

Revisió sistemàtica dels tests d'avaluació isocinètica en esportistes lesionats del lligament encreuat anterior

Treball final de grau

Andreu Oliver Palou

Tutor: Javier Peña

Grau en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

(Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya)

13/05/2020

Agraïments

Al meu tutor del Treball final de grau Javier Peña per facilitar-me tutories i per guiar-me i ajudar-me durant la realització del treball.

Als professors de la Universitat de Vic que han ajudat a formar-me i créixer com a persona al llarg d'aquests 4 anys. Sense oblidar-me dels professors que vaig tenir al Grau superior d'AAFE, que van ser els que em motivaren a estudiar el grau en CAFE.

Fer una menció especial al professor Jordi Coma, que, en algun moment donat, m'ha transmès la motivació que em faltava per gaudir del grau i per fer-me veure les coses des d'una perspectiva diferent.

Als companys de graduació per aquests 4 anys compartint els que més ens agrada i pels consells d'alguns en aquest TFG.

Als meus amics més íntims per l'ajuda emocional en alguns moments difícils del grau.

A la meva família i parella, per l'ajuda imprescindible que m'han donat, els consells i la paciència que han tingut amb mi en tot moment.

Resum/Abstract

L'objectiu d'aquest estudi és determinar la informació que ens aporten els tests d'avaluació isocinètica en esportistes lesionats del lligament encreuat anterior (LEA). Primerament s'ha recollit informació general sobre el LEA per tenir una base a nivell teòric. S'ha utilitzat el mètode PRISMA (Elements d'Informe Preferits per a Revisions Sistemàtiques i Metaanàlisis) adaptat per realitzar la revisió sistemàtica, després d'analitzar profundament tretze articles amb el criteri establert de recerca [*allintitle: EVALUATION, ISOKINETIC, ACL*]. Els resultats de la revisió ens mostren la quantitat de tipus de tests que es realitzen sobre l'avaluació isocinètica; la gran majoria d'estudis coincideixen en la pèrdua significativa de la força respecte de la cama sana, i aquesta pèrdua de força pot variar depenent del tipus d'operació realitzada. En conclusió, realitzar els tests d'avaluació isocinètica no és de fàcil accessibilitat. Per altra banda, són d'una alta fiabilitat i s'obtenen moltes dades qualitatives en comparació a altres tests. L'avaluació isocinètica pot servir per determinar el moment adequat del retorn a l'esport, en cas de tenir dades de referència d'una avaluació anterior.

Paraules clau: Isocinètic, Avaluació, Lligament encreuat anterior (LEA), Lesió, Tests.

The purpose of this study was to determinate what is the contribution of isokinetic tests in the assessment of athletes with a previous ACL (Anterior Cruciate Ligament) injury. Firstly, general information about ACL injuries has been obtained to achieve a general level of theoretical of knowledge. An adapted PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) method was used to perform a systematic review, after performing an in-depth analysis of thirteen articles, with the established search criteria [*EVALUATION, ISOKINETIC, ACL*]. The results of the review show a vast number of uses for the isokinetic tests, most of them showing a significant strength loss in the muscles surrounding the knees and variable recovery times depending on the type of surgery performed. In conclusion, access to these tests is not easy, but they show high reliability and provide many qualitative data compared with some other tests. Isokinetic tests can be used to determine the right moment to return to sport, provided we have a baseline with values from previous evaluations.

Keywords: Isokinetic, Assessment, Anterior cruciate ligament (ACL), Injury, Tests.

Índex

1	Introducció	6
2	Fonamentació teòrica	7
2.1	El lligament encreuat anterior	7
2.1.1	Anatomia	7
2.1.2	Fisiologia	8
2.1.3	Biomecànica	9
2.2	La lesió.....	11
2.2.1	Lesió esportiva.....	11
2.2.2	Factors de risc de ruptura	11
2.2.3	Mecanismes de lesió	13
2.2.4	Tipus d'operacions.....	14
2.3	Avaluació isocinètica	16
2.3.1	Història	16
2.3.2	Moviments	16
2.3.3	Dinamometria isocinètica.....	17
2.3.4	Dades	18
3	Hipòtesis i objectius	19
3.1	Objectius del treball.....	19
4	Mètodes.....	20
4.1	Objectius de la revisió	22
4.2	Recerca bibliogràfica.....	23

4.2.1 Consulta de les bases de dades	23
4.2.2 Estratègia de recerca.....	23
4.2.3 Criteris de selecció.....	24
4.3 Organització de la informació	25
5 Resultats.....	26
6 Discussió	33
7 Conclusions	35
8 Limitacions i prospectiva d'investigació.....	37
9 Referències bibliogràfiques.....	38
10 Annexos.....	42

1 Introducció

Aquesta revisió és el treball final del grau de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport a la Universitat de Vic. Es basa en una revisió bibliogràfica dels tests d'avaluació isocinètica en la lesió del lligament encreuat anterior (LEA).

En primer lloc, i per posar-se en context, és important saber que la lesió del LEA és de caràcter greu i de llarg període de recuperació. S'ha de tenir en compte l'objectiu del pacient en quant a la recuperació: per a un esportista és tornar a competir quan abans millor, i per a una persona sedentària pot ser realitzar les tasques de la vida quotidiana sense patir mal.

Per avaluar el procés d'aquesta lesió hi ha molts tipus de tests, amb impacte i sense, amb moviment o estàtics, però sempre adaptats a les necessitats o possibilitats del pacient. És molt important tenir la màxima informació durant l'evolució de la lesió. Des del punt de vista d'aquesta recerca es pot obtenir molta informació i classificar-la, a partir d'aquí pot ajudar la comunitat científica a elegir o determinar si l'avaluació isocinètica pot ser útil segons el cas i la situació del pacient.

L'equilibri funcional entre la musculatura agonista i antagonista del genoll és un paràmetre important en el desenvolupament esportiu d'un atleta. L'avaluació isocinètica ens serveix per avaluar la força en grups flexors i extensors, en aquesta s'utilitza un dinamòmetre associat a un sistema computacional que informa de manera objectiva de la força muscular.

En el treball es realitza una revisió del que és el LEA, per conèixer-lo a nivell anatòmic, fisiològic i biomecànic. Per altra banda, és important saber quins són els factors de risc de ruptura, quin és el mecanisme més comú, o quins són els tipus d'operacions que es realitzen en aquesta lesió. Per part dels tests d'avaluació isocinètica, es recollirà la informació necessària per saber com s'utilitza la màquina, quines són les dades que s'obtenen, quins tipus de tests es realitzen, o com ha estat l'evolució d'aquest test durant els anys.

Després de conèixer una mica més la lesió, es realitzarà la revisió sistemàtica a través del mètode PRISMA adaptat (objectius, mètode, resultats i conclusions), juntament amb el sistema d'elaboració de recerca proposat per (Merino-Trujillo, 2011), que consta de quatre etapes. La informació percebuda, s'organitzarà de manera estructurada per extreure les màximes conclusions dels estudis revisats.

2 Fonamentació teòrica

2.1 El Lligament encreuat anterior

El Lligament encreuat anterior és un dels quatre principals lligaments situats al genoll i probablement el més important d'ells. A continuació es descriu la informació més rellevant sobre aquest lligament amb els punts d'anatomia, fisiologia i biomecànica.

2.1.1 Anatomia

A nivell anatòmic està ubicat de la següent manera; segons (Arabia & Arabia, 2009) la inserció tibial està situada en la fosa anterior i lateral de l'espina medial, aquesta inserció té 11mm d'amplitud i 17mm en direcció anteroposterior. A més, aquesta inserció envia fibres cap a davant que passen per davall del lligament transvers del menisc.



Recorregut i insercions del LEA (Ayala-Mejías, García-Estrada, & Alcocer Pérez-España, 2014)

El LEA està envoltat per la membrana sinovial, és a dir, que és intercapsular. Cada fibra té un punt únic d'origen i inserció, les fibres no són paral·leles ni tenen la mateixa longitud i no estan sota la mateixa tensió en cap punt del moviment.

Les dimensions estàndards segons (Arabia & Arabia, 2009) de l'LEA són les següents: 25-38 mm de longitud, 7-12 mm d'amplada i 4-7 mm de grossor. El lligament és més estret en la porció proximal prop de l'origen femoral i s'eixampla quan arriba a la inserció tibial.

Autor	Longitud inserció (mm)	Anchura medio-lateral (mm)	Separació inserció AM y PL	Distancia de inserció AM, a borde anterior tibia (mm)	Distancia de inserció PL, a borde anterior tibia (mm)
Morgan et al	18	10			
Odensten et al	17,3	11			
Colombet et al	17,6	12,7	8,4		
Girgis et al	29,3				
Staubli et al	15				
Tállay et al	19,5	10,3	9,3	17,2	25,6
Zantop et al				13 – 17	20 – 25
Petersen et al					
Ferretti et al					
Maestro et al	19,8	9,6	8,5	14,1	24,3

Diferents mesures del LCA (Forriol, Maestro, & Martín, 2008)

2.1.2 Fisiologia

A nivell fisiològic no tinc coneixements sobre com està compost el lligament, en aquest cas el LEA. Per això seguirem el que diuen els autors.

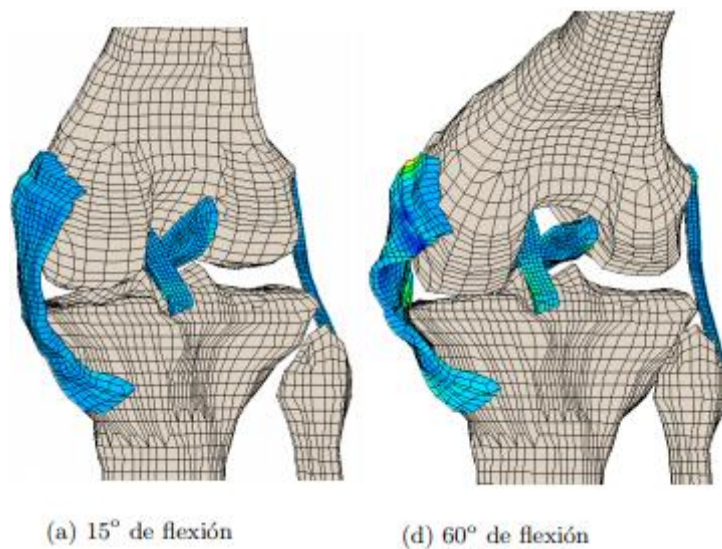
En quant a la seva microestructura, (Arabia & Arabia, 2009) ens diu que el LEA està compost de fibres de col·lagen de 150-250 nanòmetres de diàmetre que s'entrellacen per formar una xarxa complexa. Diverses d'aquestes fibres s'uneixen per formar unitats subfasciculars de 100-250 micròmetres de diàmetre, cadascuna d'elles envoltada per una banda prima de teixit connectiu lax, el endotenon. Els subfascicles s'uneixen per formar fascicles, envoltats pel epítendon. El lligament està després envoltat pel paràtendon i la beina sinovial. El LEA conté estructures neurals fusiformes consistents en un sol axó envoltat per una càpsula fibrosa semblant a l'òrgan tendinós de Golgi. La irrigació del LEA prové de les artèries geniculars mitjanes (branques lligamentoses i terminals) i geniculars inferior i lateral (branques terminals), també del plexe sinovial, que està connectat amb el greix infrapatel·lar.

En el cas de (Ayala-Mejías et al., 2014) ens diu de manera més resumida que estructuralment està compost per fibres de col·lagen envoltades de teixit conjuntiu lax (no posseeix una organització estructurada abundant sinó cèl·lules immerses i disperses en una matriu extracel·lular abundant) i teixit sinovial (es basa en un teixit que està lubricat per la mateixa membrana sinovial).

2.1.3 Biomecànica

El genoll és una articulació que només produeix el moviment de flexió i extensió, però el lligament té diverses funcions dins d'aquest genoll.

Segons (Markatos, Kasetta, Lallo, Korres, & Efstathopoulos, 2013) el LEA és el principal estabilitzador estàtic contra la traducció anterior de la tibia al fèmur i representa fins al 86% de la força total que resisteix l'estirament anterior. Un feix anteromedial es tensa a 90 ° graus de flexió, i un feix posterolateral es tensa a mesura que s'acosta a l'extensió completa. El LEA també juga un paper menor en la resistència a la rotació interna i externa. L'estabilitat es veu reforçada per estabilitzadors dinàmics, com els músculs que apliquen una força a través de l'articulació del genoll. Perquè els músculs ajudin a l'estabilització protectora del genoll, l'entrenament propioceptiu és crucial.



Tensions en la flexió de genoll (Peña, Calvo, & Doblaré, 2006)

La direcció del moviment de flexió - extensió del genoll és una variable important per determinar les forces del LEA i la cinemàtica del genoll produïda per la força axial tibial.

(Ayala-Mejías et al., 2014) ho divideix en dos fascicles:

- El fascicle posterolateral; es refereix a la part posterior i externa en la tibia i a la més posterior i distal en el fèmur. Quan s'estén el genoll, es tensa aquest fascicle i el lligament s'aplana i s'amplia.

- El fascicle anteromedial; es refereix a la part més anterior e interna en la tibia i el més proximal i anterior en el fèmur. Quan es flexiona el genoll, es tensa el fascicle i el lligament rota 90° sobre si mateix.

En un estudi realitzat per (Markolf, Jackson, Foster, & McAllister, 2014) en el que avaluaven lligaments de morts, es va aplicar una força tibial axial de 500N als genolls intactes durant la flexió- extensió del genoll entre 0° i 50°. Els resultats foren els següents:

“Les forces del LEA durant l’extensió del genoll varen ser significativament majors que durant la flexió del genoll entre 5° i 50°”.

2.2 La lesió

2.2.1 Lesió esportiva

(Fuller et al., 2006) defineixen la lesió d'un jugador com "Qualsevol queixa física d'un jugador com a resultat d'un partit o d'un entrenament, independentment de la necessitat d'atenció mèdica o de pèrdua de temps en les activitats físiques".

La gravetat de la lesió pot ser determinant per al futur de l'esportista (Fuller et al., 2006) ho determinen com "El nombre de dies que han transcorregut des de la data de la lesió fins a la data de la tornada del jugador a la participació total en l'entrenament de l'equip i la disponibilitat per a la selecció de el partit".

Dins de les lesions esportives també es parla de lesió recurrent, quan un jugador recau de una lesió al mateix lloc després d'una recuperació total i és dins dels 2 mesos posteriors a la recuperació es diu d'una lesió recurrent primerenca. En el cas de que la recaiguda se situï entre els 2 i els 12 mesos es parla de lesió recurrent tardana i quan passa després de més de 12 mesos es parla de lesió recurrent retardada.

2.2.2 Factors de risc de ruptura

Qualsevol persona relacionada amb l'activitat física i l'esport, o simplement amb la salut coneix o ha sentit parlar de la lesió dels LEA, degut a la seva incidència en la societat i sobretot en el món de l'esport. Està determinada com una lesió greu i per això és molt important identificar quins són els factors de risc.

Hi ha diferents maneres de classificar els factors de risc, però la que més m'agrada és la de (Martínez, 2008) que la separa en factors intrínsecs i factors extrínsecs i segueix aquesta classificació:

a) Factors intrínsecs (Predisposició de l'esportista)

- Lesions esportives: La recaiguda d'aquesta lesió és una realitat, (Acevedo, Rivera-Vega, Miranda, & Micheo, 2014) van realitzar un estudi que demostra que els pacients que ja han patit la lesió de LEA tenen un 15% més de probabilitats de tornar a patir-la que un que mai no l'hagi tingut. Per altre banda, la lesió que més associada esta al LEA és la de menisc i on en la discussió de (Arabia & Arabia, 2009) assegura que en la majoria d'estudis supera el 50% la probabilitat de que la

lesió de menisc estigui associada a la del LEA. A més anomena la possibilitat menys probable de lesió dels altres lligaments del genoll a més de la lesió del cartílag articular, fractures osteocondrals o luxacions patel·lars.

- Edat: (Griffin, 2002) citat per (Arabia & Arabia, 2009) diu que l'edat més típica és en joves d'entre 15 i 25 anys però el major risc està entre 10 i 19 anys.
 - Gènere: En general el gènere femení té més probabilitats de patir la lesió del LEA, en l'estudi de (Laible & Sherman, 2014) explica que tenen de 4 a 6 vegades major risc de patir la lesió sense contacte extern. Per altre costat, (Arabia & Arabia, 2009) afirma que les dones tenen un major risc durant la fase preovulatòria del cicle menstrual.
 - Composició corporal: Segons (Laible & Sherman, 2014) i (Acevedo et al., 2014), el més destacat i fàcilment modificable és el índex de massa corporal (IMC).
 - Estat de salut: Sobrecàrrega muscular o articular.
 - Aspectes anatòmics: Alineació de l'extremitat inferior, valg de genoll laxitud articular, mesura del LEA.
 - Condició física: Nivell de força muscular, ADM, resistència, moment de fatiga.
 - Estat psicològic: Dubtes, males sensacions.
- b) Factors extrínsecs (Exposició a factors de risc)
- Motricitat específica de l'esport: Impacte a l'objecte de joc, coordinació.
 - Entrenament: canvis de direcció, salts, recolzaments, llançaments.
 - Competició: tipus d'esport, contacte extern, exigència física màxima.
 - Materials: calçat, equip de protecció, vestimenta, objecte de joc.
 - Ambientals: tipus de superfície de joc, condicions meteorològiques.

2.2.3 Mecanismes de lesió

Quan es produeix una lesió, pot ser per diferents factors, els quals anomenem mecanismes de lesió. En el cas del LEA pot venir produït per diversos, però primer és important remarcar sobre la incidència de ruptures. (Álvarez, 2018) va realitzar una revisió sobre el mecanisme de lesió sense contacte i ens diu que la seva incidència de ruptura és de 2,8 a 3,2 lesions per cada 10000 atletes. A més, es calcula que del 70 al 84% són sense contacte, per tant el del 16 al 30% es produeixen amb contacte. Per altra banda, (Arabia & Arabia, 2009) exposen que a Estats Units l'any 2007 es va calcular que 1/3000 es romp el LEA, més típicament en joves d'entre 15 i 25 anys però el major risc està entre 10 i 19 anys. Els esports com futbol, bàsquet, beisbol i esquí originen el 78% d'aquesta lesió.

En la revisió de (Álvarez, 2018) es presenten diversos mecanismes que exposen els autors en la revisió:

- Mecanismes per força cisallant anterior
- Mecanismes per comprensió axial
- Mecanismes per hiperextensió
- Mecanismes per valg
- Mecanismes amb rotació interna – externa tibiofemoral.
- Mecanismes per rotació interna tibial
- Combinats dels anteriors mecanismes

Generalment podem observar que la ruptura del LEA es pot produir amb una alta quantitat de mecanismes. Revisant alguns d'aquests mecanismes (Boden et al, 2010) diu que el valg és més determinant a l'hora de ruptura en gènere femení, reduint potencialment el llindar de força de compressió necessària per produir la lesió de LEA.

Quant als mecanismes en general, (Álvarez, 2018) diu que la majoria de lesions es produeixen per un mecanisme multifactorial, però que el valg associat a la rotació interna és la combinació que major tensió genera al LEA. A més proposa la següent taula per dividir els factors:

FACTORES ANATOMICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Escotadura intercondílea. • Morfologia del platillo tibial. • Morfologia de la cadera.
FACTORES DINÀMICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Contracció del cuàdriceps • Valgo • Fuerza de reacció del piso y fuerza de compresión • Rodilla • Cadera, Tronco y tobillos

Diferents tipus de factors de la lesió de LEA (Àlvarez, 2018)

Per altra banda (LaBella et al., 2014) expliquen que a través d'anàlisi de vídeo quan més es produeix la lesió és quan el maluc gira internament, el genoll està a prop de l'extensió completa del peu plantat, i el cos es desaccelera provocant l'anomenat "valgus dinàmic".

2.2.4 Tipus d'operacions

A causa que la lesió de LEA és molt comuna hi ha molts estudis i investigacions sobre ella i degut a la gran quantitat de pacients que s'han de sotmetre a l'operació hi ha molts tipus d'operacions que s'han anat desenvolupant segons el tipus de ruptura, l'anatomia del pacient o simplement per la facilitat del metge.

En l'article de (Ayala-Mejías et al., 2014) podem veure exposats els tipus d'artroscòpies mes comunes.

En quan als empelts, el del tendó patel·lar ha estat la plàstia més utilitzada ja que proporciona un una resistència del 168% major que la de un LEA normal (Otero, 1993) citat per (Ayala-Mejías et al., 2014). El tendó de les "Pata de ganso" és un altre tipus de plàstia que s'utilitza de cada cop més, altres opcions que també s'estan utilitzant és el tendó del quàdriceps ja que presenta una resistència alta o els al·loempelts de tendons llargs com el tibial anterior i posterior i els peroneals. En l'estudi de (Mario V et al., 2008) s'evidencia que l'empelt d'isquiotibials produeix una menor incidència de trencaments musculars posteriors, una millor recuperació de la força flexora permetent una ràpid retorn a l'activitat esportiva.

Tabla 2. Resistencia y rigidez de los distintos tipos de plastía.

Tipo de injerto	Resistencia final hasta el fallo (N)	Rigidez (N/mm)
LCA	2,160	242
Tendón rotuliano	2,977	455
«Pata de ganso» (4 fascículos)	4,590	807
Tendón cuádriceps	2,353	326

Taula (a) de la resistència i la rigidesa dels diferents tipus de plàstia (Ayala-Mejías et al., 2014).

És interessant veure la resistència que té cada tendó en relació a la rigidesa, com és lògic com més resistent és, menys rigidesa té i viceversa. La part positiva que t'aporta per una banda, t'ho lleva per l'altre.

Per altre banda hi ha diversos tipus de lligament plàsties, la tècnica del doble túnel independent femoral i tibial (doble incisió) era la més comuna fins al 1992 ja que permet una millor precisió i fixació del LEA. Ja cap al 2000 varen començar les plàsties quàdruples de “pata de ganso” i a desenvolupar múltiples sistemes de fixació per isquiotibials. Altres tècniques menys comuns són la del mono túnel tot i que els resultats són bons del 75 al 90%, amb la tècnica de doble fascicle que s'ha comprovat que entre un 14 i 30% dels pacients, no es manté la estabilitat rotatòria com la del mono túnel. I finalment la tècnica mono fascicular anatòmica que també realitza una reconstrucció de forma més anatòmica.

Hi ha diverses opinions sobre quan es el millor moment per dur a terme la cirurgia, alguns diuen que com abans millor, ja que no es perd massa muscular i la rehabilitació pot ser més ràpida, altres com (Arabia & Arabia, 2009) diu que la cirurgia es porta a terme quan el teixit estigui tou i suau, l'arc de moviment sigui normal, i s'hagi restaurat la coordinació neuromuscular en tota l'extremitat.

2.3 Avaluació isocinètica

Un gran apartat d'aquest treball va destinat a l'avaluació isocinètica, per això és important saber com és el funcionament d'aquest mètode d'avaluació, la seva història, dades que es poden obtenir, així com diferents moviments que pot avaluar.

(Jiménez, Díaz, & Vargas, 2005) defineix el mètode isocinètic com un sistema d'avaluació que utilitza la tecnologia informàtica i robòtica per obtenir i processar en dades quantitatives.

2.3.1 Història

Per poder veure com s'ha desenvolupat la màquina isocinètica no es va trobar cap article, però en la pàgina oficial de CSMi hi ha informació oficial. La màquina isocinètica es va inventar fa molts anys, per exemple de la marca CSMi va publicar la primera patent en l'any 1967 i fins al 1982 no va llançar la primera màquina (HUMAC per el CYBEX II). La primera idea al fabricar aquestes màquines era a nivell clínic per avaluar pacients amb osteoporosis o diferents patologies. Finalment al 2003 va llançar el primer "HUMAC NORM Testing and rehabilitation System" en l'objectiu del qual ja s'inclouïa el món esportiu i de rendiment.

En la revisió de (Jiménez, Díaz, & Vargas, 2005) realitzen un repàs ràpid sobre l'evolució en el segle passat començant en el 1927 quan Levyn i Gimán varen desenvolupar el primer ergòmetre isocinètic per determinar les propietats viscoelàstiques del múscul. Al 1938 Hill va desenvolupar una corba de força/velocitat, ja al 1967 Thistley els va utilitzar en potenciació muscular i al 1970 J. David va introduir-lo a la medicina esportiva. Les primeres bases fonamentals es varen desenvolupar en un seminari a Suïssa al 1984. Finalment conclou que en els últims 25 anys ha estat quan més s'ha desenvolupat a nivell de valoració funcional, rehabilitació i determinació de la força muscular.

2.3.2 Moviments

La classificació per gests de l'ésser humà pot dividir-se en isomètrics, isotònics i isocinètics.

La primera d'elles és la isomètrica, que consisteix en una execució estàtica, sense moviment. Per tant la distància entre l'origen i la inserció muscular es manté constant i la velocitat es 0.

En el moviment isotònic es produeix una contracció contra una càrrega constant, per tant es genera un canvi entre l'origen i la inserció del múscul, i en conseqüència hi ha un moviment. En el cas de generar-se un escurçament, l'anomenarem com a concèntric i en el cas de un allargament o anomenarem excèntric, en aquest darrer cas la velocitat d'execució es manté constant.

Finalment el moviment isocinètic es defineix per mantenir una velocitat angular de moviment constant durant tot el recorregut articular. En aquest cas la velocitat estarà programada i la resistència s'acomodarà a la pròpia biomecànica articular. Es pot realitzar de manera excèntrica i concèntrica.

A més, (Jiménez et al., 2005) ens parla del ROM de la següent manera; "Els exercicis isocinètics és realitzen a una velocitat pre fixada amb una resistència variable que s'acomoda a l'individu al llarg del rang de moviment (ROM).

2.3.3 Dinamometria isocinètica

Avui en dia existeix una gran diversitat de sistemes isocinètics, però seguint la classificació de Mc Gorry citat per (Jiménez et al., 2005), es divideixen en 2 categories: Sistema passiu i sistema actiu.

- El sistema passiu utilitza fre mecànic , magnètic, hidràulic o elèctric per dissipar les forces i es pot utilitzar en els 3 moviments (isotònic, isomètric i isocinètic).
- El sistema actiu dissipen la força produïda per una persona, es pot utilitzar amb els 3 moviments i tant de manera concèntrica com excèntrica.

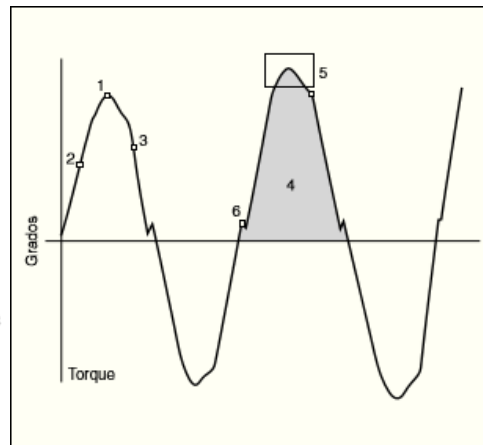
L'avaluació isocinètica està formada per 3 elements, un goniòmetre que facilita la mesura del rang de moviment, un taquímetre que indica la velocitat en què es realitza el moviment i un dinamòmetre que ens ofereix el valor de la força en cada moment. Tot això es barrejarà en un sistema informàtic i s'obtidran unes dades específiques.

Aquesta forma d'avaluació ens ofereix paràmetres molt diversos com la força, la potència, la fatiga, el treball entre d'altres. Tot això ens permet poder valorar al pacient/esportista ja sigui per recuperar-se d'una lesió, o per valorar l'estat de forma.

2.3.4 Dades

Per realitzar la prova i obtenir dades reals es determinant que la instal·lació del pacient a la màquina sigui molt òptim. Això vol dir que hi ha d'haver una perfecte alineació entre l'eix de rotació de l'articulació i l'eix de rotació del dinamòmetre. Un cop col·locat el pacient realitza el test que ens dona les següents dades:

1.ª serie: Movimiento continuo pasivo	
Número de repeticiones	10
Velocidad de movimiento	100°/s
Tiempo de recuperación	30 s
2.ª serie: Movimiento isotónico	
Número de repeticiones	10
Resistencia programada	25 Nm
Tiempo de recuperación	60 s
3.ª serie: Movimiento isocinético	
Número de repeticiones	5/5/10
Velocidad de movimiento	90/180/210°/s
Tiempo de recuperación	60 s
4.ª serie: Isométricos	
Tiempo de contracción	5 s
Ángulos de estudio	20° 45° 75°



Taula de dades i gràfic de l'avaluació isocinètica (Jiménez et al., 2005)

- Pic del moment de força realitzat durant el test
- La mitja del moment de força, a partir de diverses corbes isocinètiques consecutives.
- La potència, que ve donada per el valor del treball per unitat de temps.
- La resistència a la fatiga, ocasionada per la capacitat del múscul per produir força durant una sèrie de contraccions isocinètiques consecutives.
- Índex de fatiga, representa la mitjana de la fatiga durant l'exercici.

Dins d'aquesta avaluació també parlarem del coeficient, tant del coeficient de correlació interclasse (ICC), que es basa en una anàlisi de la quantitat de variació de la qual existeixen formules d'aplicació. I el coeficient de variació (CV), és una mesura de dispersió de dades que s'utilitza per calcular-ne la fiabilitat.

Pel que fa l'aplicació pràctica en l'articulació del genoll, és important que en l'anàlisi a més dels valors absoluts de flexors i extensors, l'equilibri entre els 2 grups musculars, agonistes i antagonistes i si s'ha de treballar en compensació.

3 Hipòtesis i objectius

La hipòtesis del treball és demostrar que els tests de l'avaluació isocinètica son la manera més completa per determinar quin és el millor moment per un esportista de retornar a la pràctica amb total garantia.

3.1 Objectius del treball

El principal objectiu del treball es analitzar els diferents tests de l'avaluació isocinètica en esportistes lesionats del lligament encreuat anterior. Dins dels objectius trobem els del treball i els personals.

Els objectius plantejats del treball són els següents:

- Organitzar informació sobre el lligament encreuat anterior.
- Observar els tipus de tests que es realitzen dins l'avaluació isocinètica.
- Descobrir en quins moments de la rehabilitació de LEA es realitzen les avaluacions.
- Observar quin tipus d'operació produeix la menor pèrdua de força a través de l'avaluació isocinètica.

Els objectius més personals del treball són els següents:

- Aprendre a realitzar una revisió sistemàtica.
- Conèixer extensament la lesió de lligament encreuat anterior.
- Aportar alguna informació al món de la ciència.

4 Mètodes

El mètode que es va utilitzar per desenvolupar el treball consta d'una revisió sistemàtica, que és un tipus d'investigació que s'utilitza molt a nivell científic per extreure conclusions de manera ordenada i estructurada, per la qual cosa es fa necessari establir un criteri de recerca.

Per realitzar la revisió sistemàtica es va utilitzar la declaració PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que consisteix en una llista de comprovació de 27 ítems i un diagrama de flux de quatre fases. L'objectiu d'aquest mètode és ajudar els autors a millorar la presentació de les revisions sistemàtiques i metaanàlisis.

Aquets 27 ítems, a manera de resum consten de: Títol, resum, introducció, mètodes, secció/tema, resultats, discussió i conclusió.

(Hillman, 1999) ens diu que "L'objectiu de la Declaració PRISMA és ajudar els autors a millorar la presentació de les revisions sistemàtiques i metaanàlisis. Se centren en assajos aleatoritzats, però PRISMA també pot ser utilitzada com a base per a la presentació de revisions sistemàtiques d'un altre tipus d'investigacions, particularment avaluacions d'intervencions. PRISMA també pot ser útil per a la valoració crítica de revisions sistemàtiques publicades".

(Aguilera, 2014) defineix les revisions sistemàtiques com una forma d'investigació que recopila i proporciona un resum sobre un tema específic.

Per altra banda, per realitzar la recerca es va utilitzar la proposta de (Merino-Trujillo, 2011). Per això va ser necessari seguir unes pautes ordenades, són les 4 etapes d'elaboració d'una recerca bibliogràfica:

1. Definir els objectius de la revisió.
2. Realitzar la recerca bibliogràfica:
 - I. Consulta de bases de dades i fonts documentals.
 - II. Establiment de l'estratègia de recerca.
 - III. Especificació de criteris de selecció de documents.
3. Organització de la informació.

4. Redacció de l'article.

Aquests 4 punts van servir per poder establir un ordre en el desenvolupament del treball, però realment el mètode que es va utilitzar és el PRISMA (Hillman, 1999) de manera adaptada. Es va haver d'adaptar, ja que es va trobar una falta de revisions sistemàtiques i metanàlisis en el tema de avaluació isocinètica en esportistes lesionats de LEA. Per tant, el criteri PRISMA es va introduir a partir del punt II de les etapes d'elaboració de (Merino-Trujillo, 2011).

4.1 Objectius de la revisió

Els objectius de la revisió van ser els següents:

- Identificar ràpidament els articles innecessaris.
- Identificar l'aspecte més rellevant sobre l'avaluació isocinètica en LCA
- Resumir la informació de manera breu, clara i concisa.
- Conèixer els diferents tipus d'estudi sobre el tema.
- Adaptar-me al vocabulari específic del tema.

Els objectius de la recerca van ser els següents:

- Identificar la necessitat de la informació adequada.
- Identificar les paraules clau i formular la pregunta.
- Identificar les plataformes de recerca.
- Definir l'estratègia de recerca.

4.2 Recerca bibliogràfica

4.2.1 Consulta de les bases de dades

Un altre dels punts es la consulta de base de dades, en el cas de l'avaluació isocinètica en esportistes lesionats de LEA, hi ha molts poques metaanàlisis i revisions sistemàtiques, per això es va decidir adaptar al mètode PRISMA, ja que en aquest mètode, és necessari que les recerques siguin d'aquest tipus.

Les plataformes que es van utilitzar són: Pubmed, Google scholar i Ucercatot Uvic.

Primer es van cercar articles en català i castellà, però es van trobar moltes dificultats: no servien per a l'objectiu del treball i, a més, n'hi havia poca quantitat. Per això es va haver de cercar publicacions en anglès, on sí que n'hi havia més.

4.2.2 Estratègia de recerca

Durant el desenvolupament la recerca va anar evolucionant. En primer lloc es va cercar informació general sobre els tipus d'avaluacions que es realitzen als esportistes lesionats de LEA. Un cop vista la gran quantitat que n'hi ha (Hop test, avaluació isocinètica, test de bosco, V-Cut test, squat test, yoyo squat test, i molts més), (Adjuntat a la taula 1 en els annexos), es decidí decantar-se per l'avaluació isocinètica, degut a la quantitat i qualitat d'informació, a més de la utilització en esportistes sobretot de rendiment esportiu.

Un cop establert el tema sobre la recerca bibliogràfica es van elegir les paraules generals per aconseguir informació:

- *Anterior cruciate ligament (ACL), Injury, Rehabilitation, Evaluation, Isokinetic, Athlete, Test, Recovery.*

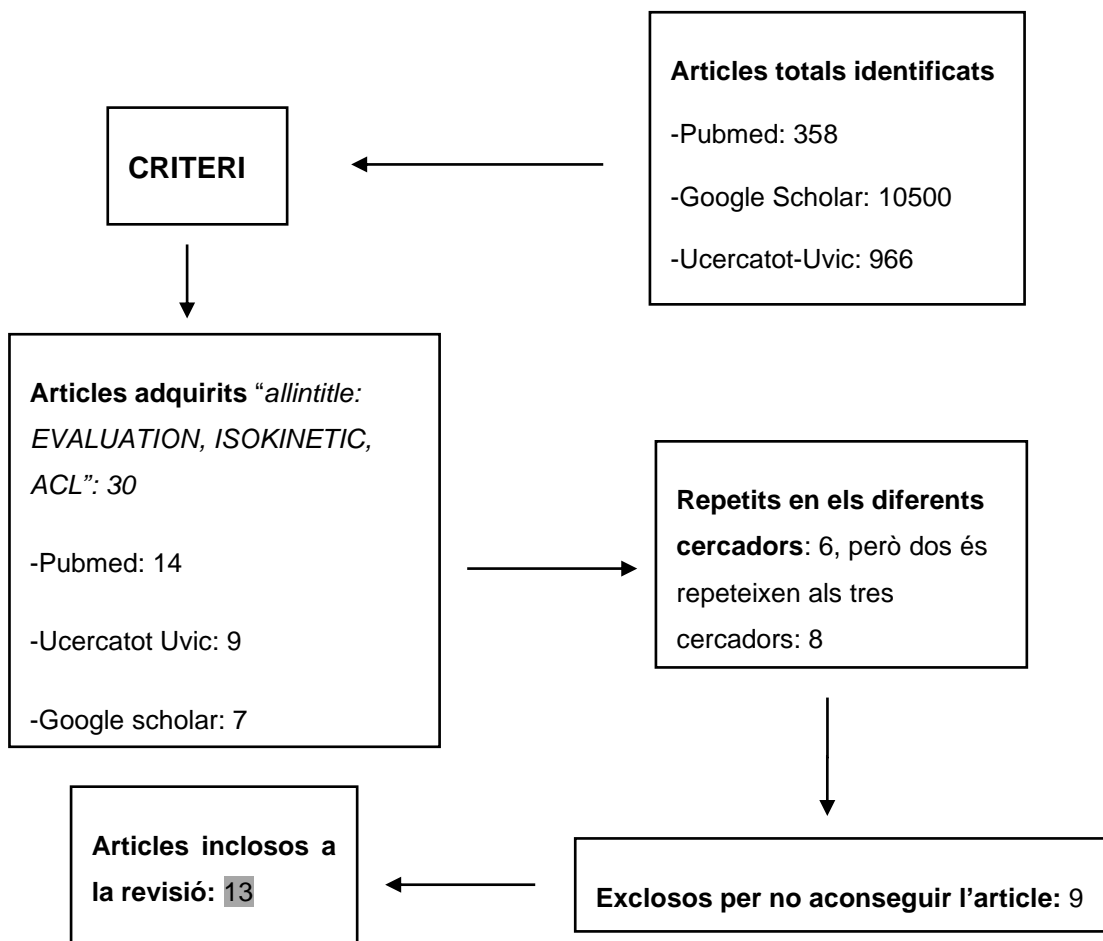
Sobre aquests termes es va trobar molta informació, per això ràpidament es varen modificar les paraules a fi d'enfocar una recerca més concreta. Es varen utilitzar els següents mots que, a més, van adjunts al criteri de selecció: *Isokinetic, ACL, Evaluation.*

4.2.3 Criteris de selecció

El criteri de selecció dels articles és probablement el punt més important ja que determinarà molts de factors en l'evolució de la recerca. Tot i això, també cal establir un bon criteri pel que fa el temps, ja que pot fer-te'n guanyar molt. Altres factors a tenir en compte són la qualitat i la quantitat d'informació obtinguda.

Amb les tres paraules anomenades a l'estratègia de recerca, al cercador encara sortia una gran quantitat d'articles dels quals molts eren irrelevants, per això com a última passa és va decidir que per revisar l'article era necessari que tingués aquestes tres paraules al títol [*allintitle: EVALUATION, ISOKINETIC, ACL*].

A més, perquè l'article estigués inclòs en la revisió, havia de tenir evidència científica, i que els estudis fossin realitzats amb un mínim de 15 pacients.



4.3 Organització de la informació

Un cop realitzada la recerca bibliogràfica, després d'haver establert el criteri de selecció d'articles es va passar a organitzar la informació extreta de cada un d'ells, per això es va utilitzar una taula elaborada que estructura els diferents punts de l'article.

El mètode PRISMA proposa una avaluació extensa de l'article amb els següents punts: títol, resum, introducció, mètodes, secció/tema, resultats, discussió i conclusió. Alguns d'aquests punts donen informació molt semblant, per això es va decidir només introduir els punts de títol, resum/objectius, mètodes, resultats i conclusió. Per tant s'extreuen la introducció, la secció/tema i la discussió.

A més, per visualitzar el tipus d'estudi que realitza cada autor en els articles, es va crear la següent taula (Taula 2). Aquesta ens facilita poder observar de manera molt visual i estructurada.

5 Resultats

N	Autor	Objectiu	Mètodes	Resultats	Conclusió
1	(Carter & Edinger, 1999)	L'objectiu d'aquest estudi prospectiu aleatoritzat va ser comparar la recuperació isocinètica de la força de la cuixa després de la reconstrucció del lligament creuat anterior (LCA) mitjançant l'ús de tendó patel·lar o quàdriceps com empelt en el sisè mes de seguiment.	<p>- 48 Pacients</p> <p>- 2 proves: trampolí Ergojump Bosco System y sistema isocinètic FITNET de Universal.</p> <p>- Mateix nombre de flexions/extensions.</p> <p>- Paràmetres obtinguts: Pic de força i treball total</p>	<p>-Els resultats mitjans per a l'extensió del genoll a L80° / seg van ser 68.3%, 74.3% i 78%</p> <p>-A 300 °/s van ser 70.7%, 76.7% i 81.7% per PT, ST i ST / G, respectivament.</p> <p>-Els resultats mitjans per a la flexió del genoll a L80 °/ seg van ser 86.1%, 80.6% i 81.7%</p> <p>A 300 ° / s van ser 77,6%, 79,1% i 75,6% per a PT, ST i ST / G, respectivament.</p>	<p>- No es van trobar diferències estadísticament significatives respecte a l'extensió del genoll o la resistència a la flexió a l'avaluar les diferents fonts de teixit.</p> <p>- El dèficit de força trobat en els subjectes operats amb tendó quàdriceps va ser estadísticament menor en comparació amb el verificat en el grup tendó patel·lar.</p>
2	(Akhpashev, Novikova, Agzamov, & Orudzhev, 2016)	L'estudi va consistir en avaluar objectivament la funció isocinètica del genoll durant cada etapa del tractament i estimar la influència de l'extracció del tendó semitendinós / gràcil (SGT) en la flexió del genoll.	<p>-44 pacients (2 grups)</p> <p>Grup 1: tractats a partir de la setmana 6 de rehabilitació.</p> <p>Grup 2: Realitzaren entrenament isocinètic en les 6-8 setmanes posteriors.</p>	<p>-En els del primer grup, el desequilibri flexor va ascendir a 25-35%, mentre que el desequilibri extensor va ser 10-15% dins de 3-4 mesos després de la cirurgia.</p> <p>-El segon grup va mostrar un desequilibri del flexor del 10-15% i un desequilibri del extensor del 2-5% després de 3-4 mesos.</p>	<p>-Tots els pacients que van patir lesions en els lligaments creuats anteriors tenien un desequilibri flexor / extensor anterior evident.</p> <p>-L'extracció del tendó semitendinós / gràcil no exerceix cap influència negativa en la força de flexió del genoll ja que el programa de rehabilitació inclou el protocol d'entrenament isotònic.</p> <p>-Ajuda a revelar l'alta efectivitat del protocol de rehabilitació isocinètica que condueix a la recuperació dels pacients dins dels 3-4 mesos posteriors a la cirurgia.</p>
3	(Başdelioğlu et al., 2019)	Aquest estudi és una comparació dels resultats de la tècnica transtibial (TT) i la tècnica quirúrgica del túnel femoral anatòmic únic (AFT) aplicada en la reconstrucció de l'LCA mitjançant proves isocinètiques i els mètodes clàssics d'avaluació funcional de les proves IKDC i Lysholm.	<p>-30 pacients (16T/14F)</p> <p>-Tots els pacients es van avaluar amb proves isocinètiques a una velocitat angular de 60 ° / s i 180 ° / s i les proves IKDC i Lysholm es van realitzar de forma preoperatòria i en els</p>	<p>-Hi ha correlacions intermèdies positives entre les puntuacions IKDC preoperatòries i Lysholm amb pre-operatori i postoperatori alguna proporció de prova isocinètica i l'extensió de potència màxima a la velocitat angular de amb dues °/s i 180 °/s al grup transtibial.</p>	<p>-Hi havia diferències en els paràmetres extensors del moment de força, l'esforç màxim, el moment de força màxim / kg, el treball màxim ext / kg, la potència màxima i l'angle d'extensió del moment de força màxim entre les dues tècniques quirúrgiques post operatòriament.</p> <p>-Els paràmetres durant l'extensió del genoll en les proves isocinètiques eren diferents entre els dos grups, particularment les proves</p>

			<p>mesos 3-6 i 12 postoperatori.</p> <p>-Es van comparar els resultats entre els grups.</p>	<p>-Les puntuacions dels IKDC i Lysholm del grup d'operació túnel femoral anatòmic van ser millors respecte al seguiment final postoperatori.</p>	<p>realitzades 3 mesos després de la cirurgia ACL.</p> <p>-Aquesta diferència pot reflectir la incapacitat d'alguns pacients per ajustar-se a l'exercici aplicat als músculs extensors en un termini de 3 mesos.</p>
4	(Knezevic et al., 2014)	<p>-L'objectiu d'aquest estudi era investigar la validesa constructiva longitudinal de la prova isocinètica estàndard (IKT) i la prova isomètrica (IMT), i de l'IMT d'alternança de contraccions màximes consecutives (ACMC).</p> <p>-Avaluar els quàdriceps i els isquiotibials a través dels IKT, IMT i ACMC isomètrics estàndard de 2 músculs antagonistes.</p>	<p>-23 atletes masculins</p> <p>- dinamòmetre isocinètic Kin-Com AP125.</p> <p>- 3 sessions (7 dies pre/ 4 i 6 mesos post).</p> <p>-Prova isomètrica estàndard sobre extensors i flexors.</p> <p>-Contraccions màximes consecutives alternatives a l'angle del genoll de 45°.</p>	<p>-Les forces obtingudes de les contraccions concèntriques (IKT60) i sobretot a la velocitat angular superior(IKT180), son inferiors a les màximes de les proves isomètriques.</p> <p>-Els valors observats a la sessió 2 van ser inferiors als observats a les sessions 1 i 3.</p>	<p>-Les mesures de proves isocinètiques podrien ser més fiables que les derivades de LSI.</p> <p>-A més, tot i que les propietats de l'ACMC es van demostrar comparables amb l'IMT, l'ACMC encara podria conservar alguns avantatges metodològics importants, com un procediment breu i senzill per provar 2 músculs antagonistes.</p>
5	(Jacopetti, Pasquini, & Costantino, 2016)	<p>L'objectiu del nostre estudi és avaluar la força i la recuperació muscular en esportistes que es van sotmetre a la reconstrucció de l'ACL, mitjançant la mesura de variables objectives en prova de salt en asseguda, prova de rigidesa i prova isocinètica.</p>	<p>-17 subjectes</p> <p>-prova de força isocinètica; 5 reps a una velocitat angular de 90°s</p> <p>Prova de resistència isocinètica; 15 reps a una velocitat angular de 180°s</p> <p>-Els moviments: flexió-extensió del genoll</p>	<p>-No hi ha una diferència significativa en els resultats de la força isocinètica i en els valors de resistència isocinètica de quàdriceps i isquiotibials entre el costat lesionat i no lesionat.</p>	<p>-L'entrenament de la força explosiva amb exercicis polimètrics s'ha d'incloure en l'ACV post quirúrgic.</p> <p>-El protocol de rehabilitació i la seva mesura es va realitzar per avaluar la recuperació completa abans del reinici d'activitats esportives.</p> <p>-Hi va haver molt de problemes per la manca de pacients</p>
6	(Kılınc, Kara, Camur, Oc, & Celik, 2015)	<p>Avaluen l'efecte de la diferència de circumferència de cuixa entre els genolls dels pacients a qui se'ls va operar dels LCA amb autoempelts de tendó isquiotibial amb comparació als genolls intactes, en el parell entre els isquiotibials i els músculs del quàdriceps.</p>	<p>-55 pacients</p> <p>-Durant 6 mesos, tots amb el mateix programa de rehabilitació post-op.</p> <p>-Flexió- extensió 90°</p> <p>- Avaluació;5 vegades en flexió i extensió màxima</p>	<p>-Es va observar una relació estadísticament significativa al nivell del 66,0% entre la diferència de diàmetre de la cuixa i l'extensió de Cybex 60 de pacients en direcció negativa. En el Cybex 240 un 55%.</p>	<p>-No es pot ignorar que els mecanismes de debilitat muscular que es desenvolupen en la circumferència de la cuixa varien segons el grup muscular de la cuixa i els flexors del genoll tenen un paper important en l'atròfia de la cuixa quan es determina un programa de rehabilitació adequat després d'una aplicació de reconstrucció del LCA.</p> <p>-S'ha determinat estadísticament que l'atròfia</p>

			Primer, la velocitat de 60 /s després amb 240 °/seg de velocitat.		desenvolupada a la cuixa és efectiva en la potència muscular dels isquiotibials, almenys com ho és en els quàdriceps, especialment la freqüència de 60 °/s.
7	(Cvjetkovic et al., 2015)	L'objectiu d'aquest treball és presentar el paper de les proves isocinètiques en l'avaluació de la força muscular de la cuixa en pacients que han estat sotmesos a un protocol de reconstrucció i rehabilitació d'ACL.	-40 subjectes (20 experimental/20 control-sans) -6 mesos rehabilitació post-op. -velocitats de 60°/s(5 reps) i 180 °/s(10 reps) de Biodex System 4 Pro. - Flexió – extensió (90°)	-La resistència dels estabilitzadors dinàmics del genoll (extensors del genoll i flexor músculs) va ser estadísticament significativa millor en pacients de el grup experimental enfront de el control. -El valor mitjà de la relació clàssica H / Q, es van observar diferències estadísticament significatives entre el grup de pacients avaluats a favor del grup experimental	-La prova isocinètica de estabilitzadors dinàmics del genoll és necessària en diagnòstic i tractament del desequilibri muscular de la cuixa després de lesions ACL i intervenció quirúrgica. -És un paràmetre objectiu per a la decisió de retorn a les activitats esportives després de la reconstrucció de l'ACL. -La resistència del múscul quàdriceps és significativament millor en pacients reconstruïts amb ACL versus pacients en grup control, de manera que podem concloure el resultat positiu d'una rehabilitació adequada
8	(Armour et al., 2004)	-Els músculs semitendinos i gràcil contribueixen a la rotació tibial interna i s'ha suggerit que la collita d'aquests tendons amb la finalitat d'una reconstrucció del lligament creuat anterior contribueix a la debilitat de la rotació tibial interna. - Estudi d'avaluació potencial de la força de rotació tibial interna i externa.	-30 pacients amb almenys 2 anys post operatoris. -Varen ser avaluats a velocitats angulars de 60 °/s, 120 °/s i 180 °/s amb un angle de flexió del genoll de 90 °.	-Mesures del parell màxim per la força de rotació interna de l'extremitat operada eren estadísticament menors amb comparació a la no operada en totes les velocitats. -En canvi en la rotació externa eres estadísticament molt similars en totes les velocitats angulars.	-Demostren que els pacients que es sotmeten a una intervenció quirúrgica per reparar el LCA amb llibrets de tendons autòctons d'isquiotibials demostrats amb rotació tibial interna més feble postoperatoria als 2 anys en comparació amb posterior extremitat contralateral.
9	(Parisaux et al., 2008)	L'objectiu d'aquest estudi va ser avaluar la recuperació de la força de isquiotibials després de la reconstrucció del lligament creuat anterior mitjançant empelts de gràcil i semitendinos	-Sistema 3 Dinamòmetre isocinètic Biodex en -12 pacients (edat mitjana de 26 anys) -Entre 12 i 24 mesos després de l'operació. -Es van mesurar forces concèntriques (60 °/s, 180 °/s, 300 °/s) i excèntriques.	Els músculs flexors del genoll de l'extremitat operada presentaven un major dèficit de la força a 75 ° de flexió del genoll (24%, 15% i 18% de dèficit concèntric a 60 ° / s, 180 ° / s i 300 ° / s respectivament, dèficit excèntric del 20%. -En quan es considera la força	-El dèficit en general de la força de la cama operada a la no operada és gra, però es més gran encara en la flexió de genoll a 75°.(del 15 al 24%) - El rol protector dels músculs isquiotibials per a l'empelt creuat sotmès a estrès important pot veure's compromès per la falta de recuperació de la força del flexor del genoll més d'un any després de la lligamentoplastia.

			-Es va conservar per a l'anàlisi: 1) moment de la força màxima, 2) moment de la força a 75 ° flexió del genoll i 3) treball.	màxima (14%, 7%, dèficit concèntric del 5% a 60 °/s, 180 °/s i 300 °/s respectivament i 9% dèficit excèntric).	
10	(Monaco et al., 2019)	L'objectiu d'aquest estudi va ser avaluar isocinètic flexió de la força de recuperació en pacients que es van sotmetre a preservació gràcil. Tècnica en comparació amb aquells amb una completa - tibial túnel tècnica utilitzant un empelt doblegat de gràcil i semitendinós	-2 grups -El grup A (22 pacients), tècnica d' enllaç All-Inside -Grup B (22 pacients), tècnica Out-In i l'empelt de DGST. -Seguiment mitjà de 13 mesos.	-Es va trobar una diferència estadísticament significativa entre els dos grups a una velocitat angular inferior tant per a la flexió màxima del pic el parell i el parell mitjà a 30 ° amb millors resultats en el grup d'estudi.	-La tècnica gràcil va realitzar una força major a menor velocitat angular en comparació a la tècnica tibial.
11	(Pigozzi et al., 2004)	L'objectiu d'aquest estudi va ser comparar l'avaluació isocinètica analitzant la força de la cuixa en la recuperació després de l'operació del LEA mitjançant reconstrucció de tendó de quàdriceps versus tendó patel·lar en el sisè mes de seguiment.	- 48 pacients - 2 grups(patel·lar vs quàdriceps) - Avaluació de test de bosco i isòcinètica (FITNET). - Flexió/extensió - S'analitza la força màxima i la força total.	- Les enquestes generalment van posar de manifest algunes diferències entre la força de l'extremitat sana i l'operada. Aquestes diferències es van confirmar tant en les proves de salt com en les isocinètiques.	- El dèficit de força que es va trobar en els subjectes operats amb tendó de quàdriceps va ser estadísticament menor en comparació amb el verificat en el grup de tendó patel·lar. Aquesta va ser una altra prova funcional important que va confirmar el que es va destacar a través de la prova isocinètica. - En la prova isocinètica van sortir una paràmetres de força menors que als de la premsa de cames i es degut a que en el cas de la premsa s'utilitzen extensors de maluc, genoll i peu.
12	(Sato, Higuchi, Terauchi, Kimura, & Takagishi, 2005)	Es va mesurar la traducció tibial anterior (ATT) durant l'exercici de contracció isocinètica concèntrica 18-20 mesos després de la cirurgia mitjançant un electrogoniòmetre informatitzat.	-79 pacients - 2 grups (isquiotibial vs rotuljà). - Sistema Biodex. - Velocitat de 30°/s a 90°	- No hi va haver diferències en l'ATT entre els costats sans i els reconstruïts. -En l'exercici d'extensió isocinètica, Es va observar una diferència significativa en un rang de flexió entre 30 i 50 °.	- Amb el mètode BTB (patel·lar autoplàstia - tendó-os), no es va observar inestabilitat articular durant l'exercici de contracció isocinètica concèntrica al genoll entre 0 i 90 °, mentre que amb el mètode ST(empelts de tendó), es va observar una inestabilitat articular durant l'exercici de contracció concèntrica isocinètica entre 30 i 50 °.

			/3 repeticions.		-El pic màxim de flexió del genoll durant l'exercici isocinètic de contracció concèntrica s'observa a 35-40 °
13	(Poblete et al., 2009)	- L'objectiu d'aquest estudi és detectar les diferències en l'avaluació isocinètica després de la reconstrucció del ACL amb les tècniques; òssia-tendó-patel·lar (BTB) i les tècniques semitendinoses / gràcil (STG) .	-95 pacients -Mínim de 6 mesos de seguiment. - Dinamometre cybex 6000. -Contracció concèntrica a 60°/s. -Taules ANOVA i Pearson per analitzar el dèficit de flexió i extensió, el moment de força màxim, (PT) i l'equilibri muscular.	- La pèrdua mitjana de força en la flexió va ser del 18,82% amb BTB i del 11,05% amb STG. - La pèrdua mitjana de força en extensió va ser del 24,04% amb BTB i del 17,1% amb STG.	- La mitjana de força muscular va ser de 73,4% per STG i de 68,6% per BTB. -Es va veure una tendència a la pèrdua de força de PT en flexió i extensió i equilibri muscular amb predomini del flexor després de la reconstrucció post-BTB .

En la revisió trobem diferents tipus d'estudis, però tots estan relacionats amb l'avaluació isocinètica i la lesió dels LEA. Els tipus d'estudis que hi ha hagut a la revisió són:

- Comparacions entre dos tipus d'operació/empelt.
- Comparacions amb altres tipus d'avaluació.
- Control en l'evolució de la lesió.
- Avaluacions simples en un moment de la recuperació.
- Investigació de la validesa constructiva de la prova isocinètica.

		Criteri d'estudi						
		Comparació t. Patel·lar vs t. quàdriceps	Comparació t. semitenidonós vs gràcil.	Altres comparacions de tipus d'empelts.	Moviment de flexió / extensió.	Altres moviments.	Comparació amb altres tests (isomètric...)	Més de 40 subjectes (✓) / Menys de 40 subjectes (✗).
Article	(Carter & Edinger, 1999)	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓
	(Pigozzi et al., 2004)	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓
	(Akhpashev et al., 2016)	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓
	(Parisaux et al., 2008)	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
	(Poblete et al., 2009)	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
	(Başdelioğlu et al., 2019)	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
	(Monaco et al., 2019)	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
	(Knezevic et al., 2014)	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗
	(Jacopetti et al., 2016)	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗
	(Cvjetkovic et al., 2015)	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
	(Kılınc et al., 2015)	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓
	(Armour et al., 2004)	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
	(Sato et al., 2005)	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓

Diferents tipus d'estudi (Elaboració pròpia)

A més, s'ha de tenir en compte que els articles són amb diferents tipus de pacient, pel que fa a edat, nivell de forma física o moment de la recuperació.

Els resultats de la revisió son extensos relacionat amb la quantitat d'articles revisats, primerament i el que més destaquen els autors es el dèficit de força que te la cama operada en comparació amb la cama no operada.

Quant a la força obtinguda en les contraccions, (Knezevic et al., 2014) diu que a 60°/s i sobretot la velocitat angular superior a 180°/s són inferiors a les màximes de les proves isomètriques. Per altra banda, (Parisaux, 2008) explica que els flexors dels genolls presentaven un major dèficit de la força a 75° (24%, 15% i 18% de dèficit concèntric a 60°/s, 180°/s i 300°/s respectivament. Per altre costat, (Poblete et al., 2009) observaren que la pèrdua mitjana de força en la flexió va ser del 18,82% amb BTB i del 11,05% amb STG i la d'extensió va ser del 24,04% amb BTB i del 17,1% amb STG.

En la resistència dels músculs estabilitzadors del genoll (Cvjetkovic et al., 2015) i (Pigozzi et al., 2004) varen observar una diferencia significativa millor entre els pacients sans i respecte als operats. En canvi, (Jacopetti et al., 2016) no va trobar una diferència significativa entre els resultats de força isocinètica i els valors de resistència isocinètica de quàdriceps i isquiotibials entre el costat operat i el costat sa.

Respecte a la rotació tibial interna – externa, (Armour et al., 2004) va observar que el moment de força en la rotació interna de la cama no operada era menor en comparació a la cama operada, però en canvi, en la rotació externa era estadísticament molt similar en totes les velocitats angulars. Per altra banda, (Sato et al., 2005) comenten que no hi va haver diferència en la translació tibial anterior entre la cama operada i la cama sana.

En l'estudi de (Akhpashev et al., 2016) varen observar que després de realitzar l'entrenament isocinètic de 6-8 setmanes (2 mesos postoperatoris), el desequilibri flexor va reduir d'un 30% a un 12,5% i l'extensor del 12'5% al 3% després de realitzar l'avaluació isocinètica.

6 Discussió

Els estudis revisats parlen sobre diversos factors de la lesió dels LEA, no obstant això alguns articles demostren compartir observacions en aquest àmbit.

Per començar, (Carter & Edinger, 1999) i (Pigozzi et al., 2004) en els seus estudis sobre la comparació entre l'empelt de tendó patel·lar i de quàdriceps, comparteixen observació en què el dèficit de força trobat en subjectes operats amb tendó de quàdriceps va ser menor en comparació als operats amb tendó patel·lar. El que diuen agafa lògica si es relaciona amb la (taula a) de (Ayala-Mejías et al., 2014), la qual informa de la menor rigidesa del tendó del quàdriceps, el que deixa produir una major força.

Per altra banda, (Akhpashev et al., 2016) i (Parisaux et al., 2008) ens els seus estudis fan una comparació entre empelt de gràcil i semitendinós. Per part de (Akhpashev et al., 2016) diu que tenien un desequilibri flexor/extensor anterior evident, però que l'extracció del tendó no exerceix cap influència negativa en la força de la flexió del genoll. Per part de (Parisaux et al., 2008) s'afegeix que el dèficit en flexió de genoll es gran i a 75° (del 15 al 24%). Per altra banda, (Monaco et al., 2019) ens diuen que la tècnica gràcil va realitzar una força major a menor velocitat angular en comparació a la tècnica tibial. En el moviment de rotació tibial interna (Armour et al., 2004) conclouen que amb l'empelt del semitendinós és resulta més feble en comparació a l'empelt de gràcil dos anys després de la recuperació.

En l'estudi de (Başdelioğlu et al., 2019) on s'avaluen diferents paràmetres de força en l'extensió de genoll, tres, sis i dotze mesos postoperatoris en comparació entre transtibial i túnel femoral anatòmic simple, es conclou que, on més diferències varen trobar entre un tipus i l'altre, va ser amb diferència en els tres mesos postoperatoris. Aquesta diferència pot reflectir la incapacitat d'alguns pacients per ajustar-se a l'exercici aplicat als músculs extensors. Personalment penso que és el més lògic, ja que és el moment més proper després de l'operació. Als tres mesos és el moment més crític degut que el múscul ha perdut una gran quantitat de força perquè ha estat en estàtic en el primer mes. Com més passin els mesos, els nivells de força s'estabilitzen i s'assemblen més en les comparacions.

Alguns autors han comparat diferents mètodes d'avaluació del LEA, com el cas de (Knezevic et al., 2014) que ha comparat el mètode d'avaluació isocinètica amb la

prova isomètrica i la prova de contraccions màximes consecutives, destaca que les mesures de les proves isocinètiques podrien ser més fiables que les derivades de les proves de simetria (LSI).

Respecte al diagnòstic i tractament del desequilibri muscular, (Cvjetkovic et al., 2015) observa que la prova isocinètica d'estabilitzadors dinàmics del genoll és necessària. És un paràmetre objectiu per a la decisió de retorn a les activitats esportives després de la reconstrucció de l'ACL.

La determinació de (Kilinc et al., 2015) en com afecta el diàmetre de la cuixa és que, degut a la pausa pre i post operatòria, es produeix una atròfia muscular que du a una disminució de la cuixa i que per tant afecta a la potència muscular tan als isquiotibials com als quàdriceps, especialment a 60 °/s.

(Jacopetti et al ., 2016) conclou que l'entrenament de la força explosiva amb exercicis polimètrics s'ha d'incloure en la rehabilitació postquirúrgica, ja que produeix un augment de qualitat en els nivells de força.

(Sato et al., 2005) observen que amb el mètode BTB no hi ha inestabilitat articular durant la flexió de genoll, en canvi amb el mètode ST sí que es va observar una inestabilitat articular. Per altra banda, (Poblete et al., 2009) van veure una tendència a la pèrdua de força de PT en flexió i extensió i equilibri muscular amb predomini del flexor després de la reconstrucció post-BTB .

A causa del COVID19, vaig haver de canviar en rumb del treball, per això m'agradaria explicar quina era la principal idea abans d'aparèixer la pandèmia.

A nivell teòric era molt semblant, només s'afegia l'anàlisi del Hop test com a test d'avaluació de l'estabilitat articular, però vistes les grans diferències entre un test i l'altre, em vaig adonar que les conclusions serien molt diferents i que sortiria un treball més de profit realitzant només l'anàlisi de l'avaluació isocinètica.

Per altre costat, a nivell pràctic havia de realitzar els tests de l'avaluació isocinètica i el Hop test a tres pacients que havia localitzat, els quals portaven una rehabilitació entre 4 i 5 mesos després de l'operació de LEA. Es realitzaven dues avaluacions, una a principis de març i l'altra a principis d'abril, amb l'objectiu d'aprendre com es duen a terme els dos tests a nivell pràctic a més d'adquirir les dades i extreure conclusions.

7 Conclusions

En aquest apartat, es presenten les principals conclusions que s'han extret de la revisió.

Quan parlem de la lesió del lligament encreuat anterior, es tracta d'una lesió greu i de llarg període de recuperació, a més de ser una de les més comunes en esportistes. Per això és important realitzar una bona avaluació durant el procés de recuperació.

La lesió pot venir produïda per diversos factors, aquests es divideixen en intrínsecs i extrínsecs. Els autors diuen que el mecanisme de ruptura sol ser multifactorial, però que el mecanisme més comú es el valg de genolls.

El tipus d'operació que es realitzi pot anar associat al temps de recuperació. L'empelt de tendó Patel·lar o de tendó d'isquiotibial (semitendinós) és el més utilitzat per a esportistes degut a la seva semblança al LEA natural en quant a resistència i rigidesa. Amb l'operació d'empelt no es troba inestabilitat articular.

Pel que fa als tests d'avaluació isocinètica, he observat que la gran majoria d'estudis són comparacions entre altres tests o simplement amb diferents tipus d'empelts. Hi ha pocs estudis que ensenyin l'evolució de la força durant la recuperació del LEA a través de l'avaluació isocinètica.

Les avaluacions mitjançant proves isocinètiques poden ser més fiables que les de proves simètriques (LSI). Hi ha una diferència de la força entre la cama operada i la sana en quant a flexió i extensió.

Els tests d'avaluació isocinètica serveixen majoritàriament per determinar quin és el moment més oportú per retornar a l'esport de la manera més fiable possible, ja que t'aporta una sèrie de dades que t'informen del nivell de força de l'esportista, fins i tot en alguns cops de l'estabilitat articular. A més, poden ajudar a observar quin és el nivell mental de l'esportista en quant a confiança amb l'articulació es refereix.

És molt important, en cas de tenir un equip professional o esportista individual, realitzar aquesta prova un o dos cops a l'any per obtenir les dades de l'atleta; en cas que aquest sofrís la lesió, seria una referència molt bona a l'hora de retornar a la competició.

Vull destacar que per realitzar els tests d'avaluació isocinètica és necessària una màquina, la qual no és fàcil d'aconseguir com a altres tests d'avaluació de LEA en què no necessiten cap eina ni material. És més comú que es realitzin a esportistes per les dades que se'n poden obtenir, a més els tests tenen un cost econòmic.

8 Limitacions i prospectiva d'investigació

La principal limitació del treball va ser a causa del COVID19. Primer, perquè va fer canviar el rumb del treball, ja que l'aplicació practica que s'havia de dur a terme no es va poder realitzar.

Una altra limitació a destacar va ser la dificultat d'analitzar els articles en anglès, tot i que considero que tinc un nivell adequat, en alguns aspectes, com les paraules específiques es complicava i feia que el temps d'anàlisi es multipliqués.

Per altra banda, la falta de disponibilitat d'alguns articles en concret em va restar en quantitat el nombre de publicacions revisades i en qualitat del treball en general.

Finalment, la falta d'experiència en revisions ha estat una gran limitació, ja que al principi no coneixia ni el mètode, ni les plataformes, ni pràcticament res en aquest àmbit, i em vaig haver d'anar adaptant en tot moment.

En quant a la prospectiva d'investigació, personalment penso que es necessiten més estudis de metaanàlisi sobre l'avaluació isocinètica i de manera més específica amb la finalitat de determinar i valorar quines són les parts positives i negatives d'aquests test.

Finalment, cal esmentar que no he trobat cap estudi que realitzi una valoració en l'evolució de la força, aquest procés seria molt interessant per saber quins moments de forma global són els més adients per realitzar les proves o realitzar alguns exercicis en concret.

9 Referències bibliogràfiques

- Acevedo, R. J., Rivera-Vega, A., Miranda, G., & Micheo, W. (2014). Anterior cruciate ligament injury: Identification of risk factors and prevention strategies. *Current Sports Medicine Reports*, 13(3), 186–191.
- Aguilera Eguía, R. (2014). ¿ Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis?. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(6), 359-360.
- Akhpashev, A. A., Novikova, L. V., Agzamov, D. S., & Orudzhev, F. K. (2016). The isokinetic evaluation of the knee joint function following the autoplasmic correction of its anterior cross-shaped ligament. *Voprosy Kurortologii, Fizioterapii, i Lechebnoi Fizicheskoi Kultury*, 93(3), 38–41.
- Álvarez, D., Gómez, D., & Pachano Contreras, D. (2018). Actualización Bibliográfica del Mecanismo de Lesión sin Contacto del LCA-Asociación Argentina de Traumatología del Deporte. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 25(1).
- Arabia, J. J. M., & Arabia, W. H. M. (2009). Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia*, 22(3), 256–271.
- Armour, T., Forwell, L., Litchfield, R., Kirkley, A., Amendola, N., & Fowler, P. J. (2004). Isokinetic evaluation of internal/external tibial rotation strength after the use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 32(7), 1639–1643.
- Ayala-Mejías, J. D., García-Estrada, G. A., & Alcocer Pérez-España, L. (2014). Anterior cruciate ligament lesions. *Acta Ortopédica Mexicana*, 28(1), 57–67.
- Başdelioğlu, K., Meriç, G., Pündük, Z., Akseki, D., Atik, A., & Sargin, S. (2019). Outcomes of isokinetic tests and functional assessment of anterior cruciate ligament reconstruction: Transtibial versus single anatomic femoral tunnel technique. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 53(2), 86–91.
- Boden, B. P., Sheehan, F. T., Torg, J. S., & Hewett, T. E. (2010). Non-contact ACL injuries: mechanisms and risk factors. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 18(9), 520.

Carter, T. R., & Edinger, S. (1999). Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: Hamstring versus patellar tendon. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 15(2), 169–172.

Cvjetkovic, D., Bijeljic, S., Palija, S., Talic, G., Radulovic, T., Kosanovic, M., & Manojlovic, S. (2015). Isokinetic Testing in Evaluation Rehabilitation Outcome After ACL Reconstruction. *Medical Archives*, 69(1), 21.

Dr. Mario V. Larrain, Dr. David Mauas, Dr. Facundo Pavón, Dr. Eduardo Di Rocco, D. H. F. R. E. (2008). Reconstrucción de LCA con Técnica Semitendinoso Triple. *Revista Argentina Artroscopia*, 15(1), 46–51.

Forriol, F., Maestro, A., & Martín, V. J. (2008). El Ligamento cruzado anterior: Morfología y función. *Trauma*, 19(SUPPL. 1), 7–18.

Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., ... Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 193–201.

Hillman, K. (1999). Health systems research and intensive care. *Intensive Care Medicine*, 25(12), 1353–1354.

Jacopetti, M., Pasquini, A., & Costantino, C. (2016). Evaluation of strength muscle recovery with isokinetic, squat jump and stiffness tests in athletes with ACL reconstruction: A case control study. *Acta Biomedica*, 87(1), 76–80.

Jiménez, F. H., Díaz, J. G., & Vargas, J. (2005). Dinamometría isocinética, 39(6).

Kılınc, B. E., Kara, A., Camur, S., Oc, Y., & Celik, H. (2015). Isokinetic dynamometer evaluation of the effects of early thigh diameter difference on thigh muscle strength in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11(2), 95–100.

Knezevic, O. M., Mirkov, D. M., Kadija, M., Milovanovic, D., & Jaric, S. (2014). Evaluation of isokinetic and isometric strength measures for monitoring muscle function recovery after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1722-1731.

- LaBella, C. R., Hennrikus, W., Hewett, T. E., Brenner, J. S., Brooks, A., Demorest, R. A., ... Alexander, S. N. (2014). Anterior cruciate ligament injuries: Diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics*, 133(5).
- Laible, C., & Sherman, O. H. (2014). Risk factors and prevention strategies of non-contact anterior cruciate ligament injuries. *Bulletin of the Hospital for Joint Diseases*, 72(1), 70–75.
- Markatos, K., Kaseta, M. K., Lалlos, S. N., Korres, D. S., & Efstathopoulos, N. (2013). The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*, 23(7), 747–752.
- Markolf, K. L., Jackson, S. R., Foster, B., & McAllister, D. R. (2014). ACL forces and knee kinematics produced by axial tibial compression during a passive flexion-extension cycle. *Journal of Orthopaedic Research*, 32(1), 89–95.
- Martínez, L. C. (2008). Revisió de les estratègies per a la prevenció de lesions des de l'activitat física. *Apunts Medicina de l'Esport*, 43(157), 30–40.
- Merino-Trujillo, A. (2011). Como escribir documentos científicos (Parte 3). Artículo de revisión. *Salud en Tabasco*, 17(1-2), 36-40.
- Monaco, E., Redler, A., Fabbri, M., Proietti, L., Gaj, E., Daggett, M., & Ferretti, A. (2019). Isokinetic flexion strength recovery after ACL reconstruction: a comparison between all inside graft-link technique and full tibial tunnel technique. *The Physician and sportsmedicine*, 47(1), 132-135.
- Peña, E., Calvo, B., & Doblaré, M. (2006). Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería Biomecánica de la articulación de la rodilla tras lesiones ligamentosas. *Rev. Int. Mét. Num. Cál. Dis. Ing*, 22(1), 63–78.
- Parisaux, J. M., Boileau, P., & Desnuelle, C. (2008). Isokinetic evaluation of the knee flexor muscles after anterior cruciate ligament reconstruction using gracilis and semitendinosus tendon grafts.
- Pigozzi, F., Di Salvo, V., Parisi, A., Giombini, A., Fagnani, F., Magini, W., ... Denaro, E. (2004). Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction:

Quadriceps tendon versus patellar tendon. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(3), 288–293.

Poblete, D. F., Quiroga, P. M., Rodríguez, R. C., Burucker, A. V., Berrios, F. F., Cabiati, C. C., & Documentamos, S. T. G. (2009). Evaluación isocinética postreconstrucción de ligamento cruzado anterior: comparación de dos técnicas, 23(5), 266–271.

Sato, N., Higuchi, H., Terauchi, M., Kimura, M., & Takagishi, K. (2005). Quantitative evaluation of anterior tibial translation during isokinetic motion in knees with anterior cruciate ligament reconstruction using either patellar or hamstring tendon grafts. *International Orthopaedics*, 29(6), 385–389.

10 Annexos

Justificació de la investigació

He tingut varies motivacions, la primera és que jo vaig patir aquesta lesió fa sis anys i em vaig interessar molt com es lògic per aquest tema, però no vaig tenir els suficients coneixements per poder avaluar la lesió, si que anava a un fisioterapeuta i realitzava una rehabilitació però no s'avaluava la progressió en quan a paràmetres de força. Després de la formació que he tingut aquests anys he pogut determinar que és molt important dur un control de la lesió, ja que pot ser determinant de cara al futur.

Una altre de les motivacions que he tingut ha estat que uns dels propòsits que tinc de formació cap al futur i de treball, és realitzar la feina de readaptador esportiu, i els coneixements que puc adquirir amb en treball em poden servir.

Finalment em motivava poder intervenir amb 3 esportistes i ajudar-los en la seva recuperació, el saber que una petita intervenció meva pot ser d'ajuda per la seva recuperació era molt gratificant. Finalment no és varen poder dur a terme a causa del COVID19.

Entrevista a Manu Torres

(Preparador físic del SK Brann de la primera divisió Noruega de futbol).

1. Dins l'avaluació isocinètica, quin mètode utilitzeu? Quins paràmetres vos interessen i per tant avalueu? En quins graus i velocitat angular?

-Utilitzem la màquina Contrax per mesurar la força en isquiotibials i quàdriceps. La velocitat angular és de 60 graus per segon. Ho fem a tots els jugadors abans de la temporada, per obtenir un valor de referència per a cadascú i també per veure si han de treballar en alguna cosa concreta en termes de quàdriceps i isquiotibials. El que més ens interessa és la simetria entre la cama esquerra i la dreta. A continuació, es revisa la força mitjana de tota la gamma de moviments, la intensitat dels moviments exteriors, interiors i mitjans, la relació entre isquiotibials / quàdriceps i la relació força / persona (Nm / kg).

2. Quan realitzeu els tests d'avaluació isocinètica en un jugador lesionat, amb quin objectiu ho feis?

- Per veure si el jugador és prou fort (en relació amb el valor de base i una altra part, i també si hi ha una part específica del rang de moviment, ens hem de centrar quan planifiquem el seu entrenament).

- Per veure si el jugador és prou adequat mentalment com per atrevir-se a empènyer el màxim al contreure el múscul.

- Obtenir una mesura objectiva a l'hora de discutir amb la resta de la tècnics mèdics, el jugador i l'entrenador quan es tracta de pronòstic, tractament i entrenament per a les setmanes properes.

3. En el cas d'haver avaluat un jugador lesionat del LCA, quants cops ho heu fet durant la seva recuperació? Vos ha servit per determinar quin es el moment del retorn del jugador a la gespa?

-La primera mesura és al cap de 6 mesos. Aquí tenim un tall de punt que hauria de ser del 90% de la cama sense ferir abans que el jugador comenci a realitzar moviments de tall, moviments agressius de futbol, etc. De vegades és suficient una mesura, però si el jugador no coincideix amb els criteris, continuem les mesures aproximadament un cop al mes, fins que ho fan.

hop test	test de bosco	Tests específics LCA	avaluacio isocinètica	V-Cut test	Squat	(yoyo SquatTM)
Sueyoshi, T., Nakahata, A., Emoto, G., & Yuasa, T. (2017). Single-leg hop test performance and isokinetic knee strength after anterior cruciate ligament reconstruction in athletes. <i>Orthopaedic journal of sports medicine</i> , 5(11), 2325967117739811.	Vilches, M. V., Arranz, O. A., Roca, J. M., Peris, M. G., Andrés, F. S., & Naranjo, J. A. (2001). Valoración funcional en las lesiones del ligamento cruzado anterior operado: utilidad del test de Bosco. <i>Rehabilitación</i> , 35(2), 83-89.	(squat simple)Sato, H., Kusayanagi, K., Kondo, Y., Kamide, N., Shiba, Y., & Takashima, A. (2018). Knee extensor strength assessed using a vertical squat and a simple geometric model to calculate joint torque: An evaluation of validity and clinical utility. <i>Geriatrics & gerontology international</i> , 18(7), 1125-1131.	Poblete, D. F., Quiroga, P. M., Rodríguez, R. C., Burucker, A. V., Berrios, F. F., & Cabiati, C. C. (2009). Evaluación isocinética postreconstrucción de ligamento cruzado anterior: comparación de dos técnicas. <i>Acta Ortopédica Mexicana</i> , 23(5), 266-271.		Sato, H., Kusayanagi, K., Kondo, Y., Kamide, N., Shiba, Y., & Takashima, A. (2018). Knee extensor strength assessed using a vertical squat and a simple geometric model to calculate joint torque: An evaluation of validity and clinical utility. <i>Geriatrics & gerontology international</i> , 18(7), 1125-1131.	
Barber, S. D., Noyes, F. R., Mangine, R., & DeMaio, M. (1992). Rehabilitation after ACL reconstruction: function testing. <i>Orthopedics</i> , 15(8), 969-974.		Bisciotti, G. N., Quaglia, A., Belli, A., Carimati, G., & Volpi, P. (2016). Return to sports after ACL reconstruction: a new functional test protocol. <i>Muscles, ligaments and tendons journal</i> , 6(4), 499.	Blanch, P. G., Calatayud, P. P. R., Cuenca, J. J. A., & Caballer, V. B. (2017). Valoración de la efectividad de un protocolo de rehabilitación intensivo y multidisciplinar en deportistas de élite intervenidos del LCA mediante la evaluación isocinética de la ratio funcional H/Q (Doctoral dissertation, Universidad CEU-Cardenal Herrera).			
Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Silbernagel, K. G., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. <i>Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy</i> , 14(8), 778-788.			Isokinetic assessment post-ACL reconstruction: comparison of the semitendinosus/gracilis and bone-tendon-bone techniques			
			Evaluation of strength muscle recovery with isokinetic, squat jump and stiffness tests in athletes with ACL reconstruction: a case control study			

Estratègia de recerca (Taula1)