

**Disseny d'un protocol d'intervenció per la readaptació del Lligament Encreuat
Anterior (LEA) en jugadors i jugadores de bàsquet:**
Implicació del turmell i el *Foot Core System* dins la readaptació de la lesió del
LEA

Treball de Final de Grau per optar al graduat en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

Alumna

Núria Junyent Domènech

Director

Roger Font Ribas

Curs Acadèmic

2023 – 2024

TecnoCampus Mataró – Maresme, 10 de maig del 2024, Barcelona



Centre adscrit a:



ÍNDIX DE CONTINGUTS

ÍNDIX DE CONTINGUTS.....	2
ÍNDIX FIGURES I TAULES.....	4
GLOSSARI.....	5
RESUM.....	1
1. INTRODUCCIÓ.....	3
1.1. Bàsquet	3
1.1.1. Manifestacions de la força	3
1.1.2. Incidència lesional	3
1.2. Descripció anatòmica i biomecànica del genoll	4
1.2.1. Estabilització activa de l'articulació femorotibial	4
1.2.2. Estabilització passiva de l'articulació femorotibial.....	4
1.3. Fisiopatologia del trencament del LEA sense contacte.....	6
1.3.1. Mecanisme lesional	6
1.3.2. Factors de risc.....	6
1.4. Descripció articular turmell i peu.....	7
1.4.1. Osteocinemàtica i biomecànica.....	7
1.5. El concepte del Foot Core System i la relació amb el control postural.....	7
1.5.1. Importància de la musculatura intrínseca en l'estabilitat.....	8
1.6. Relació complex turmell i peu amb LEA.....	10
2. JUSTIFICACIÓ	11
3. HIPÒTESI I OBJECTIUS.....	12
3.1. Hipòtesis.....	12
3.2. Objectiu general.....	12
3.3. Objectius específics.....	12
4. METODOLOGIA.....	13
4.1. Disseny de l'estudi	13
4.2. Població i mostra.....	13
4.2.1. Criteris d'inclusió i exclusió	13
4.3. Grups d'estudi.....	14
4.4. Variables de resultat	14
4.4.1. Dorsiflexió de turmell.....	15
4.4.2. Caiguda del navicular.....	15
4.4.3. Valg dinàmic de genoll.....	16
4.4.4. Asimetries en salts monopodals.....	16
4.5. Recollida de dades	18

4.6.	Descripció dels grups d'estudi i proposta d'intervenció.....	19
4.7.	Anàlisi estadístic.....	20
4.8.	Consideracions ètiques	21
5.	PROPOSTA D'INTERVENCIÓ.....	22
5.1.	Proposta exercicis Part Principal.....	23
5.1.1.	Exercicis per treball de la dorsiflexió de turmell	23
5.1.2.	Exercicis pel treball del Foot Core System.....	24
5.2.	Proposta treball complementari.....	25
6.	CRONOGRAMA.....	26
7.	PRESSUPOST	27
8.	LIMITACIONS I PERPECTIVES DE FUTUR.....	28
9.	BIBLIOGRAFIA.....	29
10.	ANNEXOS	32
	Annex 1. Càlcul mostra amb G*Power	32
	Annex 2. Taula recollida de dades.....	33
	Annex 3. Informació pels participants.....	34
	Annex 4. Consentiment informat del participant.....	35
	Annex 5. Enllaços material pressupost.....	36

ÍNDIX FIGURES I TAULES

Figura 1. Il·lustració de l'anatomia del genoll des del vista cranial.....	5
Figura 2. Il·lustració de la seqüència d'un mecanisme lesional en el bàsquet.....	6
Figura 3. Il·lustració de la interacció dels subsistemes del Foot Core System	8
Figura 4. Il·lustració dels músculs intrínsecs del peu, dividits en les 4 capes de la musculatura intrínseca plantar i la del dors.....	8
Figura 5. Il·lustració de l'activació dels MIP augmentant l'arc longitudinal medial.....	9
Figura 6. Il·lustració del <i>Weight – Bearing Lunge Test</i>	15
Figura 7. Il·lustració del <i>Navicular Drop Test</i>	15
Figura 8. Il·lustració del <i>Drop Vertical Jump</i>	16
Figura 9. Il·lustració dels tres <i>Hop Test</i>	17
Figura 10. Organització de les parts de la proposta d'intervenció.....	19
Figura 11. Organització del que realitzada cada grup	19
Figura 12. Cronograma del projecte d'investigació.....	26
Figura 13. Càlcul de la mostra amb G*Power	32
Figura 14. Taula amb la que es recolliran les dades extretes de les valoracions.....	33
Taula 1. Criteris d'inclusió i exclusió.....	13
Taula 2. Variables demogràfiques dels participants	14
Taula 3. Variables de l'estudi i mesures valoració	14
Taula 4. Proposta exercicis de dorsiflexió	23
Taula 5. Proposta exercicis de <i>Foot Core System</i>	24
Taula 6. Proposta exercicis de la part complementaria autònoma	25
Taula 7. Pressupost del material necessari	27
Taula 8. Taula dels enllaços del material necessari.....	36

GLOSSARI

LEA: Lligament Encreuat Anterior

LCA: Ligamento Cruzado Anterior; en castellà

LCM: Lligament Colateral Medial

LCL: Lligament Colateral Lateral

LEP: Lligament Encreuat Posterior

LCP: Ligamento Cruzado Posterior; en castellà

ROM: Rang de moviment (*Range Of Motion*)

MIP: Musculatura Intrínseca Plantar

IQ: Intervenció Quirúrgica

CAI: Inestabilitat Crònica de Turmell (*Chronic Ankle Inestability*)

WBLT: *Weight – Bearing Lunge Test*

NDT: *Navicular Drop Test*

DVJ: *Drop Vertical Jump*

RESUM

Català:

L'estudi es centra en la readaptació de la ruptura del Lligament Encreuat Anterior (LEA) en jugadors de bàsquet, destacant la importància de la dorsiflexió del turmell i el treball del *Foot Core System* en la millora de l'estabilitat dinàmica. Les lesions del LEA solen ocórrer durant accions esportives que impliquen aterratges bruscos després d'un salt o desacceleracions sobre un recolzament. En la rehabilitació d'aquestes lesions, s'ha donat més importància al treball dels músculs de la cama com el quàdriceps i els isquiosurals, però s'ha descuidat el treball del complex turmell-peu, malgrat la seva rellevància en la prevenció de lesions del LEA.

Es destaca la importància dels músculs intrínsecs del peu en el manteniment de l'estabilitat i el control postural, ja que tenen un paper clau en l'absorció d'energia durant moviments d'acceleració i desacceleració, aguantant l'arc plantar i evitant la hiperpronació del peu i, en conseqüència, disminuint el valg de genoll. La reducció de la sensibilitat plantar pot augmentar el risc de lesions, com la ruptura del LEA. Per tant, s'han proposat exercicis específics per millorar la funció del *Foot Core System* i la dorsiflexió del turmell en la rehabilitació del LEA.

El protocol d'intervenció inclou exercicis per augmentar la dorsiflexió del turmell i el treball del *Foot Core System*, amb l'objectiu de millorar l'estabilitat dinàmica dels jugadors de bàsquet. L'estudi consisteix en un assaig aleatoritzat en paral·lel amb un grup d'intervenció i un grup control, i es mesuraran variables com la dorsiflexió del turmell, la pronació del peu i el valg dinàmic del genoll per avaluar els efectes de la intervenció. El disseny de l'estudi, inclou un grup d'intervenció que rebrà un tractament específic en el *Foot Core System* i la dorsiflexió de turmell, i un grup de control que seguirà una rehabilitació convencional.

Paraules clau: Lligament Encreuat Anterior (LEA), Foot Core System, Dorsiflexió, valg dinàmic i pronació.

Anglès:

The study focuses on the rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament (ACL) rupture in basketball players, highlighting the importance of ankle dorsiflexion and Foot Core System work in improving dynamic stability. ACL injuries often occur during sports actions involving sudden landings after a jump or decelerations on a support. In the rehabilitation of these injuries, more emphasis has been given to working on leg muscles such as the quadriceps and hamstrings, but the work of the ankle-foot complex has been neglected, despite its relevance in preventing ACL injuries.

The importance of intrinsic foot muscles in maintaining stability and postural control is emphasized, as they play a key role in energy absorption during acceleration and deceleration movements, supporting the foot arch and preventing foot hyperpronation, thus reducing knee valgus. Reduced plantar sensitivity can increase the risk of injuries such as ACL rupture. Therefore, specific exercises have been proposed to improve the function of the Foot Core System and ankle dorsiflexion in ACL rehabilitation.

The intervention protocol includes exercises to increase ankle dorsiflexion and Foot Core System work, aiming to improve the dynamic stability of basketball players. The study consists of a parallel randomized trial with an intervention group and a control group, and variables such as ankle dorsiflexion, foot pronation, and dynamic knee valgus will be measured to assess the effects of the intervention. The study design includes an intervention group receiving specific treatment on the Foot Core System and ankle dorsiflexion, and a control group undergoing conventional rehabilitation.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament (ACL), Foot Core System, dorsiflexion, dynamic valgus, and pronation.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Bàsquet

1.1.1. Manifestacions de la força

El bàsquet és un esport col·lectiu de situació amb espai compartit entre adversaris i companys. Es juga en format 5 contra 5, fent un total de 10 jugadors que es troben amb constant interacció dins de la pista de joc. Les accions multidireccionals d'aquest esport, requereix de constants acceleracions i desacceleracions brusques, manifestades principalment en salts, canvis de direcció (COD) i desplaçaments laterals (1,2). S'estima que en un partit es produeixen entre 35 i 45 salts i aterratges, sent de dos a quatre vegades superior a altres esports com el vòlei o el futbol; i que es produeixen CODs cada 2-3 segons (2).

Aquesta repetició de moviments específics que es produeixen en una gran varietat de situacions, on mai s'executen dues accions exactament idèntiques, provoquen un ampli número i ventall de lesions (1,2). Estudis epidemiològics destaquen que el bàsquet ocupa entre la segona i tercera posició en la producció de lesions esportives (1).

1.1.2. Incidència lesional

Es reporten índex de lesions d'entre 7 i 10 per cada 1000 exposició esportives, sent un dels esports col·lectius amb més risc de lesió (2). Les articulacions més afectades són el turmell i el genoll, seguides per la columna vertebral, la mà i el canell (1). Els mecanismes que provoquen lesions més freqüentment són les col·lisions, l'aterratge d'un salt i el canvi de direcció amb el peu fixat al terra o la supinació excessiva (3).

Els esquinços laterals de turmell són de les lesions més comunes (1,2). Representen entre un 25% i un 35% de les lesions totals, produint-se majoritàriament en accions d'aterratge sobre el peu d'un altre jugador o sobre la pista (1,3).

La lesió del lligament encreuat anterior (LEA) cada vegada és més comuna en els esportistes (4). La incidència d'aquesta lesió sense contacte és relativament elevada respecte altres disciplines esportives, fet preocupant degut a la llarga recuperació que comporta i les conseqüències que l'acompanyen (2). Mencionar que el gènere femení presenten una major incidència de lesions, principalment de genoll, per temps d'exposició comparat amb el masculí (1).

1.2. Descripció anatòmica i biomecànica del genoll

El genoll consta de dues articulacions, la femoropatelar i la femorotibial (5,6). La primera, articula el fèmur amb la ròtula, i es considera el mecanisme extensor del genoll, ja que serveix de politja del quàdriceps al contraure's (5).

L'articulació femorotibial articula els còndils femorals amb els planells tibials. Permet realitzar moviments en el pla sagital i transversal. El moviment de flexo-extensió (pla sagital), comprèn un rang de moviment (ROM) d'entre 0º a 120º, és a dir, d'extensió completa a flexió activa completa de genoll. Augmenta els graus de flexió fins a 140º amb el maluc flexionat i es pot aconseguir fins uns 160º de manera passiva. Els moviments de rotació (pla transversal) només es donen quan el genoll es troba en flexió, degut a que en extensió els lligaments, colaterals i encreuats, es troben en tensió (6).

Es necessita d'un elevat nombre d'elements actius i passius per estabilitzar l'articulació, que es una de les més complexes del cos humà (5,6).

1.2.1. Estabilització activa de l'articulació femorotibial

La proporcionen els músculs i els tendons. Els principals són aquells que tenen relació directa amb l'articulació. El quàdriceps, té la funció d'extensió de genoll en concèntric i de desacceleració de moviments funcionals com en la marxa, la carrera i el salt. Els isquiosurals (semitendinós [ST], semimembranos [SM] i bíceps femoral [BD]), realitzen la flexió de genoll i participen amb la rotació interna (ST i SM) i rotació externa (BF) degut a les seves insercions a la cara medial i lateral de la cama (5). Altre musculatura que també presenta un paper important en l'estabilització són els abductors de maluc (com el gluti mig i el tensor de la fàscia lata) que controla la caiguda del fèmur en el pla frontal, els adductors de maluc i els gastrognemis que participen amb la flexió de genoll (5).

1.2.2. Estabilització passiva de l'articulació femorotibial

Ve donada principalment pels meniscs, els lligaments colaterals i els encreuats de l'articulació femorotibial. Els meniscs proporcionen un augment de congruència articular, suport de la càrrega i serveixen de guia per la rotació (5).

El lligament colateral medial (LCM) té origen al còndil femoral medial i inserció a l'extrem superior de la tibia amb una orientació descendent i anterior. El lligament colateral lateral (LCL) s'origina al còndil femoral lateral i s'insereix al cap del peroné amb una orientació descendent i posterior (5,7). Aquest dos lligaments resisteixen les forces que provoquen el valg (LCM) i el var (LCL) sobre el genoll i controlen la rotació externa de la tibia degut a l'orientació obliqua dels fascicles (6,7).

Els lligaments encruats tenen la funció de resistir les forces anteroposteriors (hiperextensió) i rotació interna de la tibia (6,7). El lligament encruat posterior (LEP) presenta el seu origen a la superfície lateral del còndil femoral medial i la seva inserció a l'àrea intercondílica posterior de la tibia, seguint una direcció d'anterior a posterior. El recorregut del lligament encruat anterior (LEA) va des de la cara posteromedial del còndil femoral lateral fins la part anterior de l'espina de la tibia, amb una orientació de posterior a anterior. Presenta dos fascicles, l'anteromedial i l'anterolateral, que reben aquest nom d'acord al lloc d'inserció a la tibia (5,7). El LEA controla la translació anterior de la tibia, on en semiflexió de genoll (menor a 40°), queda com a principal estabilitzador d'aquest desplaçament (5,7-11).

Relacionant els estabilitzadors dinàmics i passius, esmentar que el quàdriceps té una acció antagonista al LEA i els isquiosurals tenen una acció sinergista. A la inversa succeeix amb el LEP (5,7).

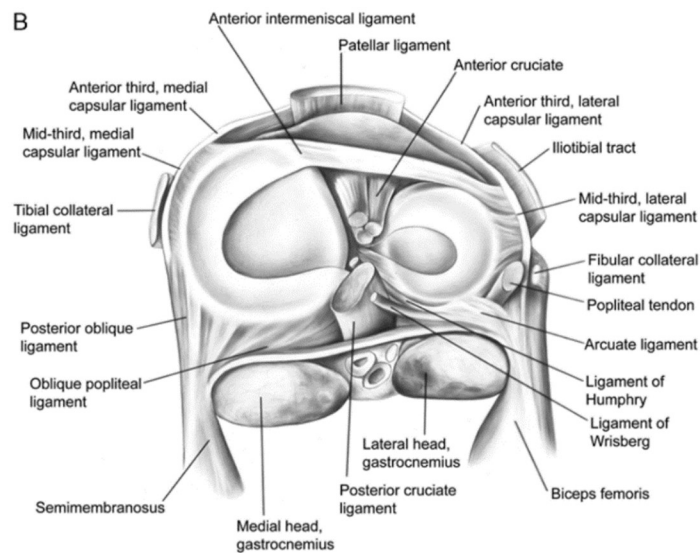


Figura 1. Il·lustració de l'anatomia del genoll des del vista cranial. Extreta de l'article de Flandry et al. (5).

1.3. Fisiopatologia del trencament del LEA sense contacte

1.3.1. Mecanisme lesional

S'entén la lesió del LEA quan la càrrega mecànica que rep el lligament és superior a la que pot suportar. Està molt associat amb els esports que impliquen salts, canvis de direcció o pivotar amb una desacceleració (12–14). Les situacions de joc en les que es produeixen les ruptures del LEA sense contacte són la desacceleració brusca i l'aterratge amb una cama durant un salt. Aquestes generen una càrrega axial sobre l'articulació que pot provocar un col·lapse en posició de valg i rotació, derivant al fracàs del lligament (9,15).

S'han descrit diferents mecanismes lesionals (Figura 3), dintre els quals destaca la lleugera semiflexió, el valg de genoll associat a una rotació de la tibia tant externa com interna i la translació anterior tibial degut a una contracció isomètrica del quàdriceps. També augmenta el risc de lesió del lligament l'extensió o hiperextensió durant la realització dels moviments dinàmics (9,10).

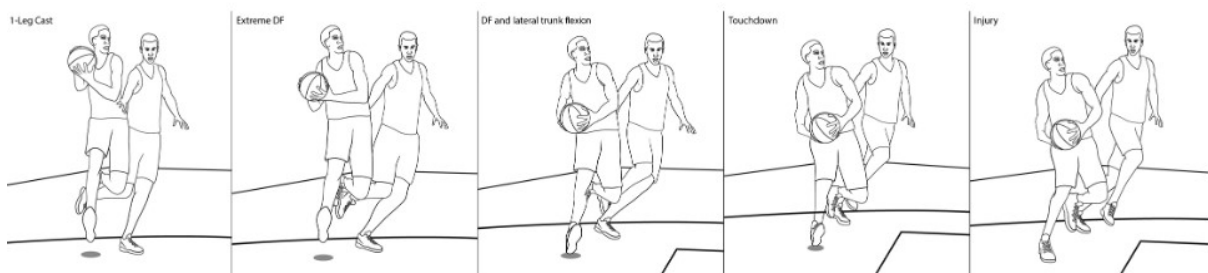


Figura 2. Il·lustració de la seqüència d'un mecanisme lesional en el bàsquet.
Extreta de l'article de Petway (14)

1.3.2. Factors de risc

La ruptura del lligament encreuat anterior es considera una lesió multifactorial. Els factors de risc poden ser intrínsecs o extrínsecs i no modificables o modificables. Els intrínsecs venen donats per l'anatomia, el gènere, l'estat hormonal i lesions prèvies. Els extrínsecs són aquells que depenen de factors externs a l'esportista, lligats a patrons biomecànics modificables (10,11,15).

Una mobilitat reduïda d'articulacions adjacents, una debilitat de la musculatura de l'extremitat inferior, una falta de control neuromuscular del tronc i en definitiva una biomecànica alterada, afecta els patrons de moviment que generen els esportistes. Segons l'article d'Álvarez (9), en les situacions de lesió, el maluc queda bloquejat en una posició invariable a causa d'una falta d'activació muscular, que impedeix la flexió progressiva del genoll i per tant queda el lligament com a únic estabilitzador. Per altre costat, la restricció en el ROM de dorsiflexió del turmell i l'excés de pronació dinàmica alhora de realitzar un canvi de direcció o un salt, es compensa amb un augment del valg de genoll, cosa que agreuja el risc de lesió del LEA (11,15).

1.4. Descripció articular turmell i peu

El complex del peu – turmell és un conjunt d'articulacions que treballen en consonància (12). El turmell és l'articulació de l'astràgal amb les facetes articulars de la tibia i els dos mal·lèols, el medial de la tibia i el lateral del peroné (16–18). El peu es divideix en 3 parts: el retropeu, compost per l'articulació subastragalina (astràgal i calcani); el mediopeu, on es troba l'arc longitudinal medial; i l'avantpeu, compost per les articulacions metatarsfalàngiques (12).

1.4.1. Osteocinemàtica i biomecànica

La mobilitat del turmell es produeix en el pla sagital, amb la flexió dorsal i plantar. El ROM és major en flexió plantar que en dorsal, sent de 30 – 50° i de 20 – 30° respectivament (18). Aquests moviments s'associen a l'abducció i adducció, degut a que el radi de curvatura de l'astràgal és major a la cara externa. La flexió dorsal va amb l'abducció i la plantar amb l'adducció (16–19).

L'articulació subastragalina treballa en conjunt amb el turmell per aconseguir la seva mobilitat en els tres plans. És la responsable dels moviments en el pla frontal, d'inversió i eversió. La inversió consisteix en rotar el peu, orientant la planta cap a dins; i la eversió consisteix en el contrari, orientar la planta del peu cap a fora. Una limitació en aquests moviments provoca una major dificultat per adaptar el peu en superfícies irregulars (18).

La combinació dels moviments de flexió dorsal, abducció i eversió es coneix com a pronació. D'altra banda, la combinació de flexió plantar, adducció i inversió esdevé a la supinació (18).

1.5. El concepte del Foot Core System i la relació amb el control postural

El *Foot Core System* és un concepte que engloba 3 subsistemes, definits per Mckeon et al. (19)(Figura 6). Explica com interactuen entre ells per proporcionar estabilitat i informació sensorial al peu, per tal de poder-se adaptar a les diferents variables durant les activitats estàtiques i dinàmiques. Es basa en el mateix concepte que el *Core Lumbopèlvic* (20).

El subsistema passiu està compost per les estructures òssies, els lligaments, les càpsules articulars i la fàscia plantar que componen i mantenen els arcs del peu. Aporten rigidesa, estabilitat i s'adapten flexiblement als canvis de càrrega durant les activitats dinàmiques (20).

El subsistema actiu són tots els músculs extrínsecs i intrínsecs que tenen inserció al peu. Els extrínsecs s'encarreguen principalment de generar el moviment del peu, tenen origen extern al peu i són més grans i superficials. Proporcionen capacitats d'absorció i propulsió durant les activitat dinàmiques (20,21). Els intrínsecs es consideren els estabilitzadors locals del peu, tenen origen i inserció al peu i

són petits i profunds (12,20,21). Tot i que predomini més una funció en cada grup, ambdós treballen conjuntament per donar estabilitat i moviment a l'estructura (20).

El subsistema neural són tots els receptors sensorials que es troben al subsistema passiu i actiu. Una disminució de la sensibilitat del peu afecta a la marxa i a l'equilibri (20).

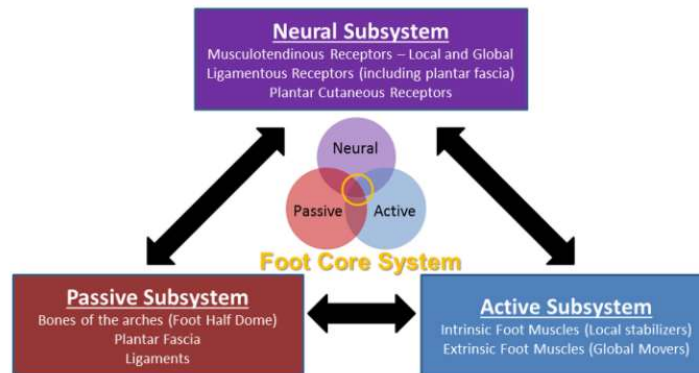


Figura 3. Il·lustració de la interacció dels subsistemes del Foot Core System. Extreta de l'article de McKeon et al. (19)

1.5.1. Importància de la musculatura intrínseca en l'estabilitat

Els músculs intrínsecs del peu es troben tant al dors com a la planta. Estan més descrits els músculs intrínsecs de la planta (MIP) (Figura 7), degut a l'estreta relació funcional amb els arcs del peu. Es descriuen 4 capes de músculs: les dues més superficials van relacionades amb l'arc longitudinal del peu i les altres dues, més profundes, amb l'arc transversal (20).

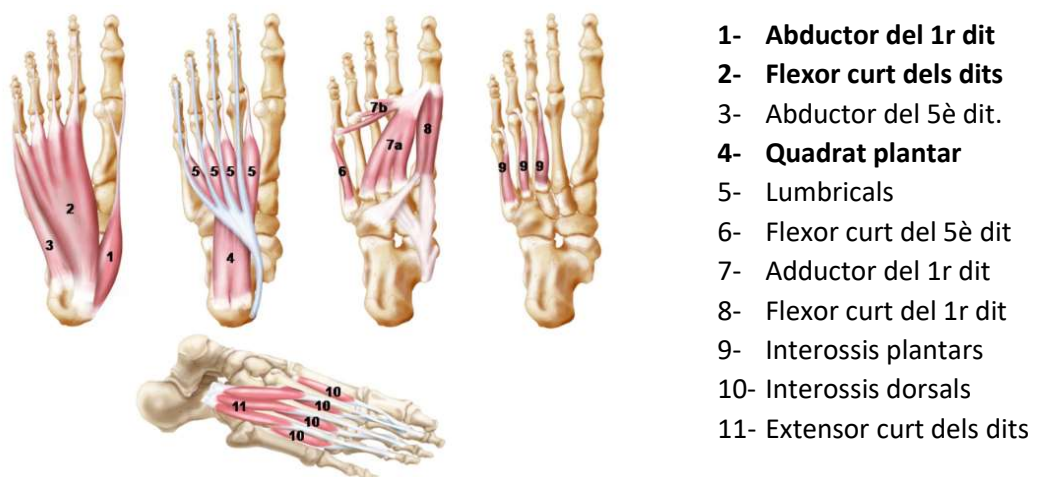


Figura 4. Il·lustració dels músculs intrínsecs del peu, dividits en les 4 capes de la musculatura intrínseca plantar i la del dors. Extreta de l'article de McKeon et al. (19)

L'anatomia i biomecànica d'aquesta musculatura fa que tinguin una desavantatge mecànica per produir grans moviments articulars però, per altre costat, proveeix informació sensitiva immediata dels canvis de postura de la cúpula del peu (20). És considerada la primera font de propiocepció, degut a la major densitat de fusos musculars en comparació amb altres músculs, tenint un paper primordial a tota l'extremitat inferior (12).

Les seves funcions estan involucrades en el manteniment de l'estabilitat del peu, de manera que tenen una implicació significant en el control postural (12,20,22). La contracció dels MIP permet suportar i resistir la deformació de l'arc longitudinal medial al rebre una càrrega i en mantenir l'equilibri (11,20,22,23). Especialment l'abductor del 1r dit, el flexor curt dels dits i el quadrat plantar, aconseguen corregir la pronació del peu aguantant l'arc longitudinal, evitant la caiguda de l'escafoïdes o navicular (11,20,24). També es coneix la seva implicació durant la marxa, aportant rigidesa i suport dinàmic a l'estructura en la fase de propulsió del peu. Poden tenir un paper significatiu en el control de la distribució de la càrrega i en augmentar la funció flexora de l'arc longitudinal en velocitats més altes de la marxa (20,22,23,25).

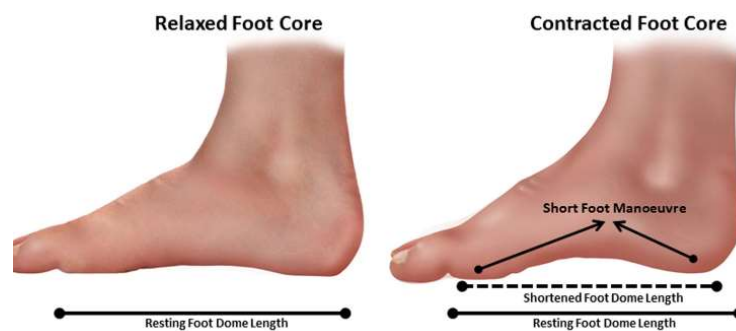


Figura 5. Il·lustració de l'activació dels MIP augmentant l'arc longitudinal medial. Extreta de l'article de McKeon et al. (19)

L'activació dels músculs depèn de la càrrega i l'activitat. Com més dinàmica i més gran sigui la demanda postural, major activació presenten. Els recolzaments monopodals necessiten un reclutament major dels MIP per mantenir l'equilibri comparat amb el recolzament bipodal (20,22,23). D'aquesta manera, s'ha demostrat que els exercicis funcionals els activen més que els exercicis aïllats del peu (23).

La debilitat o disfunció d'aquests músculs està relacionada amb diferents patologies d'extremitat inferior: la fascitis plantar, hallux valgus, peu pronat, inestabilitat crònica de turmell i lesions en altres articulacions com la ruptura del LEA (22,23).

1.6. Relació complex turmell i peu amb LEA

Les estructures passives i actives del complex peu - turmell es comporten com un conjunt per tal de proporcionar una base estable pel cos, propulsar-lo, adaptar-se a la superfície de contacte i dissipar les forces de reacció del terra (11,20,26). Un peu incapaç d'ajustar-se a les altes demandes d'intensitat en els esports, pot alterar els moments i forces que actuen sobre les articulacions, augmentant el risc de ruptures del LEA i esquinços de turmell (11). S'ha vist que les persones que han patit una lesió en el LEA, presenten una disminució de la dorsiflexió del peu i dèficits d'activació de la musculatura intrínseca del peu alterant la informació sensorial (27), cosa que provoca un dèficit postural i un augment de dependència del sistema visual (12).

Les articulacions de l'extremitat inferior treballen conjuntament (la triple flexió) per mitigar les forces durant l'aterratge i la carrera. Una disminució de la dorsiflexió de turmell, implica una limitació en la flexió de genoll per amortir la càrrega cosa que acaba provocant un augment del valg de genoll i majors forces de reacció en l'aterratge (12,13,27). A més a més, els atletes amb major dorsiflexió de turmell són capaços de generar desacceleracions més ràpides, cosa que els hi permet baixar el seu centre de masses al frenar (12).

Les ruptures del LEA succeeixen principalment en desacceleracions sobre el recolzament a una cama desequilibrada (11). Els músculs intrínsecs del peu són els encarregats de controlar l'equilibri postural en el pla frontal en els recolzaments monopodals, mantenint en contacte la regió de l'avantpeu i el terra (12,20). La capacitat dels músculs, tant intrínsecs com extrínsecs, de produir força per regular la càrrega mecànica (12) i amortir les forces associades al contacte (20), els fa imprescindibles per la protecció del LEA a possible lesions (12).

L'estreta relació entre la pronació del peu i la rotació de la cama, augmenta el risc de ruptura del LEA (10,11). La fatiga o disfunció dels MIP, provoca un augment de la caiguda del navicular, impactant de forma negativa en el control i l'estabilització de peu (24). Tenir la capacitat de controlar la pronació aguantant l'arc longitudinal a través de l'activació de la musculatura intrínseca i extrínseca del peu, pot resultar en una disminució de la magnitud de forces, i controlar el valg dinàmic del genoll (11,15).

2. JUSTIFICACIÓ

La ruptura del lligament encreuat anterior és una lesió multifactorial que contempla diferents factors de risc. Principalment es produeix en accions esportives que impliquen l'aterratge d'un salt o desacceleracions brusques sobre un recolzament (9). Per tant, cal tenir en compte en la readaptació d'aquesta lesió, la importància de que el jugador/a pugui realitzar moviments multiarticulats i multiplans de manera eficient, explosiva i evitant compensacions, per tal de poder tornar a la pràctica esportiva (15).

En la rehabilitació de la lesió del LEA se li ha donat molta importància al treball de quàdriceps, isquiosurals i gluti. El complex del turmell-peu però, ha rebut menys atenció alhora d'implicar-los en la readaptació, tot i la evidència significativa que pot tenir el seu treball en la rehabilitació del LEA (12).

La informació proporcionada pels receptors plantars és fonamental alhora de mantenir l'equilibri. Un treball de control postural a través de la sensibilitat plantar, permet disminuir l'atenció que l'esportista ha de dedicar conscientment i inconscientment, de manera que es pot centrar en el gest esportiu. Una afectació de la capacitat de recollir informació, pot significar l'alteració de patrons cinètics de recolzament afavorint l'aparició de lesions. S'ha vist una relació directa entre la disminució de la sensibilitat plantar i un risc més elevat de lesió. Les persones amb ruptura de LEA, presenten pitjor sensibilitat al complex turmell-peu (28).

Estan començant a sorgir estudis enfocats a millorar la funció dels músculs intrínsecs del peu. Un treball enfocat a aquesta musculatura té repercussions positives en l'estabilitat dinàmica en les tasques sobre el recolzament monopodal (11). Els MIP tenen una contribució substancial en la funció adaptativa del peu i turmell aguantant l'arc plantar, de manera que estan implicats en l'absorció d'energia en les tasques que requereixen grans acceleracions i desacceleracions (29).

El treball d'aquesta musculatura té una relació directa amb el comportament de l'articulació subastragalina, de manera que controlen la pronació del peu. Sembla que l'enfortiment dels MIP pot tenir un impacte significatiu en els mecanismes de lesió dels LEA i els lligaments laterals del turmell. Per tant, es destaca la importància de la investigació de l'entrenament específic de força dels músculs del peu com a mitjà per disminuir el risc de lesió de les extremitats inferiors (10).

La idea d'aquest estudi és observar si afegir un treball específic tenint en compte el concepte del *Foot Core System* en la readaptació de la lesió del LEA, millora el control de la pronació del peu i el valg dinàmic de genoll. L'objectiu final serà aportar més informació sobre aquesta musculatura per poder-la considerar dins de programes de rehabilitació o prevenció de lesions de l'extremitat inferior (10).

3. HIPÒTESI I OBJECTIUS

3.1. Hipòtesis

L'augment del treball del *Foot Core System* i de la dorsiflexió del turmell dins de la readaptació del lligament encreuat en jugadors i jugadores de bàsquet majors de 18 anys provocarà un augment en l'estabilitat en les accions dinàmiques.

3.2. Objectiu general

1. Elaborar un protocol de readaptació per la ruptura del LEA amb treball específic de *Foot Core System* i dorsiflexió de turmell per la millora de l'estabilitat dinàmica en jugadors i jugadores de bàsquet majors de 18 anys.

3.3. Objectius específics

1. Proposar exercicis que provoquin una activació de la musculatura estabilitzadora de l'extremitat inferior.
2. Augmentar el ROM de dorsiflexió del turmell per l'absorció correcta de les forces d'aterratge.
3. Augmentar la capacitat de treball de la musculatura intrínseca plantar per la disminució de la pronació dinàmica del peu.
4. Disminuir el valg de genoll en les accions dinàmiques d'aterratge i canvis de direcció.
5. Disminuir asimetries en patrons funcionals de salts entre l'extremitat lesionada i la sana.

4. METODOLOGIA

4.1. Disseny de l'estudi

L'estudi és analític experimental de tipus assaig aleatoritzat en paral·lel. S'estableix un grup d'intervenció i un grup control. Ambdós realitzaran el mateix treball de readaptació pel LEA, però el grup intervenció rebrà un treball afegit enfocat al *Foot Core System* i de dorsiflexió de turmell. És un estudi longitudinal i prospectiu, perquè l'objectiu està si els efectes de la intervenció milloren els resultats de les variables al finalitzar.

L'estudi tindrà una durada d'una temporada. La intervenció durarà 6 setmanes i es realitzaran 2 valoracions durant aquesta. La valoració inicial es farà pre-intervenció i la valoració final tindrà lloc post-intervenció.

4.2. Població i mostra

La població diana de l'estudi són jugadors i jugadores de bàsquet no professional, que juguin a categoria sènior, tinguin entre 18 i 30 anys, que estiguin en la fase del *return to play* en la readaptació del trencament del LEA.

La mostra de l'estudi serà de 52 jugadors/es, dividits en dos grups amb 26 participants a cada un (ràtio 1:1). El càlcul de la mostra s'ha realitzat amb G*Power com es pot veure a l'Annex 1.

4.2.1. Criteris d'inclusió i exclusió

INCLUSIÓ	EXCLUSIÓ
<ul style="list-style-type: none">- Jugadors/es de bàsquet.- No professionals.- Categoria sènior, sub – 21 o sub – 25.- Federats a la FCBQ.- Edat entre 18 - 30 anys.- > de 5 mesos de la IQ.- Amb només una IQ de LEA.- Sense altres lesions d'extremitat inferior (greus) de menys d'1 any.- De l'àrea metropolitana o el baix Llobregat.	<ul style="list-style-type: none">- Professionals.- Menors de 18 anys.- Categories de formació.- No federats, lliga escolar o altres.- No intervinguts quirúrgicament.- >1 IQ de creuats en la mateixa extremitat.- Patologies que afectin l'extremitat inferior, com el CAI.

Taula 1. Criteris d'inclusió i exclusió.

Taula d'elaboració pròpia.

4.3. Grups d'estudi

Els participants de l'estudi que compleixin els criteris d'inclusió i exclusió, seran col·locats a un dels dos grups de manera aleatòria. S'utilitzarà el programa OxMar per realitzar l'aleatorització de la mostra (<https://sourceforge.net/projects/oxmar-en-espanol/>).

El grup control (GC) realitzarà un tractament de readaptació convencional per la readaptació del LEA, i el grup experimental (GE) rebrà una readaptació enfocada al treball del *Foot Core System* i la dorsiflexió de turmell.

4.4. Variables de resultat

Per començar les variables demogràfiques dels subjectes que es tindran en compte en aquest estudi son les que es descriuen a la Taula 2.

VARIABLES DEMOGRÀFIQUES	
Sexe	IMC
Edat	Localitat
Alçada	Alçada EEII
Pes	Extremitat afectada

Taula 2. Variables demogràfiques dels participants.

Taula d'elaboració pròpia.

Els objectius específics de l'estudi han donat lloc a les variables que volem mesurar, i a continuació es troba una taula resum amb els instruments de valoració (Taula 3).

OBJECTIU	VARIABLE	INSTRUMENT MESURA	MESURA
Augmentar el ROM de dorsiflexió.	Dorsiflexió de turmell	WBLT (Weight – Bearing Lunge Test)	Distància (cm) Angle (°)
Augmentar la capacitat de treball dels MIP per la disminució de la pronació dinàmica.	Caiguda del navicular	NDT (Test de Desplaçament del Navicular)	Distància navicular a terra (mm)
Disminuir el valg de genoll en les accions dinàmiques.	Valg dinàmic de genoll	DVJ (Drop Vertical Jump)	Angle (°) Distància (cm)
Disminuir asimetries en patrons de salts entre les extremitats.	Asimetries en el salts monopodals	Hop Test	Distància (cm) Simetria (%)
		Triple Hop Test	
		Triple Cross Over Hop Test	

Taula 3. Variables de l'estudi i mesures valoració.

Taula d'elaboració pròpia.

4.4.1. Dorsiflexió de turmell

La dorsiflexió de turmell l'avaluarem amb el *Weight – Bearing Lunge Test* (WBLT). Mesura el lliscament anterior de la tibia sobre l'astràgal. És a dir, el punt fixe és el peu i el mòbil és la cama. El pacient es col·loca en bipedestació amb l'extremitat a avaluar més avançada que l'altre. L'objectiu és anar a tocar amb el genoll a la paret sense aixecar el taló del terra ni compensar amb un valg de genoll. Mesurem els graus que es formen amb un inclinòmetre i la distància màxima del peu respecte la paret en que s'aconsegueix l'objectiu. La distància es mesura en cm des de la punta del primer dit fins la paret. Aquestes dos mesures són vàlides en la realització del test, on a més a més s'ha vist que cada 1 cm de millora equival al guany de 2º de dorsiflexió (30).



Figura 6. Il·lustració del *Weight – Bearing Lunge Test*.

Figura d'elaboració pròpia.

4.4.2. Caiguda del navicular

Per valorar la pronació del peu es farà servir el *Navicular Drop Test* (NDT) (figura 9). Primer de tot es localitza la tuberositat del navicular i es marca. Des d'una posició de sedestació es busca la posició neutra de l'articulació subastragalina, després es mesura la distància entre el navicular i el terra amb una cinta mètrica. Aquesta mesura es coneix com l'alçada del navicular en neutre (NHN; *Navicular Heigh in Neutral*). Seguidament, es demana que es posin de peu en posició relaxada, fent que el pes del cos caigui sobre el peu. Es torna a mesurar la distància del navicular del terra en aquesta posició coneguda com l'alçada del navicular de peu (NHS; *Navicular Heigh in Standing*) (31).

La caiguda del navicular (ND) es calcula restant el NHN amb el NHS. Valors superiors entre 7 – 10 mm son considerats indicatius d'hiperpronació. Aquest procés es realitza amb les dues extremitats (10).



Figura 7. Il·lustració del *Navicular Drop Test*. Extret de l'article Jam et al. (31)

4.4.3. Valg dinàmic de genoll

El valg dinàmic de genoll es valorarà a través de l'anàlisi qualitatiu de vídeo del *Drop Vertical Jump* (DVJ) (figura 10), ja que en diferents estudis s'ha vist que és útil per detectar el risc de lesions del LEA sense contacte. Consisteix en realitzar una caiguda des d'una plataforma de 40 cm d'alçada amb els dos peus i immediatament realitzar un salt vertical el més amunt possible. Si hi ha un impuls en la fase de caiguda des de la plataforma, el salt es considera nul. Es realitzen 3 intents de pràctica previs (10).

Es diferencien 4 referències anatòmiques amb marcadors visibles a la càmera per després poder analitzar els angles i distàncies amb major precisió. Els relleus anatòmics són: l'espina ilíaca antero-superior (EIAS), el centre de la ròtula, la tuberositat tibial i el centre del turmell (entre els dos mal·lèols) (32).

Es mesura l'angle que es forma en el genoll entre la tíbia i el fèmur, utilitzant els marcadors com a referència per traçar les línies amb el *Kinovea* (10). També mesurem la distància entre els genolls en l'aterratge del salt. Si la distància és menor de 0,8 cm, es considera un factor de risc (32).



Figura 8. Il·lustració del *Drop Vertical Jump*. Extreta de l'article Carabassa et al. (10)

4.4.4. Asimetries en salts monopodals

Per valorar les asimetries entre extremitats realitzarem 3 dels test *Hop Test* (figura 11): el *Single Hop Test*, el *Triple Hop Test* i el *Triple Cross Over Hop Test*. Una asimetria superior al 5% (< 95% simetria) entre extremitats es considera un risc elevat per l'esportista (33,34). Els test estan validats i s'inclouen a la guia *Melbourne* de la rehabilitació del LEA (33).

- *Single Hop Test*: l'objectiu és saltar la major distància horitzontal amb una cama i aterrar sobre la mateixa. Es fa una mitjana dels dos intents vàlids per cada cama.
- *Triple Hop Test*: és el mateix que l'anterior, però realitzant 3 salts consecutius amb la mateixa extremitat. S'anota la distància total dels 3 salts i es fa la mitjana de dos resultats vàlids.
- *Triple Cross Over Hop Test*: es col·loca una línia vertical al terra de 6m de llarg. Es realitzen 3 salts consecutius amb la mateixa cama creuant la línia. És a dir, es creua la línia de medial a

lateral i de nou a medial. S'anota la distància total aconseguida amb els 3 salts i es fa una mitjana dels 2 intents vàlids.

Les distàncies es mesuren amb una cinta mètrica des de la punta del peu abans de saltar fins el taló al caure. L'índex de simetria de cada test es calcula dividint la distància mitjana aconseguida de la cama afectada entre la distància mitjana de la cama no afectada i multiplicat per 100 (33).

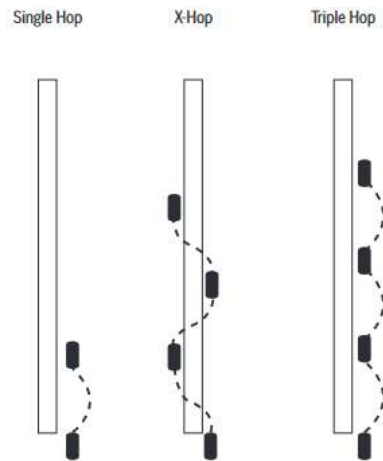


Figura 9. Il·lustració dels tres hop test. D'esquerra a dreta: *Single Hop Test*, *Triple Cross Over Hop Test* i *Triple Hop Test*. Extret de l'article Adams et al. (34)

4.5. Recollida de dades

Les variables que es recolliran en el estudi, descrites anteriorment, es valoraran dues vegades. La valoració inicial es realitzarà abans d'iniciar la intervenció, a la 1a setmana; i la valoració final es durà a terme al acabar-la, a la 6a setmana. Les dades es recolliran en una taula d'Excel (Annex 2) creada per cada subjecte de l'estudi.

L'equip estarà format per 5 integrants: 3 persones encarregades d'executar les valoracions i 2 persones encarregades d'aplicar el protocol de intervenció als subjectes del grup experimental.

Els encarregats d'avaluar els jugadors i jugadores en les valoracions estaran cegats alhora de realitzar-les, és a dir, no sabran si pertanyen al grup control o al grup intervenció. Per contra no serà possible el cegament dels responsables d'aplicar la intervenció a cada subjecte i dels propis subjectes, ja que seran coneixedors del que estan fent o no durant les 6 setmanes que dura la intervenció.

4.6. Descripció dels grups d'estudi i proposta d'intervenció

Per tal de comprovar la hipòtesi de l'estudi, s'ha dissenyat un programa de 6 setmanes de duració que realitzarà el grup experimental. Segons la bibliografia, la majoria d'estudis que realitzen intervencions enfocades al peu, es mouen entre 4 i 6 setmanes (23,35,36).

El programa està compost per 2 parts: Part principal (PP) i la part complementària autònoma (PCA).

- Part principal (PP): Consta de 3 exercicis de dorsiflexió i de 3 específics de *Foot Core*, que variaran cada dues setmanes. Aquests exercicis seran dirigits per un especialista que aportarà *feedback* al subjecte. Son exercicis que presenten una dificultat més elevada, ja que son més funcionals.
- Part complementària autònoma (PCA): Consta d'una plantilla d'exercicis que s'han de realitzar de manera autònoma. Son exercicis menys complexos, ja que son de caràcter més aïllat.

Es duran a terme 2 sessions de la PP i 2 sessions de la PCA a la setmana, en dies alterns, de manera que en total sumin 4 sessions/setmanals (figura 12).

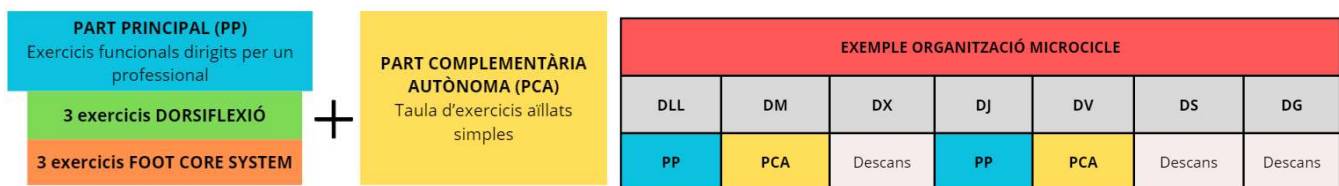


Figura 10. Organització de les parts de la proposta d'intervenció.

Figura d'elaboració pròpia.

Al grup experimental se li realitzarà la valoració inicial, després se li aplicarà el protocol d'exercicis específics durant 6 setmanes i per últim se li recolliran les dades de la valoració final. Al grup control només se li realitzaran les dues valoracions a l'inici de l'estudi i al final (figura 13).

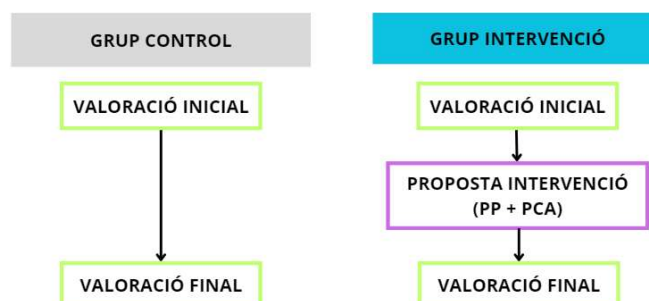


Figura 11. Organització del que realitzada cada grup.

Figura d'elaboració pròpia.

La Part Principal del protocol d'intervenció i les valoracions es realitzaran a un centre/espai que compti amb les condicions necessàries per poder realitzar l'activitat. Ha de ser un espai ampli per poder realitzar exercici i valoracions dinàmiques. El subjectes d'ambdós grups s'hauran de desplaçar al centre per realitzar les seves activitats corresponents. La Part Complementaria Autònoma (PCA) la realitzaran els participants de manera independent.

A l'apartat Proposta d'Intervenció (PUNT 5) estan descrits els exercicis que conformen les dues parts del protocol, agrupats amb els exercicis que es realitzaran cada dues setmanes del treball de dorsiflexió de turmell, de *Foot Core* i el treball complementari.

4.7. Anàlisi estadístic

S'analitzaran les dades de les 4 variables de l'estudi recollides en les valoracions inicials i finals d'aquells subjectes que compleixin els criteris d'inclusió i hagin completat les 6 setmanes d'intervenció. Els responsables de realitzar les valoracions seran els mateixos que realitzaran l'anàlisi estadístic.

Un cop obtinguts els resultats de cada participant, es calcularà la mitjana i la desviació estàndard obtinguda de cada variable pel grup control i pel grup experimental. S'obtidran els valors per cada una de les valoracions: pre-intervenció GC, pre-intervenció GE, post-intervenció GC i post-intervenció GE.

S'analitzaran els resultats obtinguts per cada subjecte i per cada grup de cada variable. Després es compararan les diferències obtingudes entre el grup experimental pre i post, i entre els grups. L'anàlisi estadístic es farà mitjançant el T – Test de Variables Independents per comparar el GC i el GE, i el T – Test de Variables Dependents per comparar la diferència obtinguda entre el pre i el post intervenció del GE. Es consideraran diferències significatives amb $p < 0,05$ i l'interval de confiança del 95%. S'utilitzarà el programa JASP (<https://jasp-stats.org/>).

4.8. Consideracions ètiques

La proposta d'intervenció de tractament del present estudi, així com els documents d'informació al participant (Annex 3) i el consentiment informat (Annex 4), seran enviats per la seva comprovació al Comitè d'Ètica de l'Escola Superior de Ciències de la Salut del TecnoCampus, per vetllar pel compliment dels aspectes ètics de la investigació.

Tots els participants de l'estudi seran informats per la investigadora principal, de forma oral i escrita, mitjançant el document d'informació al participant, disponible amb català i castellà. En cas de que el subjecte accepti participar en el present estudi, es procedirà a la signatura del document del consentiment informat, també disponible en ambdós idiomes.

Durant el desenvolupament del present projecte es respectarà en tot moment els principis ètics de la declaració de Hèlsinki (37) i el Codi Deontològic de la Professió de l'Educació Física i Esportiva, permetent que en qualsevol moment els participants puguin abandonar voluntàriament l'estudi de forma lliure, sense que suposi cap perjudici o canvi en el tractament habitual rebut.

En l'estudi es mantindrà la confidencialitat de les dades personals dels participants, d'acord amb el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril de 2016, de protecció de dades (RGPD); y d'acord amb la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals. Per altra costat, es sol·licitarà als participants el consentiment per poder publicar fotografies relacionades amb l'estudi en les que apareguin i siguin clarament identificables, i únicament utilitzades per la difusió del mateix, d'acord amb la *Llei Orgànica 1/1982*, del 5 de maig, sobre el dret al honor, a la intimitat personal i familiar, i a la pròpia imatge.

5. PROPOSTA D'INTERVENCIÓ






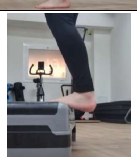



El protocol d'intervenció proposat es divideix en 2 parts: la Part Principal (PP) i la Part Complementària Autònoma (PCA).

La PP consisteix 3 exercicis de dorsiflexió de turmell i 3 de *Foot Core System*. Es realitzen els mateixos exercicis durant dues setmanes seguides i a les següents es progressa la seva dificultat. La PCA consta d'una taula d'exercicis complementària que han de realitzar a casa. Son dos exercicis bàsics de mobilitat de turmell i 3 exercicis d'activació dels MIP, que són els més utilitzats a la literatura.

Totes les imatges dels exercicis que es mostren a les següents taules (Taula 4, 5 i 6) són d'elaboració pròpia.

5.1. Proposta exercicis Part Principal








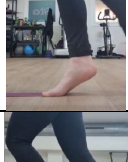
5.1.1. Exercicis per treball de la dorsiflexió de turmell


DORSIFLEXIÓ				
VÍDEO: https://youtu.be/WgkAJWpuc6c				
	Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
SETMANA 1 – 2	Estirament tríceps sural amb plataforma inclinada	Amb plataforma inclinada, col·locar la planta del peu i portar el cos cap endavant. El límit del moviment està abans de que s'aixequi el taló.		3 x 10 x cama
	Split amb goma turmell	Col·locar goma al turmell i aguantant la posició d' <i>split</i> , realitzar desplaçaments anteriors i posteriors amb el cos.		3 x 10 x cama
	Dorsiflexió amb pes	Des de la posició de cavaller, portar la cama endavant. Col·locar un ketelbell sobre el genoll. Mantenir 3" la posició al final del moviment i tornar.		3 x 10 x cama
SETMANA 3 – 4	Gatzoneta	Des de posició de gatxoneta amb (peus a terra, flexió de genoll i de maluc) i amb les cames obertes, moure's d'un costat a l'altre augmentant la dorsiflexió dels turmells.		3 x 8 x cama
	Split amb disc al pit	Des de posició d' <i>split</i> i aguantant un disc a l'alçada del pit, desplaçar el cos cap anterior.		3 x 8 x cama
	Descens talons step	Realitzar un excèntric de tríceps sural col·locant les puntes del peu sobre superfície elevada deixant lliure el taló. Flexionar el genoll per tenir més ROM.		3 x 8 x cama
SETMANA 5 – 6	Lunge sobre plataforma inclinada	Realitzar un <i>forward lunge</i> portant la cama de davant sobre la plataforma inclinada.		3 x 8 x cama
	SL squat	Realitzar un <i>single leg squat</i> amb la cama no recolzada cap endarrere.		3 x 8 x cama
	Baixar step	Baixar <i>step</i> anant a tocar el terra amb la cama no recolzada i tornar a pujar. Evitar que s'aixequi taló del peu que esta a l' <i>step</i> .		3 x 8 x cama

Taula 4. Proposta exercicis de dorsiflexió.

Taula d'elaboració pròpia.

5.1.2. Exercicis pel treball del Foot Core System






FOOT CORE SYSTEM				
VÍDEO: https://youtu.be/gZiugEVBXXk				
	Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
SETMANA 1 – 2	Abd 1r dit + postero lateral	Amb una goma al 1r que provoca adducció, busquem abducció i que es mantingui en contacte amb el terra mentre va a tocar en direcció posterolateral amb l'altra cama.		3 x 8 x cama
	Mantenir equilibri a la Black Board	Equilibri monopodal sobre la <i>Black Board</i> . Evitar que els laterals de la plataforma toquin a terra.		3 x 8" x cama
	Foot Bridge	Col·locar el peu entre dos superfícies elevades (discs). En contacte els metatarsians i el taló. Inclinar el tronc endavant i tornar a posició inicial (pes mort unilateral).		3 x 6 x cama
SETMANA 3 – 4	Bulgarian amb taló aixecat	Des de posició de <i>bulgarian lunge</i> , elevar taló de la cama davantera. Mantenir la posició mentre es passa un pes per sota les cames.		3 x 8 x cama
	Short Foot monopodal amb aquabag	Crear i mantenir l'arc plantar en recolzament monopodal, mentre realitzem rotacions de tronc amb l'aquabag. Afegir estímul de goma sota el 1r meta, per veure si deixar d'estar en contacte.		3 x 6
	Foot bridge amb inestabilitat	Ídem que el <i>foot bridge</i> però utilitzant la <i>Black Board</i> a la superfície anterior (metatarsofalàngiques). Recolzar punta del peu cama contrària a terra.		3 x 6" x cama
SETMANA 5 – 6	Elevació taló amb goma	Elevació unilateral del taló evitant que s'escapi la goma col·locada en tensió sota la metatarsofalàngica.		3 x 8 x cama
	Pujar step + ABD 1r dit	Col·locar només els dits sobre l' <i>step</i> i una goma al 1r dit per activar l'abductor. Pujar i baixar <i>step</i> amb la cama contra lateral, mantenint en contacte els dits i sense que caigui el taló.		3 x 8 x cama

	Propulsió peu calaix + aquabag	Des de bipedestació i l' <i>aquabag</i> recolzat entre el pit i els avantbraços, pujar una cama al calaix i propulsar el cos endavant fins quedar-se sobre les puntes del peu. Evitar la pronació.		3 x 8 x cama
--	---	---	---	--------------

Taula 5. Proposta exercicis de *Foot Core System*.

Taula d'elaboració pròpia.

5.2. Proposta treball complementari

TREBALL COMPLEMENTARI				
VÍDEO: https://youtu.be/0g94syh3QXg				
	Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
DORSIFLEXIÓ	Cavaller servent	Des de posició de cavaller servent, realitzar moviment anterior i posterior sobre el turmell.		2 x 10 x cama
	Lunge exercise + activació contra moviment	En BP anar a tocar amb el genoll de la cama avançada a la paret i després activar 3" de flexió plantar durant 5 vegades abans d'avançar més el genoll i augmentar el rang.		2 x (5 x 3") x cama
FOOT CORE SYSTEM	1st toe extension	Extensió del 1r dit del peu mentre el taló i els altres 4 dits es mantenen en contacte amb el terra.		2 x 10 x cama
		<ul style="list-style-type: none"> - Setmana 1 – 2: Bipodal - Setmana 3 – 4: Monopodal - Setmana 5 – 6: Amb resistència goma a la cara plantar dels 4 últims dits. 		
	2n – 5 toe elevation	Extensió dels 4 últims dits mentre el taló i el 1r dit es mantenen en contacte amb el terra.		2 x 10 x cama
<ul style="list-style-type: none"> - Setmana 1 – 2: Bipodal - Setmana 3 – 4: Monopodal - Setmana 5 – 6: Amb resistència goma a la cara plantar del 1r dit. 				
Short Foot	Aproximar la 1ra art. Metatarsofalàngica i el taló, augmentant l'arc plantar, mantenint en contacte amb el terra tots els dits.		2 x 10 x cama	
	<ul style="list-style-type: none"> - Setmana 1 – 2: Bipodal - Setmana 3 – 4: Monopodal - Setmana 5 – 6: realitzant un squat unilateral. 			

Taula 6. Proposta exercicis de la part complementaria autònoma.

Taula d'elaboració pròpia.

6. CRONOGRAMA

El cronograma de l'estudi és el que es mostra en la figura 14. Es contempla el disseny des l'estudi i l'aplicació del mateix. Es divideix en 3 fases principals: preparatori, de desenvolupament i de redacció i difusió. Es pot veure en quines setmanes de cada mes es realitzaran els diferents apartats que componen el projecte de recerca.

ETAPES PROJECTE ESTUDI		CRONOGRAMA DE L'ESTUDI																																									
		2024																2025																									
		SETEMBRE				OCTUBRE				NOVEMBRE				DESEMBRE				GENER				FEBRER				MARÇ				ABRIL				MAIG				JUNY				JULIOL	
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Període preparatori																																											
Preparació de l'equip		■	■																																								
Revisió literatura científica		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Justificació i objectius de l'estudi																																											
Disseny metodologia i intervenció																																											
Període desenvolupament																																											
Reclutament subjectes																																											
Recollida de dades																																											
Intervenció																																											
Anàlisi estadístic de dades																																											
Discussió dels resultats																																											
Conclusió dels resultat																																											
Període redacció i difusió																																											
Redacció de l'article científic																																											
Revisió de l'article																																											
Publicació i difusió de l'estudi																																											

Figura 12. Cronograma del projecte d'investigació.

Taula d'elaboració pròpia.

7. PRESSUPOST

A la taula següent (Taula 7) es detalla el pressupost de l'estudi, calculat a l'alça. Es té en compte els recursos material tant pels exercicis com la valoració, i també els recursos humans. A l'annex 5 es poden trobar els enllaços del material d'on s'ha extret el preu de cada material.

Els recursos humans són un equip de 5 persones: 3 que realitzen la proposta d'intervenció i 2 que valoren i analitzen les dades. Les hores dedicades a la dur a terme l'estudi es comptaran com a hores extra, a 12€/h. S'estima un treball de 20h/setmana com a màxim i només s'hi arribarà durant les 6 setmanes que durà la intervenció. Tot i així com el pressupost està calculat a màxims, tindrem en compte aquestes hores extra durant els 9 mesos que està actiu el projecte d'estudi, des de la creació fins a la difusió.

Material	Justificació	Unitats	Total
Plataforma Inclinada	Aquest material es necessari per la realització dels exercicis proposats.	1	84,00€
Pack gomes		1 (pack de 3)	23,99€
Ketelbell 8kg		1	24,99€
Disc 5kg		1	11,99€
Step		1	39,99€
Pack minibands		1 (pack de 3)	23,95€
BlackBoard		1	89,00€
Aquabag		1	54,95
Calaix Pliomètric		1	79,99€
Inclinòmetre		Aquest material es necessari per realitzar les valoracions de les variables.	1
Cinta mètrica	1		4,99€
Càmera vídeo	1		89,99€
Ordinador	L'ordinador es necessari per recollir les dades, analitzar-les i redactar l'estudi.	1	549€
TOTAL MATERIAL			1.159,30€
Recursos humans	12€/h x 20h/setm. X 4setm./mes x 9/mesos = 8.640€	5	43.200€
TOTAL			44.359,3€

Taula 7. Pressupost del material necessari.

Taula d'elaboració pròpia.

És possible que es redueixin costos de material degut a que es realitza la part principal de la intervenció en un centre on possiblement ja comptin amb la majoria d'aquest. Per altre costat, l'inclinòmetre es pot substituir per una aplicació de mòbil que comptabilitzi els graus, la càmera de vídeo per un mòbil i l'ordinador és probable que ja sigut adquirit anteriorment.

8. LIMITACIONS I PERSPECTIVES DE FUTUR

Aquest estudi presenta una sèrie de limitacions. Primer de tot, la valoració de la hiperpronació del peu només s'avalua amb un test monopodal bastant estàtic (NDT), que no es reproduïx d'aquesta manera en el joc. A la vegada, no s'utilitzen plataformes de contacte ni electromiografia (EMG) per quantificar de manera més objectiva i específica la biomecànica del moviment així com l'activació de la musculatura intrínseca del peu.

Per altre costat, el fet de que es realitzi una part de la proposta de forma presencial i l'altre de forma autònoma, pot afectar amb la implicació dels participants. Es pot donar el cas de que els participants tinguin dificultat o falta de disponibilitat per assistir 2 dies a la setmana al centre a dur a terme els exercicis plantejats amb el material necessari. Per contra, també es possible que hi hagi participants que no realitzin el treball de forma autònoma, ja que no hi ha ningú supervisant. Això pot afectar al total de la mostra, per tant seria ideal tenir una mostra més gran.

Com a futures línies d'investigació es necessari seguir investigant i coneixent la importància, la funció i la implicació que té el complex peu – turmell en el control d'estabilitat dinàmica en de l'extremitat inferior, específicament en el concepte de *Foot Core System* amb la musculatura intrínseca plantar. D'aquesta manera es podria seguir analitzant i avaluant l'efecte que té el treball del control de la hiperpronació del peu i el de mobilitat de dorsiflexió en la prevenció de la ruptura del LEA, per tal d'incloure-les dins de les guies de referència del tractament de la lesió. També es podrien dissenyar mesures de valoració d'aquests més dinàmiques i aproximades a la pràctica esportiva.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez Jover F, Gómez Conesa A. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS LESIONES DEPORTIVAS EN BALONCESTO. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte [Internet]. 2008;8(32). Disponible en: [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista32/artepidemiobc76.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista32/artepidemiobc76.htm)
2. Taylor JB, Ford KR, Nguyen AD, Terry LN, Hegedus EJ. Prevention of Lower Extremity Injuries in Basketball: A Systematic Review and Meta-Analyses. SPORTS Health. 2015;
3. Borowski LA, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. The Epidemiology of US High School Basketball Injuries, 2005–2007. Am J Sports Med. diciembre de 2008;36(12):2328-35.
4. Gill VS, Tummala SV, Boddu SP, Brinkman JC, McQuivey KS, Chhabra A. Biomechanics and situational patterns associated with anterior cruciate ligament injuries in the National Basketball Association (NBA). Br J Sports Med. noviembre de 2023;57(21):1395-9.
5. Flandry F. Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. 2011;19(2).
6. Ratto GD, Cascales MM, Marín MAFV, Alemán AC. Anatomía y biomecánica de la articulación de la rodilla. 2013;
7. Panesso MC, Trillos MC, Guzmán IT. BIOMECÁNICA CLÍNICA DE LA RODILLA. 2009;
8. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior Cruciate Ligament Injuries: Anatomy, Physiology, Biomechanics, and Management. Clin J Sport Med. 2012;22(4).
9. Álvarez DR, Gómez DG, Pastrana DAP. Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA. 2018;
10. Carabasa García L, Lorca-Gutiérrez R, Vicente-Mampel J, Part-Ferrer R, Fernández-Ehrling N, Ferrer-Torregrosa J. Relationship between Anterior Cruciate Ligament Injury and Subtalar Pronation in Female Basketball Players: Case-Control Study. J Clin Med. 6 de diciembre de 2023;12(24):7539.
11. Van Der Merwe C, Shultz SP, Colborne GR, Fink PW. Foot Muscle Strengthening and Lower Limb Injury Prevention. Res Q Exerc Sport. 3 de julio de 2021;92(3):380-7.
12. Aspetar Sports Medicine Journal - THE ROLE OF FOOT-ANKLE COMPLEX IN REHABILITATION AFTER ACL RECONSTRUCTION [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.aspetar.com/Journal/viewarticle.aspx?id=623>
13. Wahlstedt C, Rasmussen-Barr E. Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. noviembre de 2015;23(11):3202-7.
14. Petway AJ, Jordan MJ, Epsley S, Anloague P, Rimer E. Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Tears in Professional National Basketball Association Players: A Video Analysis. J Appl Biomech. 1 de junio de 2023;39(3):143-50.
15. Prieto-Valle A. Riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: valoración funcional y mecánicas de aterrizaje. 2023;
16. Sous Sánchez et al. Bases biomecánicas del tobillo. 2011;8.

17. Monteagudo M, de Albornoz PM. Anatomía funcional, biomecánica y patomecánica de la estabilidad del tobillo. 2016;
18. Michael JM, Golshani A, Gargac S, Goswami T. Biomechanics of the ankle joint and clinical outcomes of total ankle replacement. *J Mech Behav Biomed Mater.* octubre de 2008;1(4):276-94.
19. Dalmau-Pastor M, Malagelada F, Guelfi M, Vega J. Anatomía del tobillo. *Rev Esp Artrosc Cir Articul [Internet].* marzo de 2020 [citado 7 de enero de 2024];27(1). Disponible en: <https://fondoscience.com/reaca/vol27-fasc1-num67/fs1910045-anatomia-tobillo>
20. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med.* marzo de 2015;49(5):290-290.
21. CSCS,D* DFM. Rude-Rock Strength. 2023 [citado 29 de diciembre de 2023]. *Essential Anatomy for the Foot-Ankle Complex.* Disponible en: <https://www.ruderockstrength.com/post/essential-anatomy-for-the-foot-ankle-complex>
22. Kelly LA, Kuitunen S, Racinais S, Cresswell AG. Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clin Biomech.* enero de 2012;27(1):46-51.
23. Willemse L, Wouters EJM, Pisters MF, Vanwanseele B. Plantar intrinsic foot muscle activation during functional exercises compared to isolated foot exercises in younger adults. *Physiother Theory Pract.* 26 de abril de 2023;1-13.
24. McKeon PO, Fourchet F. Freeing the Foot. *Clin Sports Med.* abril de 2015;34(2):347-61.
25. Franettovich Smith MM, Elliott JM, Al-Najjar A, Weber KA, Hoggarth MA, Vicenzino B, et al. New insights into intrinsic foot muscle morphology and composition using ultra-high-field (7-Tesla) magnetic resonance imaging. *BMC Musculoskelet Disord.* diciembre de 2021;22(1):97.
26. Birch JV, Kelly LA, Cresswell AG, Dixon SJ, Farris DJ. Neuromechanical adaptations of foot function to changes in surface stiffness during hopping. *J Appl Physiol.* 1 de abril de 2021;130(4):1196-204.
27. Hoch JM, Baez SE, Hoch MC. Examination of ankle function in individuals with a history of ACL reconstruction. *Phys Ther Sport.* marzo de 2019;36:55-61.
28. Garcia CA, Soler FC, Salas CV. Importància de la sensibilitat plantar en la regulació del control postural i del moviment: revisió. 12 de septiembre de 2016;
29. Smith RE, Lichtwark GA, Kelly LA. The energetic function of the human foot and its muscles during accelerations and decelerations. *J Exp Biol.* 1 de julio de 2021;224(13):jeb242263.
30. Hall EA, Docherty CL. Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *J Sci Med Sport.* julio de 2017;20(7):618-21.
31. Jam DB. Evaluation and Retraining of the Intrinsic Foot Muscles for Pain Syndromes Related to Abnormal Control of Pronation.
32. Redler LH, Watling JP, Dennis ER, Swart E, Ahmad CS. Reliability of a field-based drop vertical jump screening test for ACL injury risk assessment. *Phys Sportsmed.* 2 de enero de 2016;44(1):46-52.

33. Cooper R, Hughes M. Melbourne_ACL_Rehab_2018_2.1.
34. Adams D, Logerstedt D, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current Concepts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Criterion-Based Rehabilitation Progression. *J Orthop Sports Phys Ther.* julio de 2012;42(7):601-14.
35. Borao O, Planas A, Beltran V, Corbi F. Effects of a 6-week neuromuscular ankle training program on the Star Excursion Balance Test for basketball players. *Apunts Med Esport.* julio de 2015;50(187):95-102.
36. Fraser JJ, Hertel J. Effects of a 4-Week Intrinsic Foot Muscle Exercise Program on Motor Function: A Preliminary Randomized Control Trial. *J Sport Rehabil.* 1 de mayo de 2019;28(4):339-49.
37. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA.* 27 de noviembre de 2013;310(20):2191.

10.ANNEXOS

Annex 1. Càlcul mostra amb G*Power

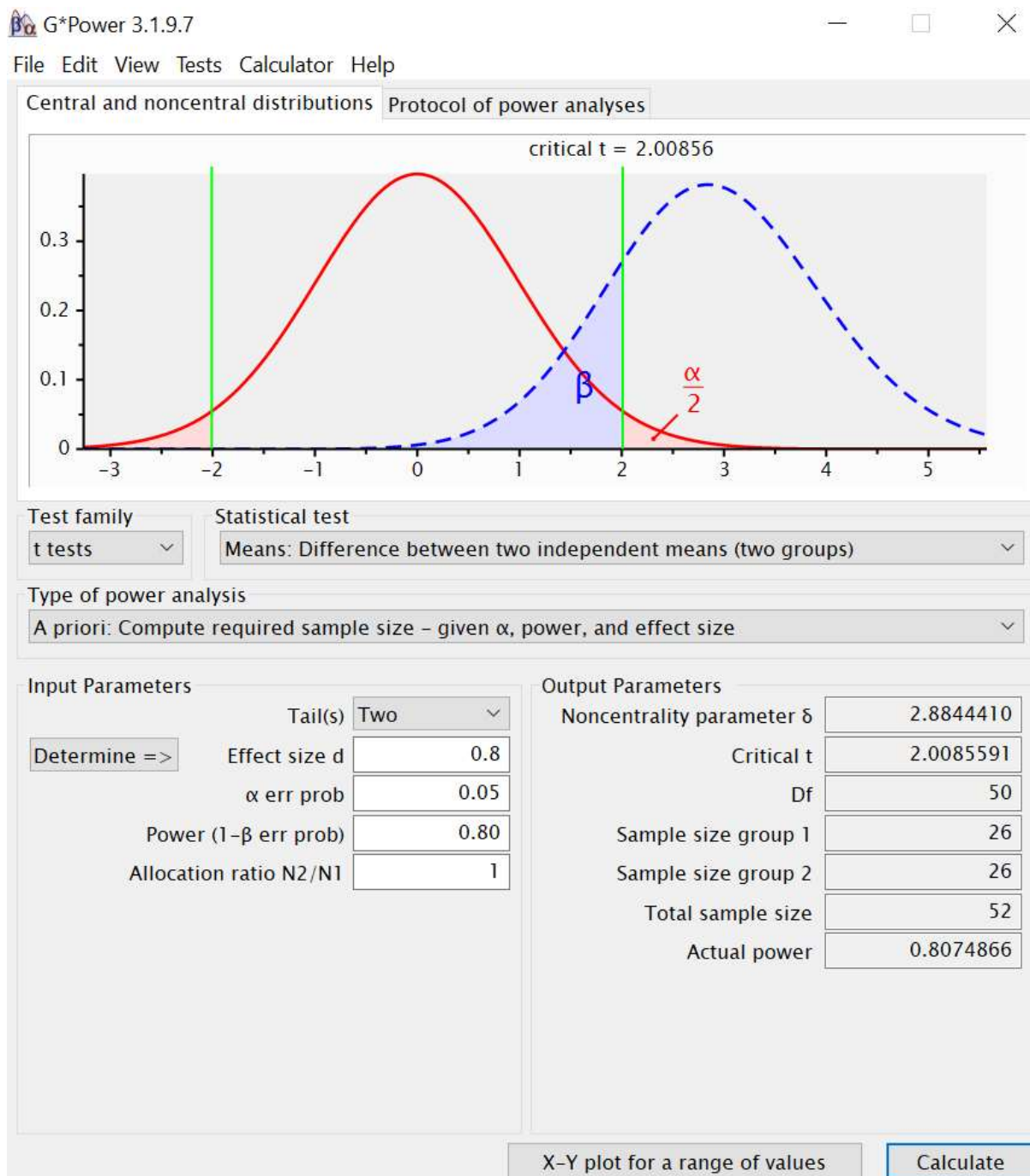


Figura 13. Càlcul de la mostra amb G*Power.

Taula d'elaboració pròpia.

Annex 2. Taula recollida de dades

SUBJECTE 1	VALORACIÓ INICIAL			VALORACIÓ FINAL		
WBLT		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	ANGLE			ANGLE		
	DISTÀNCIA			DISTÀNCIA		
NDT		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	NHN			NHN		
	NHS			NHS		
	DIFERÈNCIA			DIFERÈNCIA		
DVJ		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	ANGLE			ANGLE		
	DISTÀNCIA ENTRE GENOLLS			DISTÀNCIA ENTRE GENOLLS		
HOP TEST		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	INTENT 1			INTENT 1		
	INTENT 2			INTENT 2		
	MITJANA			MITJANA		
	SIMETRIA			SIMETRIA		
TRIPLE HOP TEST		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	INTENT 1			INTENT 1		
	INTENT 2			INTENT 2		
	MITJANA			MITJANA		
	SIMETRIA			SIMETRIA		
TRIPLE CROSS OVER HOP TEST		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	INTENT 1			INTENT 1		
	INTENT 2			INTENT 2		
	MITJANA			MITJANA		
	SIMETRIA			SIMETRIA		

Figura 14. Taula amb la que es recolliran les dades extretes de les valoracions.

Taula d'elaboració pròpia.

Annex 3. Informació pels participants

L'estudiant Núria Junyent i Domènech de la Doble Titulació de Fisioteràpia i CAFE, dirigit pel Roger Font Ribas, està duent a terme el projecte d'investigació *Disseny d'un protocol d'intervenció per la readaptació el Lligament Encreuat Anterior (LEA) en jugadors i jugadores de bàsquet: Implicació del turmell i el Foot Core System dins la readaptació de la lesió del LEA*.

El projecte té la finalitat d'elaborar un protocol d'intervenció per la readaptació del LEA valorant quina implicació té el complex turmell – peu en la millora de l'estabilitat dinàmica. En primer lloc es farà una valoració inicial, després es realitzarà una intervenció d'exercicis enfocats a la mobilitat del turmell i de foot core System, i per últim es realitzarà la valoració final. Es realitzaran 2 dies de forma presencial i 2 dies de treball autònom. En el projecte participen els següents centres d'investigació: Universitat TecnoCampus – Mataró. En el context de la investigació, li demanem la seva col·laboració per seguir avançant en el coneixement de la ruptura del LEA i el funcionament del turmell – peu en el funcionament de l'extremitat inferior, ja que vostè compleix amb els criteris d'inclusió següents: jugador/a de bàsquet federat/da de categoria sènior, sub – 25 o sub – 21, major de 18 anys, amb intervenció quirúrgica del LEA amb més de 5 mesos d'evolució.

Aquesta col·laboració implica participar en 2 recollides de dades i 6 setmanes d'intervenció amb exercicis específics de l'articulació del turmell.

S'assignarà a tots els participants un codi, pel que es impossible identificar al participant amb les respostes donades, garantint totalment la confidencialitat. Les dades que s'obtinguin no s'utilitzaran amb cap altra finalitat que no sigui explícita de la investigació i passaran a formar part d'un fitxer de dades, del que serà el màxim responsable la investigadora principal. Aquestes dades quedaran protegides mitjançant un sistema de protecció de Google Drive, i únicament en tindran accés els avaluadors i els responsables principals.

El fitxer de dades del estudi està sota responsabilitat del investigador principal, que podrà exercir en tot moment els drets que estableix la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals i el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril, de protecció de dades (RGPD).

Tots els participants tenen dret a retirar-se en qualsevol moment d'una part o de la totalitat del estudi, sense expressió d'una causa o motiu i sense conseqüències. També tenen dret a que se li clarifiquen els seus possibles dubtes abans d'acceptar participar i a conèixer els resultats de les seves proves.

Ens posem a la seva disposició per resoldre qualsevol dubte que li pugui sorgir. Pot contactar amb nosaltres a través del formulari de la pàgina web: *[WEB DEL GRUP]*.

Annex 4. Consentiment informat del participant

Jo, _____, major d'edat amb DNI _____, actuant en nom i interès propi,

DECLARO QUE:

He rebut informació sobre el projecte *Disseny d'un protocol d'intervenció per la readaptació el Lligament Encreuat Anterior (LEA) en jugadors i jugadores de bàsquet: Implicació del turmell i el Foot Core System dins la readaptació de la lesió del LEA*, del que se ma fet entrega d'un full informatiu annexa a aquest consentiment i pel qual es sol·licita la meva participació. He entès el seu significat, han sigut aclarits els meus dubtes i han sigut exposades les accions que derivaran del mateix. Se m'ha informat de tots els aspectes relacionats amb la confidencialitat i protecció de dades en quant a la gestió de dades personals que comporta el projecte i les garanties preses en compliment de la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals i el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril, de protecció de dades (RGPD).

La meva col·laboració en el projecte es totalment voluntària i tinc dret a retirar-me del mateix en qualsevol moment, sense que aquesta retirada pugui influir negativament en la meva persona en cap sentit. En cas de retirada, tinc dret a que les meves dades siguin cancel·lades del fitxer de l'estudi.

Per tot això,

DONO EL MEU CONSENTIMENT A:

1. Participar al projecte *Disseny d'un protocol d'intervenció per la readaptació el Lligament Encreuat Anterior (LEA) en jugadors i jugadores de bàsquet: Implicació del turmell i el Foot Core System dins la readaptació de la lesió del LEA*.
2. Que la Núria Junyent Domènech i el seu director Roger Font Ribas puguin gestionat les meves dades personals i difondre la informació que el projecte generi. Es garanteix que es preservarà en tot el moment la meva identitat i intimitat, amb les garanties establertes en la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals i el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril, de protecció de dades (RGPD).
3. Que els investigadors conservin tots els registres efectuats sobre la meva persona en suport electrònic, amb les garanties i els terminis legals previstos, si estiguessin establerts, i a falta de previsió legal, pel temps que fos necessari per complir les funcions del projecte per les que les dades han sigut recollides.

En _____, a _____.

[FIRMA PARTICIPANT]

[FIRMA ESTUDIANT] [FIRMA DEL DIRECTOR]

Annex 5. Enllaços material pressupost

Material	Pàgina web
Plataforma Inclinada	https://www.decathlon.es/es/p/mp/stride/fitness-tabla-inclinada-ajustable-tabla-elastica-madera-negro/ /R-p-f87e134f-1e05-43b7-97e4-50b391db141b?mc=f87e134f-1e05-43b7-97e4-50b391db141b_c1
Pack gomes	https://www.decathlon.es/es/p/mp/dare-2b/gomas-de-resistencia-unisex-dare-2b-3-pack-yoga-bands/ /R-p-cec2e22c-3e15-4b42-8dc9-ce4ddd08ca87?mc=cec2e22c-3e15-4b42-8dc9-ce4ddd08ca87_c255
Ketelbell 8kg	https://www.decathlon.es/es/p/kettlebell-pesa-rusa-8-kg-cross-training-musculacion-corength/ /R-p-152873?mc=8354815
Disc 5kg	https://www.decathlon.es/es/p/disco-musculacion-hierro-fundido-5-kg-28-mm/ /R-p-348960?mc=8816725
Step	https://www.decathlon.es/es/p/mp/indigo-sports/plataforma-step-indigo-3-niveles-80-31-10-15-20-cm-gris-negro/ /R-p-2ef14f40-d217-4f33-bb18-0a75421eba3d?mc=2ef14f40-d217-4f33-bb18-0a75421eba3d_c251.c5
Pack minibands	https://www.decathlon.es/es/p/mp/virtufit/juego-de-minibanda-bandas-de-resistencia-elasticos-de-fitness-5-piezas/ /R-p-d4f4c59e-bc96-4000-a0c4-8ca15fbc1ddb?mc=d4f4c59e-bc96-4000-a0c4-8ca15fbc1ddb_c5
BlackBoard	https://www.amazon.es/BlackBoard-Entrenamiento-Entrenador-Fortalecimiento-Estabilizaci%C3%B3n/dp/B089CQ1RPV
Aquaback	https://www.decathlon.es/es/p/mp/avento/saco-bulgaro-rellenable-de-agua-avento-cross-trainer/ /R-p-493f9a53-a4f8-44e1-a865-61db5b94ddad?mc=493f9a53-a4f8-44e1-a865-61db5b94ddad_c1&LGWCODE=1&utm_source=organic_shopping&utm_medium=organic&srsitid=AfmBOooMA_FVIKt1yrr8Kx-AKTeYLPxBzAG_BM4iYgva-fwmOdsiu_EhoVU
Calaix Pliomètric	https://www.decathlon.es/es/p/box-jump-caion- pliometrico/ /R-p-342932?mc=8767622&c=AMARILLO
Inclinòmetr e	https://rehabmedic.com/shop/baseline-bubble-inclinometer-1275?category=1012#attr=
Cinta mètrica	https://www.decathlon.es/es/p/cinta-metrica-de-2-m-para-petanca/ /R-p-344445?mc=8787552
Càmera vídeo	https://www.mediamarkt.es/es/product/ videocamara-x10973-syntek-114227891.html
Ordinador	https://www.mediamarkt.es/es/product/ portatil-lenovo-ideapad-slim-3-15iah8-156-fullhd-intelr-coretm-i5-12450h-16gb-ram-512gb-ssd-uhd-graphics-windows-11-home-gris-1567024.html

Taula 8. Taula dels enllaços del material necessari.

Taula d'elaboració pròpia.