5Cnhttp://www.univsantana.com/sociologia/EI_Cuestionario.pdf
 34. Zurita Ortega F, Ruiz Rodríguez L, Martínez Martínez A, Fernández Sánchez M, Rodríguez Paiz C, López Liria R. Hiperlaxitud ligamentosa (test de Beighton) en la población escolar de 8 a 12 años de la provincia de Granada. Reumatol Clin. 2010;6(1):5–10.
 35. Kendall F, McCreary E. Muscles, Testing and Function. Sport Med [Internet]. 1984;18(1):1–25. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1858872/>
 36. Bellegia L, Juárez E, Braidot A, Puig R, Formento PC. Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011;1–10.
 37. Pereira C, Vieira E, Yamada OR, Alcântara PSM. Avaliação de protocolo de fisioterapia aplicado a pacientes mastectomizadas a Madden. Rev Bras Cancerol. 2005;51(2):143–8.
 38. Vicente, Delgado, Bandrés, Ramírez, Capdevila. Valoración del dolor. Revisión comparativa de escalas y cuestionarios. 2018;25(4):228–36. Available from: <http://www.1aria.com/docs/sections/ayudaRapida/ayudaDiagnostico/ESCALAS VALORACION DOLOR.pdf>
 39. Cerveró RS, Honrado PJ, Monzó EG, Rodríguez RS, Gómez JF. Biomecánica de la rodilla Biomechanics of the knee. Biomech knee Patol del Apar Locomot [Internet]. 2005;3(3):189–200. Available from: <https://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/salud/revista-locomotor/vol03-n3-art7-biomecanica-rodilla.PDF>
 40. Toro M. Concepto De Farmacologia. Introd a la Farmacol Conceptos Gen.

2007;(1):2.

41. Luis González J, M^a Del Mar M, Herrero L, Ramos D, Jesús E, Vicente M. Evaluación formativa. Cuando la teoría se lleva a la práctica. Población universitária. Battery test to evaluate the articulation, mobility, muscular shorten and imbalance in a university students. 2009;63–77. Available from: <http://www.reefd.es/index.php/reefd/article/viewFile/329/319>
42. Claudio Taboadela H. Goniometra.pdf [Internet]. 2007. p. 130. Available from: <http://alegomez.comunidadcoomeva.com/blog/uploads/ResumenGoniometra.pdf>
43. Cortes Españolas. Constitución Española [Internet]. 1978. Available from: <https://www.boe.es/legislacion/documentos/ConstitucionCASTELLANO.pdf>
44. Generalitat de Catalunya. Consentiment informat. 2012; Available from: http://canalsalut.gencat.cat/ca/detalls/article/consentiment_informat-00001
45. BOE. Ley General de Sanidad. Boletín Of del Estado. 1986;102:1–38.
46. Les Corts Espanyoles. Protocol adicional al conveni per a la protecció dels drets humans i la dignitat humana en relació amb l'aplicació de la biologia i la medicina sobre la prohibició de clonar éssers humans. 1999. Available from: <http://comitebioetica.cat/wp-content/uploads/2014/03/Conveni-europeu-sobre-drets-humans-i-biomedicina.pdf>
47. García Blanco S. Origen del concepto «deporte». Aula Rev Pedagog la Univ Salamanca [Internet]. 1994;VI:61–6. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=122489>
48. Costa Moreira O, De Patrocínio Oliveira CE, Candia-Luján R, Romero-Pérez EM, de Paz Fernandez JA. Métodos de evaluación de la masa muscular: Una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorios. Nutr Hosp. 2015;32(3):977–85.
49. Flores B, Flores I, De Lazcano M. Edema. Enfoque clínico. Med Interna Mex. 2014;30(1):51–5.
50. Ángel AM. Bases anatòmiques i fisiològiques II- El genoll [Internet]. 5 octubre. 2016. Available from: <https://sites.google.com/site/anatomiafisiologiacar/el-genoll>
51. Isokinetic. Màquina Isocinètica [Internet]. infortuni e riabilitazione. 2012. Available from: <https://www.isokinetic.com>

8. Annexes

8.1 Proposta de readaptació d'un esportista amb lesió LCA segons Hernández, Varela, Moraleda (2011)

RECUPERACIÓN DE LA ROTURA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR							
MOMENTO DE LA LESIÓN	FASE I	FASE II		FASE III		FASE IV	
	TRATAMIENTO MÉDICO	REHABILITACIÓN + READAPTACIÓN		READAPTACIÓN		VUELTA AL GRUPO	
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	
LIGAMENTOPLASTIA	FISIOTERAPIA						VUELTA A LA COMPETICIÓN
		FUERZA Isométricos	FUERZA Isométricos + Concéntricos + Excéntricos				
		PROPIOCEPCIÓN					
		FLEXIBILIDAD Extensores + Flexores					
		MEDIO ACUÁTICO Mov. articular + Desplazamientos					
			CARRERA Técnica de carrera	CARRERA Cambios de ritmo	MOVIMIENTOS TÁCTICOS Y TÉCNICA COLECTIVA		
			GESTO DEPORTIVO Habilidad + Conducción	GESTO DEPORTIVO Golpeos			
				SQUAT			
		EQUILIBRIO PÉLVICO					

Taula 7: Recuperació de la ruptura del LCA. Font: (26)

8.2 Protocol Noel Moon ACL Guildeline (2015)

		MOON ACL Guildeline				
		FASE 1: Fase postoperatòria immediata	FASE 2: Fase de Rehabilitació Temprana	FASE 3: Fase d'enfortiment i control	FASE 4: Fase de formació avançada	FASE 5: Fase de retorn a l'esport
temps		2 setmanes post-cirurgia	2 ^a a la 6 ^a setmana	7 ^a -12 ^a setmana	13 ^a – 16 ^a setmana	17 ^a a 20 ^a setmana
Objectius	FASE PRE-OPERATORIA	- Aconseguir la màxima extensió - Guanyar musculatura - Minimitzar el dolor - Minimitzar la inflamació - Educar el patró de marxa	- ROM complet - Millorar la força muscular - Recuperar el progrés neuromuscular	- Mantenir el ROM - Córrer sense dolor o inflamació - Saltar sense dolor/inflamació	- Executar patrons - Saltar sense dificultat	- Aconseguir el 85% de força contralateral amb salt. - Educar a l'esport
Tractament		<ul style="list-style-type: none"> • Crioteràpia • Activació muscular i exercicis de força a través de l'estimulació elèctrica • Massatge de cicatriu 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilitat muscular • Exercicis per muscular • Entrenament neuromuscular i cardiovascular (bicicleta) 	<ul style="list-style-type: none"> • Exercicis per muscular • Formació neuromuscular • Exercicis cardipulmonars 	<ul style="list-style-type: none"> • Exercicis per muscular (squats, lunges, pliometria) • Exercicis d'agilitat • Formació neuro-muscular • Exercicis cardio-pulmonar (córrer, bicicleta) 	<ul style="list-style-type: none"> • Exercicis per muscular (squats, lunges, pliometria...) • Activitats específiques de l'esport (executar patrons de l'esport, pivotar, skipping, anàlisis biomecànic dels gests tècnics)

Taula 8: Moon ACL Guildeline 2015 (elaboració pròpia) Font: (15) i (16)

8.3 Protocol Sport Medicine Clinic

SPORT MEDICINE CLINIC (2009)							
	0-2 setmanes PO	3-6 setmanes PO	6-9 setmanes PO	9-12 setmanes PO	12-16 setmanes PO	16-20 setmanes PO	20-24 setmanes PO
LEFS	14-24 punts	32-50 punts	45-59 punts	55-66 punts	55-66 punts	61-76 punts	61-76 punts
Objectius	<ul style="list-style-type: none"> - Reeducar el pacient - Disminuir el dolor i l'inflamació - Augmentar el rang de moviment i restaurar l'extensió completa - Mantenir la flexibilitat dels isquiotibials - Activar el quàdriceps - Reeducar la propiocepció i l'equilibri - Mantenir la capacitat cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir un ROM a prop o complet a la flexió i complet d'extensió de genoll - Realitzar exercicis de flexibilitat de les altres articulacions - Continuar els exercicis de força amb control de: pèlvis, isquiotibials, quàdriceps.. - Reforçar l'extremitat no lesionada - Realitzar la propiocepció de progrés - Adquirir la marxa - Mantenir la condició 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir ROM complet i sense dolor - Aconseguir força als quàdriceps de manera funcional - Iniciar la musculació de quàdriceps de manera isocinètica amb rang limitat - Continuar enfortint altres grups musculars de EEII - Fer exercicis de propiocepció avançada - Iniciar Fitness cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar amb exercicis de flexibilitat - Progressar amb la musculació de quàdriceps - Tractar els dèficits de força als isquiotibials - Continuar enfortint de manera concèntrica i excèntrica la cadena inferior - Progressar propioceptivament - Fitness cardiovascular específic 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar amb els objectius de les fases anteriors +: - Muscular depenent de l'esport que realitza el pacient - Realitzar fitness específic de l'esport en 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb l'especialització de l'esport del pacient - Fintess cardiovascular - Esportiu específic 	<ul style="list-style-type: none"> - Adequar la força, l'agilitat, la potència, el control neuromuscular, la simetria i l'estabilitat a l'esport que practica - Continuar la musculació <li style="text-align: right;">Tornar a la pràctica esportiva

			cardiovascular					
Exercicis recomanats	ROM i flexibilitat	- Estiraments - Bici - Mobilitat passiva	El de la fase anterior +: - Mobilitzacions de l'articulació femuro-patelar i tibio-femoral per aconseguir un ROM millor	- Movilitzacions pel ROM final	Seguir amb les pautes anteriors			
	Força i resistència	-Isomètrics -Estimulació muscular -Treballar articulacions no implicades (Bombeig de turmell)	- Shuttle i progressió - Prensa de cames - Lunges - Isquiotibials assistits amb tendència (cinturó rus...)	- Shuttle amb ROM complet - Step-ups - Lunges excèntrics - Squats a la paret, complets 90°	- Lunge estàtic (amb rang complet) - Shuttle saltant - Progressar treball isocinètic	Jogging (pas previ a córrer), salts i començar a treballar l'agilitat	Seguir amb la progressió AGILITAT I PLIOMETRIA	
	Propiocepció	-Unidopals (30-60 segons) -Plans lliscants	Continuar ROM complet - Ulls oberts/tancats - Plans inestables	- Minitrampolí - Exercicis amb bossu i Dynadisc	- Diferents inestabilitats i posició unipodal	Progressar amb la propiocepció		
	Marxa/ cardiovascular fitness	-Canvis de pes -Progressió de 2 croses a 1 -Mantenir el patró de	- Exageració forçada de la flexió de maluc i genoll - Progressió d'1 crossa a pes complet	- Bici augmentant temps i resistències - Caminar augmentant velocitats	- Bici: + resistència i paràmetres de temps més grans - Caminar ràpid	Bici i començar a trotar en terrenys plans	Córrer, sprints i començar a provar les superfícies inestables. Bici a l'aire lliure	

		marxa normal					
	Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Gel (15-25 min) - Teràpia amb corrent interferencial per evitar el dolor - Estimulació muscular 	<ul style="list-style-type: none"> - Bici amb paràmetres de temps augmentats - Elíptica si hi ha força 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nedar: només braços - Trotar a la piscina 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incrementar temps, velocitat i repetició d'exercicis 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pliometria 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Natació

Taula 9: ACL Protocol Sport Medicine Clinic (elaboració pròpia). Font: (25)

8.4 ACL reconstruction Rehabilitation Protocol Millett (2010)

ACL reconstruction Rehabilitation Protocol Millett (2010)									
temps		1-7 dies PO	8-10 dies PO	Setmana 3	Setmana 3-4	Setmana 4-6	Setmana 6-12	Setmana 12-20	24 setmanes (6 mesos)
Objectius	Pre-operatori	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar el dolor i la inflamació - Executar exercicis inicials de moviment - Aconseguir i mantenir l'extensió passiva completa - Evitar la inactivació dels quàdriceps 	<ul style="list-style-type: none"> - Realitzar teràpia física activa - Mantenir l'extensió de genoll 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenir l'extensió de genoll - Aconseguir 100-120° de flexió de genoll - Treballar la musculació - Control de la inflamació 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir el moviment complet d'extensió del genoll - Realitzar exercicis de musculació 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir 125° de flexió - Continuar musculant 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir 135° de flexió - Continuar musculant - Iniciar la cinta de córrer 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar la musculació - Introduir jogging i el correr - Realitzar agilitat 	<ul style="list-style-type: none"> - Tornar a l'esport

tractament		- Exercicis de musculació (isomètrics)	- Exercicis de mobilitat - Exercicis de musculació	- Exercicis de mobilitat - Exercicis de musculació	- Exercicis de musculació - Exercicis cardiovasculars: bicicleta estàtica - Treballar equilibri i propiocepció	- Exercici cardiovascular: Bici, el·líptica - Exercicis de musculació - Propiocepció - Natació - Córrer en pla	- Exercicis de musculació - Fer jogging, córrer (seguir un programa cardiovascular) - Començar l'agilitat	- Tornar a l'esport amb les condicions òptimes
-------------------	--	--	---	---	--	--	---	--

Taula 10: ACL Reconstruction rehabilitation protocol Millet (elaboració pròpia). Font: (27)

8.5 Rehabilitation Guidelines for ACL Reconstruction in the Adult athlete (Sports Medicine, 2018)

REHABILITATION GUIDELINES OF SPORTS MEDICINE (2018)					
Fase	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5
Temps	4 setmanes PO		11-12 setmana PO	16-20 setmana PO	24-32 setmanes PO
Objectius	<ul style="list-style-type: none"> - Protegir la cicatriu - Adherència al programa d'exercicis domèstics - ROM: 0-90° 	<ul style="list-style-type: none"> - Normalitzar la marxa - Evitar sobrecàrregues al lloc de fixació - Control de l'extremitat en cinètica tancada 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar inflamació activa i reactiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Normalitzar l'extremitat 	<ul style="list-style-type: none"> - Individualitzar en funció a l'esport i les necessitats del rendiment físic
Exercicis	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilitzar les articulacions - Realitzar canvis de pes 	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilitzacions - Bicicleta, el·líptica - FA - Educar la marxa - Exercicis de musculació 	<ul style="list-style-type: none"> - El·líptica - Agilitat - Exercicis de musculació en cinètica tancada - Jogging 	<ul style="list-style-type: none"> - Estiraments - propiocepció - Córrer - Agilitat - Exercicis de musculació - Equilibri - Bicicleta - FA 	<ul style="list-style-type: none"> - Patrons de moviment: sprints, canvis de direccions - Exercicis específics

Taula 11: Rehabilitation Guidelines for ACL Reconstruction in the Adult athlete (Sports medicine, 2018) Font: (elaboració pròpia) (31)

8.6 Protocol Melbourne Orthopaedic Group (2018)

Protocol Melbourne Orthopaedic Group (2018)					
	Dia 1-14 PO	Setmana 3-6	Setmana 7-16	Setmana 12-20	Setmana 20-26
Fisioteràpia manual	Crioteràpia intermitent per minimitzar la inflamació articular durant els primers 4-5 dies i després dels exercicis. També elevar l'extremitat operada, fer exercicis de turmell i exercicis de mobilització patelar	<ul style="list-style-type: none"> - Musculació de quàdriceps i glutis - Exercicis de ROM passius, actius assistits i actius - Musculació dels isquiotibials 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis de mobilització patelar - Massatges a teixits profunds i ferides amb crema biològica o vitamina E 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforçar exercicis: continuar amb la musculació de quàdriceps, isquiotibials, glutis - Realitzar activitats funcionals 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar amb el programa de musculació. - Incrementar intensitat del gimnàs
ROM i exercicis de musculació	<ul style="list-style-type: none"> - Potenciar quàdriceps i glutis - Flexió de genoll en sedestació i extensió assistida 		<ul style="list-style-type: none"> - Musculació : Cadena cinètica tancada (CCT) - Aconseguir la flexió total amb exercicis de ROM. - Propiocepció 		
Exercicis o activitats funcionals	<p>Caminar amb crosses</p> <p>Transferències: llit, cadira, cotxe</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Normalitzar la marxa - Bicicleta a partir de la setmana 5 	<ul style="list-style-type: none"> - Bicicleta - FA (només caminar dins l'aigua) 	<ul style="list-style-type: none"> - Començar marxa i pliometria 	<ul style="list-style-type: none"> - Començar a entrenar l'agilitat: canvis de direcció - Progressar en la pliometria - Progressar en l'esport específic de l'esportista.

Taula 12: Protocol Melbourne Orthopaedic Group (2018). Font (elaboració pròpia) (30)

8.7 Protocol Oxford University Hospitals NHS Trust (Sam, 2012)

ACL RECONSTRUCTION PHYSIOTHERAPY ADVINCE FOR PATIENTS (Sam, 2012)						
PROTOCOL	FASES	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5
	TEMPS	Setmana 1-2 després PO	Setmana 2-6 PO	Setmana 6-12 PO	3-6 mes PO	6-9 mes PO
	TRACTAMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Isomètrics - Lliscaments per guanyar ROM 	<ul style="list-style-type: none"> - Squats amb pilota entre genolls, potenciar els isquiotibials i bessons (guanyar musculatura) - propiocepció - estiraments 	<ul style="list-style-type: none"> - Squats unipodals (potenciar musculatura) - Natació - Bicicleta - jogging 	L'objectiu d'aquesta fase és preparar l'esportista per tornar a l'esport: exercicis específics esportius incloent equilibri d'alt nivel i pliometria	<ul style="list-style-type: none"> - Córrer amb canvis de direcció - Pliometria

Taula 13: Protocol Oxford University Hospitals NHS Trust (2012) Protocol. Font: (elaboració pròpia) (28)

8.8 Protocol Oxford University Hospitals NHS Trust (2015)

BRISBANE KNEE & SHOULDER CLINIC (MACGROARTY, 2015)							
Fase	FASE 0	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5	FASE 6
Temps	Dia de l'operació	Dia 1-14 PO	Setmanes 2-6 PO	Setmanes 6-12 PO	Setmanes 12-18 PO	Setmanes 18-26 PO	A partir de la setmana 26
objectius		<ul style="list-style-type: none"> - Extensió completa - 120° de flexió - Activació dels isquiotibials - Aconseguir un patró de marxa normal - Minimitzar el dolor i la inflamació 	<ul style="list-style-type: none"> - ROM complet - Millorar la força de cames - Dolor mínim al caminar 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantneir el ROM complet - Millorar la força de les cames - Tornar a les tasques actives - Començar a córrer amb el mínim impacte 	<ul style="list-style-type: none"> - Realitzar l'squat complet amb el mínim dolor - Augementar la formació de resistència - Començar a saltar 	<ul style="list-style-type: none"> - Retornar la força més propera a la força pre-operatoria. - Tornar a la formació esportiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir la força òptima - Tornar a la competició esportiva
Exercicis	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis per potenciar musculatura 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis per potenciar la musculatura 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis de força - Propiocepció - Bici - El·líptica 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis de força - Propiocepció - Exercici cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis de força - Pliometria - Incrementar exercici cardiovascular (bici, nedar i córrer) 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar amb el treball de força - córrer amb canvis de direcció 	

Taula 14: Protocol Brisbane knee & shoulder clínic. Font (elaboració pròpia) (29)

8.9 ACL Rehabilitation Protocol of North Sydney Orthopaedic Research Group (Phelan, Long (2012))

ACL REHABILITATION PROTOCOL OF NORTH SYDNEY ORTHOPAEDIC RESEARCH GROUP					
PROTOCOL	FASES	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
	OBJECTIUS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aconseguir la cicatrització primària de la ferida 2. Minimitzar la inflamació 3. Restaurar el rang de moviment 4. Establir el control muscular 5. Avançar amb les crosses 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aconseguir ROM complet 2. Començar l'ús de bici 3. Progressió del control muscular 4. Progresar en el treball de força 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recuperar les habilitats d'execució i salt amb una bona tècnica 2. Recuperar l'equilibri i l'agilitat 3. Progresar amb la força muscular 4. Desenvolupar la confinaça 5. Preparar-se per les habilitats específiques esportives 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realitzar tècniques de pliometria, frenades, canvis de direcció 2. Recueprar la confiança amb exercicis i habilitats específiques per a l'esport 3. Preparar per tornar a un entrenament de competició
	TRACTAMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Moviments de ròtul·la - Recueprar la marxa amb extensió completa - Exrecicis per muscular. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis de musuclació - Propiocepció - Exercicis de ROM 	<ul style="list-style-type: none"> - Treball de propiocepció - Pliometria - Exercics dinàmics - Canvis de direcció 	<p>Es recomana que es duguin a terme programes com: FIFA11 o PEP program. (programes específics de l'esport.)</p>

Taula 15: ACL rehabilitation protocol of north sydney orthopaedic research group (Phelan; Long, 2012). Font (elaboració pròpia) (17)

8.10 ACL Rehabilitation Guide (Feller JA, Cooper R, Webster KE (2002))

FASES	FASE 1: Recuperació de la cirurgia	FASE 2: Força i control neuromuscular	FASE 3: córrer, agilitat i frenades	FASE 4: Tornar a l'esport	FASE 5: Prevenció per les lesions
OBJECTIUS	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir l'extensió completa - Reduir la inflamació - Reforçar musculatura 	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperar la força muscular, l'equilibri i la coordinació bàsica 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir l'agilitat, treballar la pliometria i començar a córrer 	<ul style="list-style-type: none"> - Tornar a l'esport - Completar amb èxit el test de <i>Melburne Return to Sport Score</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Treballar l'equilibri, la pliometria i la força
TRACTAMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis per l'extensió i la flexió de genoll - RICE de l'extremitat (repos, gel, compressió i elevació) - Exercicis de força 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis de força - Exercicis per recuperar el ROM complet - Exercicis d'equilibri - Exercicis de coordinació 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercicis d'agilitat, de pliometria i de carrera contínua. - Exercicis d'equilibri 	<ul style="list-style-type: none"> - Executar un programa de prevenció de la lesió del LCA. 	FIFA 11 + PEP program

Taula 16: Rehabilitation Guide (Feller JA, Cooper R, Webster KE, 2002). Font: (elaboració pròpia) (12)

8.11 Efectes de l'aigua en el cos humà en funció de la temperatura

EFECTES DE L'AIGUA EN EL COS HUMÀ EN FUNCIO DE LA TEMPERATURA		
	Fred	Calor
Sistema Vascular	<ul style="list-style-type: none"> - Vasoconstricció - Disminució de la circulació 	<ul style="list-style-type: none"> - Vasodilatació - Augment de la circulació
Pressió sanguínia	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentada 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuïda
Cor	<ul style="list-style-type: none"> - Bradicàrdia - Disminució del volum sistòlic 	<ul style="list-style-type: none"> - Taquicàrdia - Augment del volum sistòlic
Sang	<ul style="list-style-type: none"> - Augment de la concentració - Augment de la viscositat - Leucocitosi - Augmenta la glucèmia - Augmenta el temps de coagulació - Baixa el PH (tendència a l'acidosi) 	<ul style="list-style-type: none"> - Augment de la dissolució - Disminució de la viscositat - Leucocitosi general - Disminueix la glucèmia - Disminueix el temps de coagulació - Puja el PH (tendència a l'alcalosi)
Respiració	<ul style="list-style-type: none"> - Inspiració profunda inicial, després polipnea - Augmenta la tensió alveolar del CO₂ a mida que disminueix la temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspiració profunda si l'estímul és breu: després polipnea - Disminueix la tensió alveolar del CO₂ per la polipnea
Aparell urinari	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenta la diüresi - Reacció àcida - Augmenta de l'amoníac - Augment de l'àcid úric 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenta la diüresi - Reacció alcalina - Disminució de l'amoníac - Disminució de l'àcid úric. - Augmenten la urea i la creatinina
Pell	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenta la resistència elèctrica - Vasoconstricció cutània (arriba menys sang a la pell) 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminueix la resistència elèctrica - Vasodilatació cutània (augmenta el reg sanguini de la pell)
Músculs	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenta el rendiment i suprimeix la fatiga, en estímuls breus 	<ul style="list-style-type: none"> - Fa desaparèixer la fatiga, en estímuls breus.

Sistema Nerviós	- En estímuls perllongats, disminueix la potència (afavoreix la relaxació muscular)	- Contractura musuclar. - Relaxació muscular - Disminueix la sensibilitat quan l'aplicació és perllongada
Sistema Nerviós Vegetatiu	- Augmenta el to simpàtic	- Augemnta el to parasimpàtic
Metabolisme	- Disminueix la velocitat de les reccions metabòliques	- Augmenta la velocitat de les reaccions metabòliques.

Taula 17: Efectes de l'aigua en el cos humà en funció de la temperatura. Font: (19)

8.12 Escala Funcional de l'Extremitat Inferior (LEFS)

	Actividades	Dificultad extrema o incapaz de realizar la actividad	Mucha dificultad	Dificultad Moderada	Un poco de Dificultad	Ninguna Dificultad
1	Alguna parte de su trabajo habitual, quehaceres domésticos, o actividades escolares.	0	1	2	3	4
2	Sus pasatiempos usuales, actividades recreativas o deportivas.	0	1	2	3	4
3	Entrando o saliendo de la tina.	0	1	2	3	4
4	Caminando de una habitación a otra.	0	1	2	3	4
5	Poniéndose los zapatos o medias.	0	1	2	3	4
6	Poniéndose en cuclillas.	0	1	2	3	4
7	Levantando un objeto, por ejemplo, una bolsa de compras de supermercado del piso.	0	1	2	3	4
8	Realizando actividades ligeras en su casa.	0	1	2	3	4
9	Realizando actividades pesadas en su casa.	0	1	2	3	4
10	Subiéndose o bajándose de un carro.	0	1	2	3	4
11	Caminando dos cuadras.	0	1	2	3	4
12	Caminando una milla.	0	1	2	3	4
13	Subiendo o bajando 10 peldaños de una escalera.	0	1	2	3	4
14	Estando parado por una hora.	0	1	2	3	4
15	Estando sentado por una hora.	0	1	2	3	4
16	Corriendo sobre terreno plano.	0	1	2	3	4
17	Corriendo sobre terreno irregular.	0	1	2	3	4
18	Haciendo vueltas agudas mientras corre rápidamente.	0	1	2	3	4
19	Saltando.	0	1	2	3	4
20	Volteándose en la cama.	0	1	2	3	4
	Column Totals:					

Minimum Level of Detectable Change (90% Confidence):9 points

SCORE: _____/80

Please submit the sum of responses to ACN Group.

8.13 Taula de registres de dades

Nom:		Grup	
Període de registre actual:		Dia IQ	Lloc Intervenció:
DADES A REGISTRAR	FORÇA	Escala Oxford:	
		Isocinètica flexió màxima:	
		Isocinètica extensió màxima:	
	Perimetria	Vast intern:	
		Vast extern:	
		Recta anterior:	
		Possible edema:	
	DOLOR (escala EVA)		
	ROM	Màxima Flexió	
		Màxima extensió	
Funcionalitat EI (test LEFS)			
Observacions/Comentaris			

Taula 18: Taula de registres de dades. Font: Eleboració Pròpia

8.14 Tractament grup Control

SPORT MEDICINE CLINIC (2009)							
	0-2 setmanes PO	3-6 setmanes PO	6-9 setmanes PO	9-12 setmanes PO	12-16 setmanes PO	16-20 setmanes PO	20-24 setmanes PO
LEFS	14-24 punts	32-50 punts	45-59 punts	55-66 punts	55-66 punts	61-76 punts	61-76 punts
OBJECTIUS	<ul style="list-style-type: none"> - Reeducar el pacient - Disminuir dolor i inflamació - Augmentar rang de moviment i restaurar l'extensió completa - Mantenir la flexibilitat dels isquiotibials - Activar el quàdriceps - Reeducar la propiocepció i l'equilibri - Mantenir la capacitat cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir un ROM a prop o complet a la flexió i complet d'extensió de genoll - Realitzar exercicis de flexibilitat de les altres articulacions - Continuar els exercicis de força amb control de: pèlvis, isquiotibials, quàdriceps.. - Reforçar l'extremitat no lesionada - Realitzar la propiocepció de progrés 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir ROM complet i sense dolor - Aconseguir força als quàdriceps de manera funcional - Iniciar la musculació de quàdriceps de manera isocinètica amb rang limitat - Continuar enfortint altres grups musculars de EEII - Fer exercicis de propiocepció avançada - Iniciar Fitness cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar amb exercicis de flexibilitat - Progressar amb la musculació de quàdriceps - Tractar els dèficits de força als isquiotibials - Continuar enfortint de manera concèntrica i excèntrica la cadena inferior - Progressar propioceptiva-ment - Fitness 	<ul style="list-style-type: none"> Continuar amb els objectius de les fases anteriors +: - Muscular depenent de l'esport que realitza el pacient - Realitzar fitness específic de l'esport en qüestió 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb l'especialització de l'esport del pacient - Fintess cardiovascular - Esport específic 	<ul style="list-style-type: none"> - Adequar la força, l'agilitat, la potència, el control neuromuscular, la simetria i l'estabilitat a l'esport que practica - Continuar la musuclació - Tornar a la pràctica esportiva

			<ul style="list-style-type: none"> - Adquirir la marxa - Mantenir la condició cardiovascular 		cardiovascular específic			
Exercicis recomanats	ROM i flexibilitat	<ul style="list-style-type: none"> - Estiraments - Bici - Mobilitat passiva 	<p>El de la fase anterior +:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobilitzacions de l'articulació femuro-patelar i tibio-femoral per aconseguir un ROM millor 	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilitzacions peel ROM final 	Seguir amb les pautes anteriors			
	Força i resistència	<ul style="list-style-type: none"> - Isomètrics - Estimulació muscular - Treballar articulacions no implicades (Bombeig de turmell) 	<ul style="list-style-type: none"> - Shuttle i progressió - Prensa de cames - Lunges - Isquios assistits amb tendència (cinturó rus...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Shuttle amb ROM complet - Step-ups - Lunges excèntrics - Squats a la paret, complets 90° 	<ul style="list-style-type: none"> - Lunge estàtic (amb rang complet) - Shuttle saltant - Progressar treball isocinètic 	Jogging, salts i començar a treballar l'agilitat	Seguir amb la progressió AGILITAT I PLIOMETRIA	
	Propiocepció	<ul style="list-style-type: none"> - Unidopals (30-60 segons) - Plans lliscants 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar ROM complet - Ulls oberts/tancats - Plans inestables 	<ul style="list-style-type: none"> - Minitrampolí - Exercicis amb bossu i Dynadisc 	<ul style="list-style-type: none"> - Diferents inestabilitats i posició unipodal 	Progressar amb la propiocepció		

	Marxa/ cardiovascular fitness	<ul style="list-style-type: none"> -Canvis de pes -Progressió de 2 croses a 1 -Mantenir el patró de marxa normal 	<ul style="list-style-type: none"> - Exageració forçada de la flexió de maluc i genoll - Progressió d'1 crossa a pes complet 	<ul style="list-style-type: none"> - Bici augmentant temps i resistències - Caminar augmentant velocitats 	<ul style="list-style-type: none"> - Bici: + resistència i paràmetres de temps més grans - Caminar ràpid 	Bici i començar a trotar en terrenys plans	Córrer, sprints i començar a provar les superfícies inestables. Bici a l'aire lliure
	Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Gel (15-25 min) - Teràpia amb corrent interferencial per evitar el dolor - Estimulació muscular 	<ul style="list-style-type: none"> - Bici amb paràmetres de temps augmentats - El·líptica si hi ha força 				

Taula 19: Tractament Grup Control. Font: (25)

8.15 Tractament Grup Intervenció

SPORT MEDICINE CLINIC (2009)							
	0-2 setmanes PO	3-6 setmanes PO	6-9 setmanes PO	9-12 setmanes PO	12-16 setmanes PO	16-20 setmanes PO	20-24 setmanes PO
LEFS	14-24 punts	32-50 punts	45-59 punts	55-66 punts	55-66 punts	61-76 punts	61-76 punts
OBJECTIUS	<ul style="list-style-type: none"> - Reeducar el pacient - Disminuir dolor i inflamació - Augmentar rang de moviment i restaurar l'extensió completa - Mantenir la flexibilitat dels isquiotibials - Activar el quàdriceps - Reeducar la propiocepció i l'equilibri - Mantenir la capacitat cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir un ROM a prop o complet a la flexió i complet d'extensió de genoll - Realitzar exercicis de flexibilitat de les altres articulacions - Continuar els exercicis de força amb control de: pèlvis, isquiotibials, quàdriceps.. - Reforçar l'extremitat no lesionada - Realitzar la propiocepció de progrés - Adquirir la marxa - Mantenir la condició cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Aconseguir ROM complet i sense dolor - Aconseguir força als quàdriceps de manera funcional - Iniciar la musculació de quàdriceps de manera isocinètica amb rang limitat - Continuar enfortint altres grups musculars de EEII - Fer exercicis de propiocepció avançada - Iniciar Fitness cardiovascular 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar amb exercicis de flexibilitat - Progressar amb la musculació de quàdriceps - Tractar els dèficits de força als isquiotibials - Continuar enfortint de manera concèntrica i excèntrica la cadena inferior - Progresar propioceptivament - Fitness 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar amb els objectius de les fases anteriors +: - Muscular depenent de l'esport que realitza el pacient - Realitzar fitness específic de l'esport en qüestió 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb l'especialització de l'esport del pacient - Fintess cardiovascular - Esportiu específic 	<ul style="list-style-type: none"> - Adequar la força, l'agilitat, la potència, el control neuromuscular, la simetria i l'estabilitat a l'esport que practica - Continuar la musuclació - Tornar a la pràctica esportiva

				cardiovascular específic			
Exercicis recomanats	ROM i flexibilitat	- Estiraments - Bici - Mobilitat passiva	El de la fase anterior +: - Mobilitzacions de l'articulació femuro- patelar i tibio-femoral per aconseguir un ROM millor	- Mobilitzacions per el ROM final	Seguir amb les pautes anteriors		
	Força i resistència	- Isomètrics - Estimulació muscular - Treballar articulacions no implicades (Bombeig de turmell)	- Shuttle i progressió - Prensa de cames - Lunges - Isquios assistits amb tendència (cinturó rus...)	- Shuttle amb ROM complet - Step-ups - Lunges excèntrics - Squats a la paret, complets 90°	- Lunge estàtic (amb rang complet) - Shuttle saltant - Progressar treball isocinètic	Jogging, salts i començar a treballar l'agilitat	Seguir amb la progressió AGILITAT I PLIOMETRIA
	Propiocepció	- Unidopals (30- 60 segons) - Plans lliscants	Continuar ROM complet - Ulls oberts/tancats - Plans inestables	- Minitrampolí - Exercicis amb bossu i Dynadisc	- Diferents inestabilitats i posició unipodal	Progressar amb la propiocepció	
	Marxa/ cardiovascular fitness	- Canvis de pes - Progressió de 2 croses a 1 - Mantenir el patró de marxa normal	- Exageració forçada de la flexió de maluc i genoll - Progressió d'1 crossa a pes complet	- Bici augmentant temps i resistències - Caminar augmentant velocitats	- Bici: + resistència i paràmetres de temps més grans - Caminar ràpid	Bici i començar a trotar en terrenys plans	Córrer, sprints i començar a provar les superfícies inestables. Bici a l'aire lliure

	Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Gel (15-25 min) - Teràpia amb corrent interferencial per evitar el dolor - Estimulació muscular 	<ul style="list-style-type: none"> - Bici amb paràmetres de temps augmentats - El.líptica si hi ha força <p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deambulació dins el medi aquàtic - Exercicis de Força Muscular EEII. - Programa aquafit iniciació(20) 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb les pautes anteriors + <ul style="list-style-type: none"> - Nedar: només braços - Trotar a la piscina - Realitzar activitats com: AQUAFIT, AQUAGIM (17) l (20) 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb les pautes de la fase 3 + <ul style="list-style-type: none"> - Incrementar temps, velocitat i repetició d'exercicis - Programa Aquafit augmentant la intensitat (20) 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb les pautes de la fase 4 + <ul style="list-style-type: none"> - Estils de natació per augmentar resistència cardiovascular i normalitzar el moviment. - Introduir pliometria, ja sigui amb exercicis i/o amb activitats d'aquafit, aquagim..(17) 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb les pautes de la fase 5 + incrementar temps i velocitats en totes les activitats, exercicis, i sèries d'estils de natació. (17) 	<p>FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguir amb les pautes de la fase 6
--	---------------	---	--	--	---	--	--	--

Taula 20: Tractament Grup intervenció (elaboració pròpia). Font: (25)