



Grau

Fisioteràpia

FACULTAT DE CIÈNCIES DE LA SALUT
UMANRESA | UVIC·UCC

**EFFECTIVITAT DE L'ENTRENAMENT
NEUROMUSCULAR EN LA PREVENCIÓ PRIMÀRIA
DE LA LESIÓ DEL LLIGAMENT ENCREUAT ANTERIOR
EN COMPETIDORS D'ESQUÍ ALPÍ ENTRE 12 I 13
ANYS ESTUDI PILOT
PROPOSTA D'INTERVENCIÓ**

Nom alumne: Pol Alastuey Cañaveras

Tutor: Rafel Donat Roca

Treball Final de Grau

Curs: 2020/2021

RESUM

Introducció: L'esquí alpí fa anys que es practica i les lesions que se'n deriven han disminuït, principalment gràcies a les modificacions en els materials i la tècnica a l'hora d'esquiar, però les lesions que es produeixen al genoll, concretament al lligament encreuat anterior (LEA) s'han incrementat. A Espanya és la segona causa de fractura d'aquest lligament. És per això que en aquest estudi es crearà un pla de tractament d'exercici terapèutic, per prevenir aquesta lesió, tractant les variables intrínseques biomecàniques modificables que són un factor de risc per aquesta lesió. **Justificació:** De la cerca d'informació de diferents programes de prevenció de lesions en l'esquí alpí s'evidencia que, no hi ha massa estudis de prevenció primària que tinguin en compte els factors intrínsecs en aquest esport, sobretot en infants menors de catorze anys. **Objectiu:** Determinar l'efectivitat del programa d'entrenament neuromuscular modificant les variables intrínseques biomecàniques per la prevenció primària del LEA en competidors d'esquí U-12, en dos clubs d'esquí alpí catalans. **Mètode:** Es tracta d'un estudi pilot no probabilístic d'una durada de sis mesos i mig, de caràcter multicèntric de forma simultània, en esquiadors federats en l'àmbit de Catalunya a la categoria U-12, masculina, pertanyents a dos clubs d'esquí. Els participants es dividiran en dos grups, el grup control realitzarà la pretemporada i temporada d'esquí com tenia prevista. En canvi el grup experimental, realitzarà el programa de prevenció d'exercici terapèutic per treballar les variables que intervindrem per tal d'intentar reduir el risc de lesions del LEA. **Resultats:** S'espera obtenir uns resultats clínics representatius en el grup experimental, arran de la millora de les tres variables treballades, sobretot en el control lumbo-pèlvic i el desequilibri de forces entre quàdriceps i isquiotibials. Podent assolir una reducció del 70% de la incidència lesional del LEA, al grup d'intervenció respecte al grup control.

Paraules claus: Lligament encreuat anterior, esquí alpí, prevenció, exercici terapèutic i lesió

ABSTRAC

Introduction: Alpine skiing has been practiced for years and the injuries that are derived have decreased, mainly due to material modifications and technique in the time of skiing, but the injuries that occur on the knee, specifically in the anterior cruciate ligament (ACL) have increased. In Spain it is the second cause of this ligament fracture. This is why this study will create a therapeutic exercise treatment plan, to prevent this injury, treating modifiable biomechanical intrinsic variables that are a risk factor for this injury. **Justification:** The search for information from various injury prevention programs in alpine skiing shows that there are not too many primary prevention studies that take account of the intrinsic factors in this sport, especially in children under the age of fourteen. **Objective:** Determines the effectiveness of the neuromuscular training program by modifying biomechanical intrinsic variables by the primary prevention of ACL in U-12 ski competitors, in two Catalan alpine skiing clubs. **Method:** This is a non-probabilistic pilot study lasting six and a half months, of a multicentric nature simultaneously, in Federated skiers in the field of Catalonia in category U-12, male, belonging to two ski clubs. The participants will be divided into two groups, the control group will perform the pre-season and ski season as planned. Instead, the experimental group will run the therapeutic exercise prevention program to work the variables that we will intervene to try to reduce the risk of ACL injuries. **Results:** It is expected to obtain representative clinical results in the experimental group, as a result of the improvement of the three variables worked, especially in the lumbo-Pelvic control and the imbalance of forces between quadriceps and ischiothibiales. They can achieve a 70% reduction of the ACL lesion incidence, to the intervention group with respect to the control group.

Key words: Anterior cruciate ligament, alpine skiing, prevention, therapeutic exercise and injury.

1. INTRODUCCIÓ:

1.1 Marc teòric:

L'esquí alpi fa aproximadament uns seixanta anys que existeix, des dels seus inicis fins al dia d'avui hi ha hagut una gran evolució, tant als materials com a la tècnica.(1)

En l'actualitat la pràctica de l'esquí s'ha anat fent més popular a Espanya, registrant un total de 30 estacions d'esquí alpi i segons dades oficials d'ATUDEM (*Asociación turística de estaciones de esquí y montaña en España*), durant la temporada 2018-2019 va haver-hi més de 5,6 milions d'esquiadors o practicants a Espanya. (2) Mundialment es calcula que hi ha aproximadament uns 200 milions de practicants. (3) Tot i la quantitat de gent que el practica el nombre de lesions en aquest esport ha anat disminuint en les darreres dècades, però en canvi les lesions del genoll s'han vist incrementades i amb escreix les del lligament encreuat anterior (LEA).(4)

Com és sabut, una ruptura d'aquest lligament no sempre precisa d'un tractament quirúrgic posterior (5), però en la majoria de casos, una fractura del LEA arrasa amb l'articulació del genoll i produeix una discapacitat a curt termini i seqüeles al llarg dels anys. (6)

Sigui quin sigui el tractament realitzat, els atletes amb lesions del lligament encreuat anterior tenen fins a 10 vegades més probabilitat de desenvolupar artritis degenerativa de genoll al llarg dels anys. (7) L'única intervenció efectiva davant d'aquestes alteracions produïdes a curt i llarg termini després de patir una lesió en el lligament encreuat anterior, és la prevenció o els programes de prevenció d'aquesta lesió. Treballant en els factors modificables (biomecànics i neuromusculars) relacionats amb els mecanismes lesionats per intentar disminuir el risc de lesions del LEA. (6)

És per aquest motiu que adquireix una gran importància realitzar bons programes de prevenció, raó final d'aquest treball, introduint el lligament encreuat anterior i proposant un pla de prevenció per competidors d'esquí alpi, entre 12 i 13 anys (categoria U-12). Basat en altres plans de prevenció evidenciats científicament.

1.2 Epidemiologia i dades d'interès:

Anualment arreu del món, es duen a terme aproximadament 4 milions d'artroscopies de genoll, per fractures del lligament encreuat anterior. (8,9)

Només als Estats Units, s'estima que aproximadament cada any 1 de cada 3.000 persones la pateixen, el que suposa la realització a l'any d'unes 200.000 intervencions quirúrgiques per reconstruir el LEA. (10,11)

La lesió d'aquest lligament als Estats Units representa el 50% de les lesions lligamentoses del genoll, la que més es produeix en aquesta articulació. Produint-se el 75% d'aquestes quan s'executen activitats esportives i amb major proporció en el sexe femení. (5,12)

Des de de l'any 1980 s'estimen més d'1,5 milions de reconstruccions del LEA als EEUU, amb un cost que volta anualment els tres mil milions de dòlars. A més de totes les conseqüències que aquesta lesió comporta físicament, emocionalment i econòmicament tant pels pacients, familiars i sanitat. (6,13-15) Oscil·lant entre els 17.000 i els 25.000 \$ el cost econòmic per tan sols un pacient, entre la cirurgia i la rehabilitació. (15,16)

La taxa de lesions més elevada del LEA es concentra en esportistes, amb major grau en esportistes femenines, (17,18) essent les atletes adolescents que practiquen esports de gir i tall (bàsquet i gimnàstica rítmica), la població amb més risc de patir aquesta lesió. (6,19-21) La franja d'edat amb major risc en el sexe

femení es situa a la franja dels 15 i 19 anys amb la taxa més elevada de lesions. (18,22)

A escala Europea, més concretament a Noruega, es realitzà un registre per tenir controlades les intervencions quirúrgiques del LEA, van participar tots els hospitals des de 2006 a 2009 i es van obtenir les següents dades: Major incidència de lesions/reconstruccions en noies d'entre 10 a 19 anys comparant-ho amb nois de la mateixa edat, 76 noies per cada 100.000 i 47 nois per cada 100.000, al registre de reconstruccions primàries del LEA anualment. Produint-se més intervencions en ambdós sexes a la franja d'edat de major risc dels 16 a 39 anys (85 intervencions quirúrgiques per cada 100.000 habitants) comparat amb la franja d'edat de 12 a 13 anys (3,5 intervencions per cada 100.000 habitants). (7,23)

En l'àmbit espanyol, l'any 2001 es van realitzar aproximadament 17.000 intervencions quirúrgiques per la fractura del LEA, sent l'esquí la segona causa més freqüent de fractura d'aquest lligament. (24,25)

La manera de tenir un registre del número de les lesions en l'esquí, és mitjançant la fórmula "*Injuries Per Thousand Skier Days*" (IPTSD) o lesions per cada mil esquiadors al dia. (3,4) A les darreres dècades els nivells de lesions han disminuït fins a arribar assolir de 2 a 3 lesions per cada mil esquiadors. (3,26,27) Aquesta disminució de lesions és causada per les variacions produïdes en els esquís, botes i fixacions, reduint el nombre total de lesions però triplicant el nombre de lesions del lligament encreuat anterior. (3)

Segons dades oficials de SOMACOT (*Sociedad Matritense de Cirugía Ortopédica y Traumatología*) actualment a Espanya es produeixen 3,2 lesions diàries per cada 1000 esquiadors. (28,29) Gran part en l'extremitat inferior, del 40-60% total, la gran majoria es produeixen al genoll i entre totes aquestes, la que més es produeix és la del LEA. Amb menys mesura lesions de mans, extremitats superiors, coll i cap. (1,29)

1.3 Mecanismes lesionals a l'esquí alpi:

Segons Koehle et al. (2002) en referència als mecanismes lesionals associats a l'esquí alpi, en destaca tres, en els quals pot haver-hi una fractura del LEA, en més o menys mesura. (3)

1. Peu fantasma o "phantom foot": Mecanisme lesional més freqüent en esquiadors, es produeix quan l'esquiador perd el contacte amb un esquí i porta el seu cos cap endarrere, situant-lo entre els dos esquís. Flexionant els genolls i els malucs quedant aquests per sota de l'altura dels genolls. La cama que està a l'aire fa una extensió de genoll, la lesió es produeix quan l'esquí que està en contacte amb la neu s'enfonsa de forma sobtada per la part interior. Provocant una rotació interna forçada de la tibia junt amb una híper flexió de genoll (creant un valg de genoll). (3,27) El que comporta la major part de vegades una ruptura del LEA. Aquest mecanisme lesional es produeix sobretot en eslàloms i *grandslam* (GS) o eslàlom gegant. (30)
2. Calaix anterior provocat per la bota o "boot-induced anterior drawer": Es produeix quan l'esquiador porta el cos cap al final dels esquís, se sol donar en aterrar d'un salt caient a la cua dels esquís amb les cames flexionades. La part de darrere dels esquís contacta primer amb la neu, provocant un petit desplaçament de la tibia cap anterior, simulant la maniobra de "calaix anterior", a causa de la rigidesa de les botes. (3,4,27,30) Seguit d'un moviment instintiu d'extensió dels genolls o forta contracció de quàdriceps per aixecar-se, (4,30) produint un fractura del LEA. S'associa aquest mecanisme a proves d'alta velocitat (descens o eslàlom gegant). (30)

3. Seqüència de rotació valg-extern o "The valgus-external rotation sequence": També conegut com a cunya dinàmica, es produeix quan l'esquiador porta el seu cos massa endavant i perd el control de l'esquí intern, alhora això provoca que l'esquí de fora es desplaci cap a l'exterior intentant salvar aquest desequilibri. Quan aquest torna a contactar amb la superfície amb la part interna de l'esquí, provoca una rotació interna de la tibia, implicant majoritàriament el lligament col·lateral medial (LCM) i el LEA en el 20% dels casos. (3,27,30) Aquest mecanisme es produeix sobretot en disciplines de velocitat en les diagonals del descens o en les zones planes. (30)

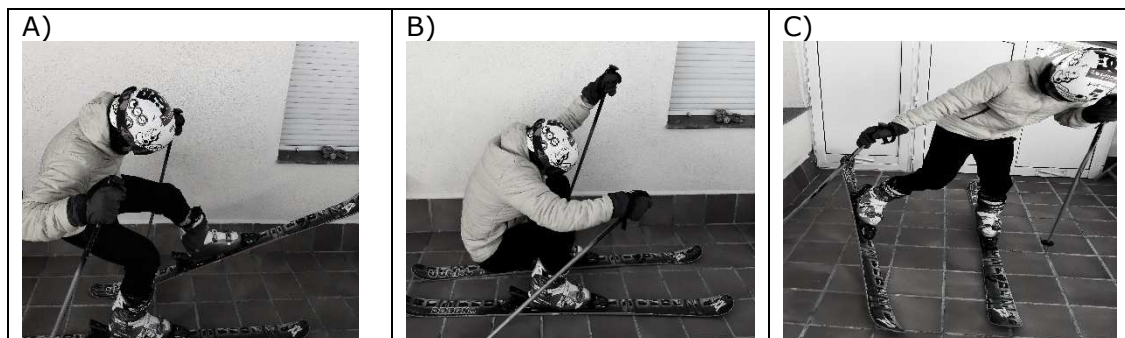


Figura 1: Mecanismes lesionals a l'esquí alpí. D'esquerra a dreta: A) Peu fantasma. B) Calaix anterior provocat per la bota. C) Seqüència de rotació valg-extern. Elaboració pròpia.

1.4 Factors de risc, de confusió i protectors:

Factors de risc:

Les lesions del LEA en esportistes solen dependre de diferents factors. Per això és de gran importància conèixer els mecanismes lesionals junt amb els factors de risc, ajudarà a crear millors plans de prevenció i actuar en aquelles variables que siguin modificables. (7) Aquestes són les biomecàniques i neuromusculars.

Variables biomecàniques/neuromusculars:

En els moviments esportius on està implicat el LEA, la seva càrrega mecànica depèn en gran part de la coordinació i la força muscular. Un control deficitari a nivell neuromuscular del tronc o d'estabilitat lumbo-pèlvica (core), el desequilibri de forces entre quàdriceps i isquiotibials i el dèficit muscular dels abductors de maluc al moment d'aterrar, són considerats factors de risc per desencadenar una lesió del LEA. (7,31) En aquestes tres variants serà en les que basaré el meu estudi per la prevenció primària del LEA.

Sexe i edat:

En referència a l'edat, el risc de patir lesions del lligament encreuat anterior comença a augmentar a partir dels 12 anys en noies i dels 14 anys en nois. (23,32) Aquesta diferència d'edat és causada pel creixement accelerat, que en el cas de les noies, es produeix entre els 12 a 14 anys, i en el dels nois entre els 14 i 16 anys, provocant una variació en la taxa de lesions entre ambdós sexes. (18)

Pel que fa al gènere, la predominança i la incidència de lesions del LEA és major en dones. (6,7) Les noies tenen una incidència més elevada de patir lesions al LEA després d'un creixement accelerat durant la pubertat, on es produeixen grans canvis físics i tenen un menor control del seu propi cos, comparat amb els nois, explicant aquestes diferències en les taxes d'incidències de la lesió del LEA, durant aquest període. (7)

Lesió prèvia:

Segons Hewett et al. (2014) haver patit una lesió prèvia de LEA amb una reconstrucció quirúrgica posterior, incrementa el risc a tenir una nova lesió d'aquest lligament, la incidència és major en les noies. Produint-se dues vegades més lesions al genoll contralateral d'aquesta lesió, comparant-ho amb la producció de noves lesions. (7)

Mesures antropomètriques:

Tenir un pes o un IMC elevats s'associa a un major risc de patir lesions del LEA. (7,10) Segons dades oficials de l'OMS de l'any 2007, es considera sobrepès un IMC major de 25,1 en nens de 12 anys i en nens de 13 anys quan aquest és major de 26,3. (33)

Factors anatòmics:

Es considera un risc tenir un angle Q menor a 8° i major a 17°. Aquests valors solen ser majors en les dones, associats a què normalment tenen un fèmur més curt i un maluc més ample. En tenir un angle Q major es produeix més tensió als lligaments medials del genoll. (7,34,35)

Nivell de l'esquiador:

És un factor important en l'esquí i a tenir present en la incidència de lesions. De fet, s'ha arribat a un consens, els esquiadors sense experiència o inexperts tenen un risc més elevat de patir lesions i en pateixen més, que els esquiadors experts. Però aquestes lesions són menys greus, ja que, els esquiadors experts adquireixen major velocitat i més conductes de risc. (1,4,36)

Factors de confusió:

Són aquells que també poden alterar els resultats finals de l'estudi i augmentar el risc de poder patir una lesió del LEA, és per això que els hem de tenir en compte. Aquests es poden dividir en intrínsecs i extrínsecs.

Dins dels intrínsecs, el fet de tenir una sobre-pronació de l'articulació subtalar provoca una anteriorització de la tibia respecte al fèmur, augmentant la tensió en el LEA.(7)La hiperlaxitud articular i la hiperextensió de genoll són considerades factors predisponents a patir una lesió del LEA, tenir una laxitud generalitzada afecta no només als moviments sagitals (hiperextensió), sinó també té repercussió en el valg de genoll provocant més tensió en el LEA, creant més risc de patir aquesta lesió. (7) L'ample de l'escotadura intercondília, el fet de tenir una escotadura més estreta sol provocar un LEA més petit i dèbil. Alguns estudis conclouen que en tenir una escotadura més estreta pot augmentar el risc de patir més lesions d'aquest lligament, en canvi d'altres diuen que no és rellevant. (7,35) Més endavant, en els criteris d'inclusió i exclusió, es detallaran els paràmetres de cada factor.

Pel que fa als extrínsecs, la falta d'un bon escalfament o una bona preparació física poden ser causes principals d'aquestes lesions. (37) El sobreentrenament o la fatiga augmenta el risc de lesions del LEA per la falta d'equilibri o el retard en l'activació d'isquiotibials i quàdriceps. (1,4,7,35) El fet de practicar esquí amb una conducta perillosa, es considera una conducta de risc i un factor modificable que pot augmentar o disminuir la taxa de lesions. (4) El manteniment de l'equip o material (botes, fixacions i esquís), sobretot el de les fixacions, ja que, s'associen moltes lesions de genoll amb la no alliberació d'aquestes. (3,4,36,38) El clima, les condicions en com es trobi la pista (mal manteniment, neu humida, gel i superpoblació), poden ser causes de risc de lesions i col·lisions. (36,39) A més de tenir en compte els hàbits i l'estil de vida.

Factors protectors:

La realització d'un bon treball neuromuscular protegeix als esportistes de possibles lesions del LEA i disminueix la incidència d'aquesta lesió, incrementant l'estabilització en aquesta articulació. Mitjançant el treball d'exercicis pliòmètrics, força i un treball específic de la tècnica. (6,7,31) A més, l'increment de la força muscular protegeix més a l'articulació quan hi ha caigudes, igualment, la millora de la flexibilitat redueix la incidència de lesions. (3) Per tant, tenir una bona condició física, en treballar totes les qualitats físiques i una bona planificació dels entrenaments, ajudarà a prevenir les lesions del LEA. Sumat a un bon estil de vida (bona alimentació, dormir bé i descansar), seran elements positius davant la prevenció de lesions.

1.5 Eines de mesura:

Per tenir un control i un seguiment de les variables biomecàniques o variables dependents d'aquest estudi (anomenades anteriorment), s'utilitzaran les següents eines de mesura.

- Planxa en decúbit pro isomètrica o "prone bridge maneuver": Per tenir un control de la millora en l'àmbit neuromuscular del tronc o de l'estabilitat lumbo-pèlvica, s'utilitzarà la planxa en decúbit pro, que afavoreix el reclutament de fibres musculars de la musculatura central i és una prova fiable per avaluar el rendiment abdominal estàtic. (40,41) Valorant fonamentalment la resistència muscular anterior i posterior del core. (42) Sol·licitant una coactivació global de gran part de la musculatura del core, qüestió fonamental per valorar l'estabilitat central en el seu conjunt. (43)

Abans de la realització del test realitzaran una planxa de simulació, de màxim 15-20 segons, per ensenyar-los la col·locació, alineació postural i així es familiaritzin amb el test. Passat 2 minuts realitzaran la prova.

Aquest test consisteix a mantenir el pes corporal del subjecte exclusivament sobre els avantbraços/colzes i els dits dels peus en la posició de decúbit pro, mantenint en tot moment una alineació lumbo-pèlvica neutra. Els braços han d'estar perpendiculars al terra i formant un angle de 90° amb els avantbraços. Els colzes i avantbraços separats a l'amplada de les espatlles. (44) En la realització del test es tracta de sostenir la posició el màxim de temps possible, la finalització de la prova es produeix quan el subjecte perd el posicionament neutre de la pelvis i aquesta cau cap a terra, adquirint una hiperlordosi lumbar per la rotació anterior de la pelvis. (42)

La visualització d'aquesta pèrdua de la posició neutra de la pelvis provocant la hiperlordosi lumbar, requereix molta atenció per part de l'avaluador, per determinar visualment i prendre la decisió de finalitzar el test, perquè no se sap en quin punt exacte el participant ja no pot seguir mantenint la posició corporal correcta. Per tal de facilitar aquesta difícil decisió, s'utilitzarà una plomada que penjarà suspesa de la columna lumbar a poca distància del terra (1cm) un cop així començat el test. D'aquesta manera quan la plomada contacti amb el terra es podrà donar per conclòs el test, d'una manera més objectiva i anotar el temps final aconseguit per part del participant. (44)

- Màquina isocinètica Byodex: Per tenir un control de la millora del desequilibri de forces entre quàdriceps i isquiotibials, s'utilitzarà un dinamòmetre isocinètic: és una eina que serveix per avaluar el moment de força generat en articulacions concretes, contrastada i fiable. (45) Segons Moreno-Pérez et al. (2013) Aquest aparell pot ser molt útil per prevenir lesions, donat que, les lesions en la musculatura isquiosural han estat relacionades amb el desequilibri entre la força dels flexors i extensors de genoll. (46)

S'avaluarà a cada participant dels dos grups d'estudi, per obtenir el torque dels flexors-extensors del genoll (de forma bilateral), realitzant una flexió-extensió de genoll. Mitjançant el dinamòmetre isocinètic *BYODEX System 4*. Prèviament a la realització del test, realitzaran 5 repeticions submàximes, per familiaritzar-se amb la màquina.

Passat dos minuts es realitzarà la valoració amb els següents paràmetres: participant assegut amb el maluc, genoll i turmell a 90°, subjectat per cintes estabilitzadores (situades al tòrax, maluc i a la cuixa) evitant que cada participant pugui utilitzar una tècnica d'execució diferent i d'aquesta manera estandarditzar el test. L'eix de rotació del braç del dinamòmetre es col·loca lateral a l'epicòndil femoral. El punt d'aplicació de la força (zona encoixinada per empènyer i traccionar) fixat al terç distal de la cama, just per sobre del mal·lèol tibial. Realitzant una contracció concèntrica-concèntrica, rang de moviment de 0 a 90°, velocitat angular de 90°/seg. realitzant 3 sèries de 3 repeticions, deixant un minut de descans entres sèries, i 4 minuts de descans per avaluar l'altra extremitat inferior. D'aquesta manera determinar el torque màxim en les dues extremitats inferiors. Totes les dades obtingudes seran mostrades en el planell de control de la màquina. (45,46)

- Dinamòmetre portàtil ancorat: Per tenir un control en el dèficit muscular dels abductors de maluc, s'utilitzarà un dinamòmetre portàtil ancorat. Diferents estudis demostren que per mesura la força abductora de maluc, és més fiable utilitzar un dinamòmetre portàtil ancorat, millorant la fiabilitat d'aquest davant d'un dinamòmetre de mà, en els músculs de la cintura al'hora de fer abducció i flexió de maluc. (47,48)

Per realitzar aquesta prova s'utilitzarà el dinamòmetre electromecànic funcional Haefni Health (HHe) amb el fi de trobar el pic de força (PF) màxim dels abductors de maluc. Realitzant el test en la posició de decúbit lateral (realitzant-lo en les dues extremitats, però no alhora), donat que, s'ha demostrat que és la posició que presenta uns valors més alts de força i la que triga menys temps en arribar al pic de força (PF). Comparant-la amb les posicions de decúbit supí i realitzant el test estant dempeus.

La col·locació del participant serà la següent: Aquest estarà col·locat sobre una camilla en decúbit lateral sobre un dels dos costats. Les mans les tindran intercalades i estaran arrepnjades a la camilla just a l'altura dels pectorals, l'extremitat inferior que toca la camilla estarà flexionada en 90° per tenir major estabilitat i estar més còmoda, entre les dues extremitats inferiors se situarà una cunya d'espuma per mantenir l'alineació de l'extremitat a avaluar, en 0° posició neutra. Es col·loca una cinta estabilitzadora a l'altura de les crestes ilíaqües per tal d'ancorar al màxim la pelvis del participant i la camilla. La resistència del dinamòmetre es col·loca a l'extrem distal de l'extremitat a avaluar, 1 cm per sobre del mal·lèol extern.

Prèviament a la realització de la prova se'ls indica als participants que per realitzar el test han de fer la màxima contracció (o força) sostinguda possible i el moviment previ el més ràpid que pugin. Cada participant realitzarà tres repeticions de simulació, perquè es familiaritzin, abans de fer l'avaluació. Passat 2 minuts començaran la realització del test.

L'avaluació serà d'aquesta manera: Realitzaran 3 repeticions isomètriques màximes, sostenint-les 6 segons cadascuna. Amb un temps de descans entre cada contracció de 30 segons. I amb un temps de 4 minuts de descans fins a començar l'avaluació de l'altra extremitat.

Totes les dades obtingudes seran guardades en el dispositiu HHe i després seran extretes en format Excel, per ser processades i obtenir el pic de força (PF) en Newton per cada un dels participants. (49)

1.6 Programes de prevenció:

Amb l'objectiu de realitzar aquest estudi pilot i la creació d'un programa de prevenció en esquiadors d'esquí alpí de la categoria U-12, es descriuran una sèrie de programes de prevenció de lesions en les extremitats inferiors, la majoria centrats en el LEA, que consten d'eficàcia demostrada i serviran de referència per aquest treball.

Els programes de prevenció se centren en la millora o variació dels factors modificables, com ara els biomecànics i neuromusculars, amb la finalitat d'intentar controlar els factors de risc: un increment de valg de genoll, la rotació interna de maluc i la limitació de flexió de maluc, que predisposen a un major risc de ruptura del LEA. Aquests factors es poden combatre amb els programes de prevenció d'entrenament neuromuscular (PNMT), basats en el treball de la tècnica esportiva i un suport muscular. (34,50) Tot seguit ofereixo alguns que em serviran de referència.

FIFA 11+ KIDS

Aquest programa el van crear diferents experts internacionals amb col·laboració de la FIFA, *Medical Center* i tenint en compte programes com el "FIFA 11+" i altres dissenyats per prevenir lesions. Va sorgir arran d'un estudi epidemiològic de lesions i característiques del futbol infantil. (51)

El programa està encarat a futbolistes d'entre 7 i 13 anys per prevenir lesions de futbol. Presenta un total de 7 exercicis on es treballa l'estabilitat unilateral de les extremitats inferiors: saltar, saltar/aterrar, exercicis de força / estabilitat del cos i tronc. Realitzant-los en un període de temps de 15 a 20 minuts. Cada exercici consta de cinc nivells de progressió, tenint en compte l'edat, habilitats motores i maduresa. (51,52)

La informació aportada als nens ha de ser molt clara i curta, assegurant-se que els nens en tot moment tenen una postura i control del cos correcte. A l'inici del programa es reduiran el nombre de repeticions i distàncies dels exercicis, quan aquest exercici s'hagi realitzat correctament, s'augmentarà el nivell de repeticions i duració fins a arribar al nivell marcat. (52)

Es recomana realitzar el programa abans de cada sessió d'entrenament o partit, per reemplaçar als escalfaments anteriors. Els beneficis o millores, dependran molt de la quantitat d'entrenaments i de cops que es realitzi el programa, però a partir de les 10 o 12 setmanes, es comencen a apreciar. (52)

Contraindicacions: Realitzar-lo en esportistes menors de 7 anys i majors de 14 anys.

Programa preventiu i millora del rendiment (PEP)

El PEP (*Prevent Injury and Enhance Performance*) va ser creat per la Fundació d'Investigació de Medicina Ortopèdica i Esport de Santa Mònica, amb la voluntat de crear un programa d'escalfament encarat a jugadores joves de futbol, d'entre 14 i 18 anys. L'objectiu és combatre de forma activa dèficits que puguin implicar un increment de lesions en el genoll, en particular en el LEA. S'ha de seguir l'ordre dels 19 exercicis, separats en cinc estacions, tot fent un treball de carrera, flexibilitat, força, pliometria i agilitat. Amb una duració total de 15 a 20 minuts, fent-ho dos o tres cops per setmana, substituint els escalfaments previs de la pràctica esportiva per aquest programa. Realitzant-ho al llarg d'una temporada hi ha una reducció significativa de la incidència lesional del LEA. (51,53,54)

En l'estudi realitzat per Romero-Moraleda et al. (2017), és mostra una reducció del 70% de la incidència lesional del LEA en el grup d'intervenció respecte al grup

control, després d'aplicar el PEP durant dotze setmanes d'entrenament en una població de 1435 dones jugadores de futbol. (55)

Una de les limitacions del PEP, seria la utilització d'estiraments estàtics (en les extremitats inferiors), convertint-se en un possible impediment pel posterior rendiment esportiu de l'esportista. (50)

Contraindicacions: No es pot realitzar en menors de 12 anys, s'hauria de realitzar un PEP modificat.

Harmoknee:

És un programa d'escalfament que té per objectiu reduir la incidència de lesions en l'articulació del genoll en jugadores joves que practiquen futbol. Basat en la millora dels principals factors de risc modificables per prevenir lesions del genoll, més concretament en aquells que produeixen fractures del LEA (control del genoll en accions de salts/aterrar, la força excèntrica, rang de moviment articular, l'estabilitat dinàmica global de l'extremitat inferior entre d'altres). (56)

El programa contempla diferents components, consta de 5 blocs d'exercicis basats en l'evidència científica i la llarga experiència d'entrenadors i professionals del futbol. La realització del programa és d'uns 20 a 25 minuts i no cal material addicional. Aquest s'ha de realitzar al llarg de tota la temporada de futbol (pretemporada i temporada). Aquestes característiques l'han fet molt popular, a part dels bons resultats reflectits en la incidència de lesions en el genoll en jugadores de 13 a 19 anys. (57-59)

Un factor positiu destacable d'aquest programa és la realització d'estiraments dinàmics evidenciats científicament, sabent els beneficis en el rendiment motor, comparant-ho amb els estiraments estàtics. (56) Per altra banda té certes limitacions, però la més destacada seria la gran franja d'edat que engloba sense tenir nivells de progressió, fet que provocarà que les participants realitzin els mateixos exercicis sense tenir en compte el volum i la intensitat dels exercicis, ni la maduració i el rendiment físic de cada participant. A més de no tenir prou evidència en altres poblacions. (50)

Knäkontroll

El Knäkontroll (Knäkontroll, SISU Idrottsböcker©, Sweden, 2005), va ser desenvolupat per un grup d'experts i fisioterapeutes que pertanyien a l'organització mèdica de l'Associació Sueca de Futbol, amb la col·laboració de la federació d'handbol, futbol i bàsquet del mateix país. (60,61)

Van crear un programa d'escalfament dissenyat per disminuir lesions agudes de genoll en joves esportistes, de 12 a 17 anys. Combinant un total de 6 exercicis amb progressions, centrats en la bona alineació dels genolls i la força: esquat unipodal, planxa frontal, gambades, i tècnica de salt i caiguda. Previ a la realització d'aquests exercicis, es recomana realitzar 5 minuts de carrera contínua a baixa intensitat. El que suposaria una durada total d'uns 20 minuts. (60,61)

En l'estudi realitzat per Hägglund et al. (2013) trobant una reducció en les lesions de genoll, en el grup d'alt compliment, obtenint una disminució del 88% en la taxa de lesions del LEA, observant una reducció del 72% en lesions greus i del 90% en lesions agudes de genoll. Aquest estudi va ser realitzat en 184 equips de futbol, durant una temporada, en noies de 12 a 17 anys. (61)

Pel que fa a limitacions del Knäkontroll, uns dels principals inconvenients seria la falta d'exercicis per treballar la flexibilitat, sumat a la poca extrapolació del programa en altres franges d'edat o poblacions. (50)

1.7 Descripció de la intervenció:

L'estudi tindrà una durada de sis mesos i mig, es realitzarà en nois de dos clubs d'esquí en la categoria U-12 (12 i 13 anys), en el club d'esquí Solsona i el club d'esquí Port del Comte. Aquests dos clubs entrenant a l'estació d'esquí alpí Port del Comte (comarca del Solsonès). Els participants estaran dividits en dos grups, el grup experimental i el control, cada grup serà el pertanyent a un dels dos clubs d'esquí.

El grup experimental portarà a terme el programa d'entrenament preventiu durant al llarg de la pretemporada i temporada d'esquí, consistirà en un treball específic per millorar les variables modificables (biomecàniques i neuromusculars) citades anteriorment. Amb moviments propioceptius, treball d'equilibri, entrenament de la força i un control proximal treballant a nivell neuromuscular millorant el gest esportiu o la tècnica, el que reportarà un millor rendiment esportiu i prevenció de les lesions del LEA.

Pel que fa al grup control, realitzarà la pretemporada i temporada d'esquí com la tenien planificada.

1.8 Justificació:

La recerca sobre programes per la prevenció de lesions en l'esport de l'esquí alpí evidencia que, a diferència d'altres esports com ara el futbol, el bàsquet o l'hoquei on hi ha gran nombre d'estudis de prevenció primària, no es disposa de massa informació ni estudis sobre variables intrínseques biomecàniques modificables en la prevenció primària de LEA. Això resulta més evident si centrem la nostra atenció en els practicants federats menors de 14 anys, franja prèvia a tenir un elevat risc de lesions, en nois.

S'han realitzat estudis per intentar modificar la conducta dels esquiadors amb la visualització de vídeos previs a la pràctica per canviar la seva conducta a l'hora d'esquiar o mostrant la importància d'ajustar bé el material abans de practicar-lo, però sense modificar els factors neuromusculars o biomecànics, fet que com han demostrat altres programes de prevenció ajuden a reduir el risc de patir lesions en el LEA. A part, la majoria d'estudis estant encarats a la rehabilitació post lesió o després de realitzar la intervenció quirúrgica i en edats més avançades.

Per aquests motius la meua proposta és dur a terme aquest treball amb l'objectiu de crear un pla de prevenció de lesions del LEA en esquiadors federats en la categoria U-12 (12 i 13 anys), basat en un treball neuromuscular específic per prevenir lesions d'aquest lligament. Treballant en la vessant de fisioteràpia de l'exercici terapèutic, mitjançant un treball de força en extremitats inferiors, l'estabilitat i el control del core, arran d'altres programes de prevenció explicats anteriorment. El programa preventiu quedaria completat amb aconsellar sobre hàbits de vida saludable i recomanacions per tenir cura i mantenir el material d'esquí.

2 OBJECTIUS:

2.1 Objectiu general (variable independent):

- Determinar l'efectivitat del programa d'entrenament neuromuscular sobre els factors biomecànics intrínsecs modificables per la prevenció primària del LEA en competidors d'esquí U-12 en dos clubs d'esquí alpí catalans.

2.2 Objectius específics (variables dependents):

- Analitzar l'efectivitat de l'entrenament neuromuscular en relació amb el control de la musculatura lumbo-pèlvica per la prevenció primària de la lesió del LEA en competidors d'esquí U-12 en dos clubs d'esquí alpí catalans.

- Analitzar l'efectivitat de l'entrenament neuromuscular en relació amb la quantitat de força abductora de maluc per la prevenció primària de la lesió del LEA en competidors d'esquí U-12 en dos clubs d'esquí alpí catalans.
- Analitzar l'efectivitat de l'entrenament neuromuscular en relació amb l'equilibri muscular entre quàdriceps i isquiotibials per la prevenció primària de la lesió del LEA en competidors d'esquí U-12 en dos clubs d'esquí alpí catalans.

2.3 Hipòtesi:

- La realització del treball neuromuscular específic sobre les variables intrínseques biomecàniques modificables reduirà el risc de lesions del LEA en el grup experimental.

3. DISSENY I MÈTODES:

3.1 Marc mostral i càlcul mostral:

Aquest estudi pilot intentarà reclutar el màxim d'esquiadors possibles mitjançant dos equips d'esquí alpí, el club d'esquí alpí Solsona i el club d'esquí alpí Port del Comte. La població d'estudi seran els nens federats i competidors de la categoria U-12 (12-13 anys), d'aquests dos clubs. Es realitzarà d'aquesta manera, per tal d'obtenir el màxim d'esquiadors i que l'estudi tingui més evidència i viabilitat possible. Ja que, no s'han trobat referències d'estudis similars d'esquí en aquestes edats, no es podrà realitzar un càlcul mostral.

La mostra total obtinguda d'esquiadors entre els dos equips, és de 27 participants, sense comptar els exclosos. Un número que es queda per sota perquè aquest estudi significatiu, però aquesta és una altra causa de la realització del treball. Perquè la majoria d'estudis tractant en mostres majors, en edats més avançades i posteriors a la lesió del LEA.

A partir de les dades obtingudes de la federació catalana d'esports d'hivern (FCEH) de l'any 2018-2019 (62), on hi havia un total de 10.270 federats, entre tots els esports d'hivern. I un total de 236 esquiadors en la categoria de U-12 (12 i 13 anys), suposaria estar abastint en aquest estudi a l'11,44% de tots els participants federats d'aquesta categoria, a Catalunya.

3.2 Criteris d'inclusió i exclusió:

El fet de tenir una mostra de participants tan baixa, els criteris d'inclusió i sobretot d'exclusió no són tants com podrien ser en una mostra major.

Criteris d'inclusió	Criteris d'exclusió
<ul style="list-style-type: none"> - Nens federats en la FCEH (Federació Catalana d'Esports d'Hivern) - Que pertanyin a un dels dos clubs d'esquí: club d'esquí Solsona o club d'esquí Port del Comte. - Que competeixin en les 8 competicions de la categoria U-12 d'esquí alpí, organitzades per la FCEH - Alta federativa 	<ul style="list-style-type: none"> - Angle Q <8° i >17° - IMC: en nens de 12 anys > 25,1 i en nens de 13 anys > 26,3 - Primera temporada que competeixen

<ul style="list-style-type: none"> - Sense lesions prèvies al genoll - Sense cap classe de dolor o un dolor per sota a 4 (escala EVA) - Que puguin dur a terme el pla d'entrenament com està previst. 	
--	--

Figura 2: Taula de criteris de selecció de participants. Elaboració pròpia.

3.3 Diagrama de participants:

Un total de 27 participants entre els dos clubs, sense contar els exclosos.

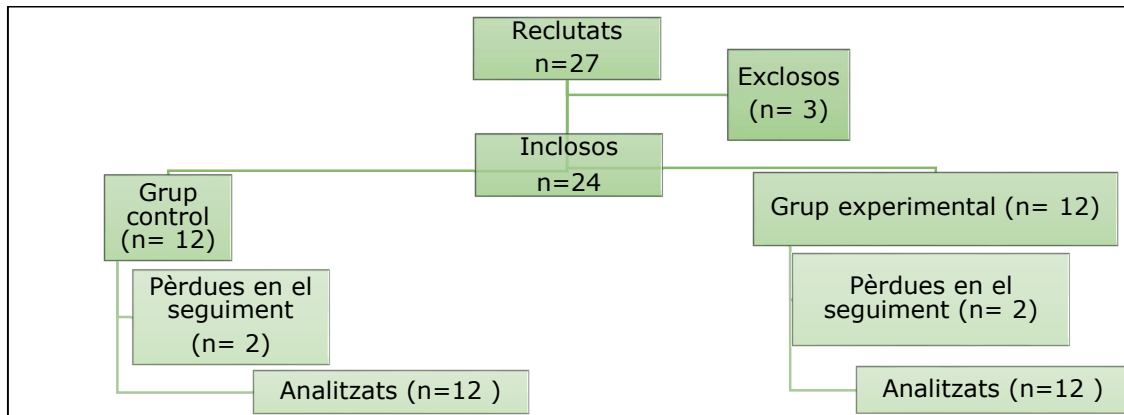


Figura 3: Diagrama esperat de participants. Elaboració pròpia.

S’ha de tenir en compte que en tots els estudis, hi ha un percentatge de participants que no podran realitzar les sessions estipulades i un altra tant per cent de pèrdues en el nombre de participants inicial. Perquè aquest estudi sigui el màxim d’extrapolable i significatiu possible, els participants hauran d’assistir mínim al 80% de les sessions (51 sessions) i realitzant-lo mínim el 80% dels participants inclosos en l’estudi (20 participants).

3.4 Variables dependents i independents:

En aquesta taula es poden observar les diferents variables intrínseques biomecàniques (dependents) que s’estudiaran, avaluaran i treballaran durant l’estudi. A més, de la variable independent de l’estudi.

Segons la funció exercida	Variabes de l’estudi	Segons la seva naturalesa	Segons els valors	Eina de mesura
Dependent	Dèficit de control lumbo-pèlvic	Quantitativa	Continua	Planxa en decúbit pro isomètrica
	Desequilibri de força entre quàdriceps i isquios	Quantitativa	Continua	Màquina isocinètica <i>Byodex System 4</i>
	Moment abductor de maluc deficitari	Quantitativa	Continua	Dinamòmetre electromecànic funcional (HHe)

Independent	Tractament grup experimental	Qualitativa	Nominal	Programa de prevenció
	Tractament grup control	Qualitativa	Nominal	Observació i seguiment

Figura 4: Taula de les variables dependents i independent. Elaboració pròpia.

3.5 Incorporació dels subjectes a l'estudi:

Valoració de l'elegibilitat:

En el present estudi s'hauran de tenir molt presents els factors de confusió, intrínsecs i extrínsecs, que poden alterar els resultats durant l'estudi o els resultats finals que s'obtinguin, per això és important tenir-los anotats abans d'iniciar-lo, fer un seguiment d'aquells que facin falta i tornar a fer una mesura al final, per així poder extreure unes millors conclusions dels resultats finals obtinguts.

FACTORS DE CONFUSIÓ	
INTRÍNSECS	Com mesurar-los
Sobre-pronació articulació subtalar	Línia de Helbing
Hiperlaxitud articular	Test de Beighton
Ample escotadura intercondíla	Interpretació i mesurament a través d'una radiografia de les EEII
EXTRÍNSECS	Com mesurar-los o controlar-los
Fixacions dels esquís	Aplicació de la norma DIN ISO 11088
Manteniment del material	Realitzat al final de cada sessió (amb l'ajuda dels entrenadors)
Sobreesforç o fatiga	Freqüència cardíaca (F.C) i tolerància de cada participant
Sobreentrenament	Tenint en compte el temps total d'activitat física no controlada (Annex 1) i la F.C
Clima i estat de la neu	Mitjançant la informació dels entrenadors dels dos clubs
Hàbits i estil de vida	Dades de la fitxa inicial (Annex 1)

Figura 5: Taula dels factors de confusió, com mesurar-los. Elaboració pròpia.

3.6 Intervenció:

Descripció de l'estudi:

La proposta d'intervenció consisteix en un estudi pilot no probabilístic d'una durada de sis mesos i mig, de caràcter multicèntric i de forma simultània. En esquiadors masculins, federats a la Federació Catalana d'Esports d'Hivern (FCEH) que pertanyin a un d'aquests dos clubs d'esquí alpí: club d'esquí alpí Solsona i club d'esquí alpí Port del Comte. Que a més siguin competidors de la categoria U-12 (12 i 13 anys), aquests estaran dividits en dos grups (experimental o control), cada grup serà el pertanyent a un dels dos clubs d'esquí.

El projecte constarà d'un total de 6 fases, dutes a terme al llarg de tot l'estudi, aquestes seran les següents:

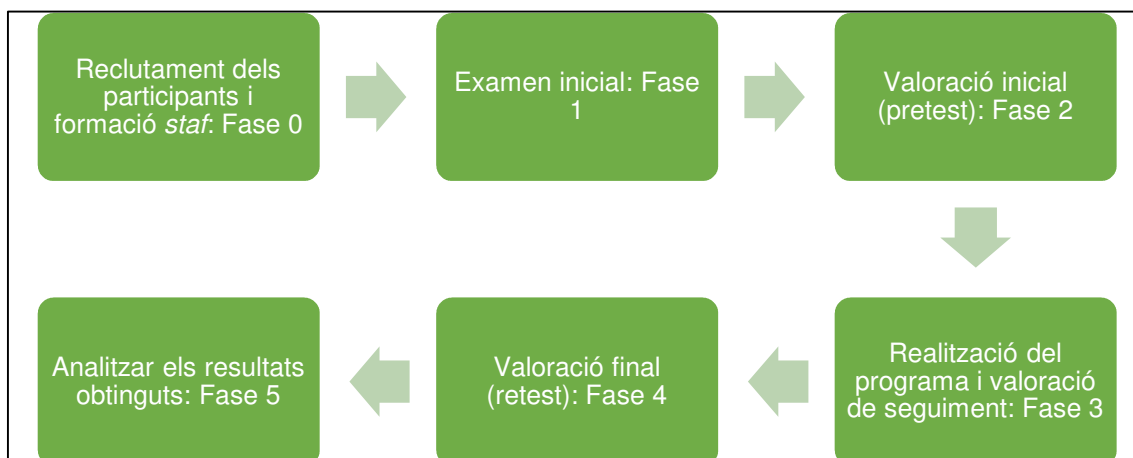


Figura 6: Diferents fases de l'estudi. Elaboració pròpia.

La fase 0 serà la de reclutament i formació de l'*estaf* tècnic, el reclutament s'iniciarà a principis de juny en posar-nos en contacte amb els dos clubs per explicar-los la idea de l'estudi. Mitjançant els dos equips es convocaran dues reunions, el contingut serà el mateix, però en dies diferents perquè els participants i famílies puguin triar. Aquestes es faran a finals d'agost, tres setmanes abans de començar la pretemporada, on es reuniran els esquiadors i familiars dels dos clubs sumats a tots els membres de l'*estaf* per explicar-los de què constarà l'estudi. Abans de dur a terme aquestes reunions, tots els membres de l'equip tècnic ja sabran quines funcions tindran cadascun, els moments que hauran d'estar presents o comunicar-se de forma *on-line* amb altres membres de l'equip.

Quan els esquiadors i tutors legals hagin decidit de forma voluntària voler participar en el projecte, ompliran un full inicial amb dades necessàries per a l'estudi (Annex 1), tenint en compte els criteris d'inclusió. Aquesta recollida de dades inicial l'hauran de fer els esquiadors junt amb els seus tutors legals, podran preguntar dubtes via mail o en persona als membres de l'*estaf*.

La fase 1 serà la realització d'un examen inicial (Annex 2) que complementarà a la prova d'esforç (de la que s'obtingran les dades de la freqüència cardíaca de cada participant), necessària per poder competir a la FCEH. En l'examen inicial s'avaluaran els criteris de selecció dels participants, junt amb els factors de confusió, sumat a una exploració física general. A partir d'aquí es determinarà el nombre total de participants en l'estudi, a més, de tenir anotades totes aquelles dades necessàries per descriure la població d'estudi inicial.

L'assignació dels participants a cada grup (experimental o control) no serà aleatòria. Al grup experimental s'assignaran els membres d'un dels dos clubs, aquell club que tingui més quantitat de nens i facilitat per poder seguir tot el període d'intervenció, atès que, en ser participants menors d'edat molts cops, poden dependre dels pares o tutors legals per anar a realitzar les sessions d'entrenament.

La fase 2 consistirà en la realització de la valoració inicial o basal, on tots els participants inclosos en l'estudi, dels dos clubs, realitzaran els tres tests per obtenir les primeres dades de les variables dependents. Aquesta valoració es farà al servei de rehabilitació i fisioteràpia de l'Hospital Sant Joan de Déu de Manresa (fundació Althaia), amb el que se signarà un conveni de col·laboració i cedirà part de les seves instal·lacions per fer-ho. Tots els tests es realitzaran en un sol dia, però els participants podran escollir entre dos dies i diferent disponibilitat horària, per tal de posar facilitats i que no hi hagi més d'un participant realitzant els tests, a l'hora. La valoració dels tests i l'anotació de les dades la farà el fisioterapeuta creador de l'estudi (i membra de l'*estaf*), anotant els resultats de cada participant en la seva fitxa. (Annex 3)

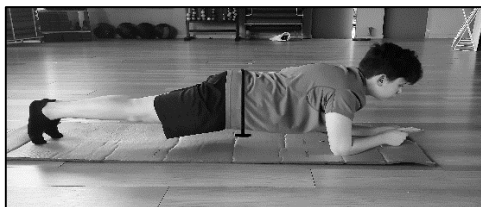


Figura 7: Representació del test planxa en decúbit pro isomètrica o “prone bridge maneuver”. Elaboració pròpia.

La fase 3 serà la realització del programa per part del grup experimental (Annex 4) i l'observació i seguiment del grup control (Annex 5).

Previ a l'inici de la temporada d'esquí o al segon període del programa, es realitzarà una valoració de seguiment, avaluant un cop més a tots els participants en els tres tests, de nou a l'hospital de Manresa. És important fer-ho en aquest moment perquè a partir de llavors es produeix un canvi en els participants, començaran a esquiar i aquest fet pot començar a alterar els resultats de l'estudi. Per això és valorós tenir unes dades prèvies a l'inici de la temporada d'esquí, per poder comparar si hi ha hagut progressions des de l'inici del programa, i alhora poder veure tota l'evolució des de l'inici de la temporada d'esquí fins al final, quan es realitzi el retest final.

En la fase 4 es farà la valoració final, realitzaran de nou els tres tests a tots els participants, obtenint el retest final. A més, es tornarà a fer una exploració física general, tornant a valorar aquells paràmetres físics per poder comparar les dades de l'inici i final (Annex 2).

Per últim la fase 5 constarà en interpretar i analitzar totes les dades obtingudes durant tot el programa, per poder extreure les conclusions de l'estudi.

Explicació del programa:

El programa consta de dos períodes, la pretemporada d'esquí amb un total de 32 sessions realitzades de mitjans de setembre fins a finals de novembre, fent tres sessions per setmana en dies alterns de dilluns a divendres, amb una durada de 40 minuts cadascuna. I un segon període, durant la temporada d'esquí realitzada de desembre fins a finals de març, amb un total de 32 sessions, fent dues sessions per setmana, cadascuna també de 40 minuts, per complementar el treball fora les pistes. Realitzant-les aquells dies que no entrenin esquí, per evitar el sobreentrenament o la fatiga tenint en compte que també hi haurà dies de competicions. El que suposa un total de 64 sessions realitzades des de mitjans de setembre fins a finals de març, a l'espai cedit que utilitzen els dos clubs per entrenar a Solsona.

Ambdós grups realitzaran el mateix nombre de sessions, entrenaran els mateixos dies, en el mateix espai i aquestes tindran la mateixa durada. Per tal d'obtenir el màxim d'homogeneïtat possible entre els dos grups durant tot l'estudi.

L'aplicació del programa en el grup experimental, a més de les característiques explicades, tindrà en compte altres consideracions. El nivell anirà augmentant de forma progressiva o exponencial, començant en un nivell adequat per l'edat dels participants, tenint en compte que són nois d'entre 12 i 13 anys i potser hi ha exercicis que no han fet mai, per tant, la carrega o intensitat anirà augmentant el màxim d'individualitzat possible, a mesura que avanci el programa. A l'inici és molt important que realitzin bé la tècnica dels exercicis, mantinguin una bona postura i control del cos, per així després a l'hora d'augmentar la càrrega, intensitat i s'apliquin variants de l'exercici els realitzin de forma correcta i tinguin el màxim control del seu cos, que facilitarà evitar lesions.

La part principal de la sessió es dividirà en tres apartats, sense contar l'escalfament previ de 5 minuts. Aquests tres apartats seran realitzats en un total de 35 minuts, on es treballarà la força, la pliometria/equilibri i el core.

L'escalfament serà de 5 minuts d'activació, fent cursa continua (4'), cursa endarrere (30") i *skipping* (30").

La part principal constarà de tres apartats, on hi haurà treball de força (20'), realitzant quatre exercicis centrats sobretot en les extremitats inferiors, treballant quàdriceps, isquios i els estabilitzadors de maluc. Realitzant exercicis amb el seu propi pes, per tal de millorar la consciència corporal i el control del cos, factors molt importants a treballar en aquestes edats, per així prevenir lesions futures.

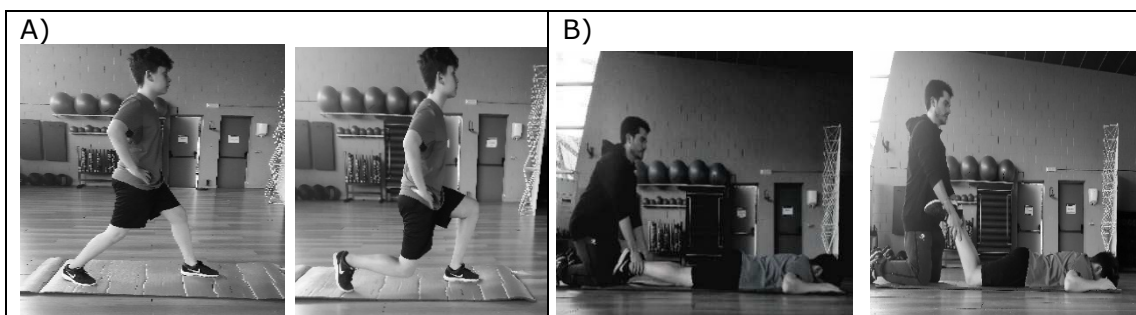


Figura 8: Representació de dos dels exercicis de la part de força. A) Gambada en el lloc (extret del PEP) B) Flexió de genolls en parelles (extret de l'Harmoknee). Elaboració pròpia.

Un segon apartat fent treball de pliometria/equilibri (9'), realitzant tres exercicis per simular situacions que es poden donar esquiant, controlant sobretot la recepció en aterrar del salt, activant els músculs estabilitzadors de maluc i del core, evitant que es produeixi un valg de genoll, factor de risc de lesions del LEA.

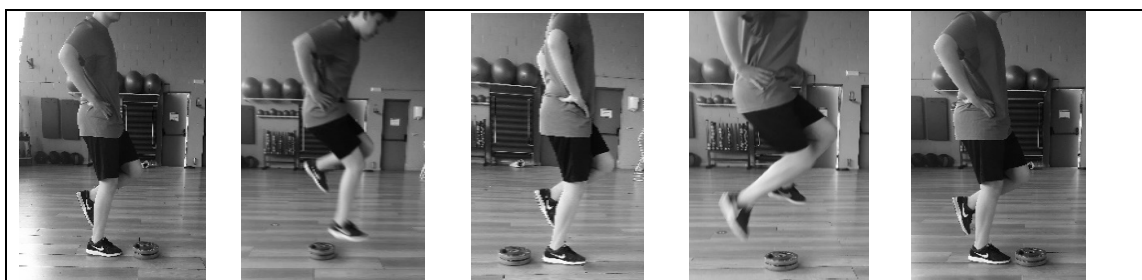


Figura 9: Representació d'un dels exercicis de la part de pliometria/equilibri. Salt unipodal cap anterior i posterior amb les mans col·locades sobre el maluc (extret del Knäkontroll). Elaboració pròpia.

I un tercer apartat de treball del core (6'), realitzant tres exercicis per incrementar el treball dels músculs estabilitzadors, que ajudaran també a prevenir lesions en proporcionar major estabilitat a l'hora d'esquiar i major seguretat.



Figura 10: Representació d'un dels exercicis de treball del core. Pont lumbar isomètric (extret de l'Harmoknee). Elaboració pròpia.

Amb l'aplicació d'aquest programa a part de treballar els objectius específics exposats, es vol aconseguir que els participants agafin l'hàbit de dur a terme

activitat física de forma conscient i moderada, a més d'adquirir hàbits de vida saludables i començar a tenir un control i coneixement del seu propi cos.

Pel que fa al **grup control**, realitzarà l'aplicació del seu programa com tenia previst, realitzant els 40 minuts de sessió de la següent manera.

Començant amb un escalfament de 5 minuts fent carrera continua per l'espai de la sala.

Seguit de la part principal de la sessió que constarà d'un total de 30 minuts. Amb una part de força enfocada a les extremitats inferiors, realitzant cinc exercicis en màquines de musculació, centrats en el treball de quàdriceps (dos exercicis), isquios, glutis i adductors. A continuació treballaran la pliomètria/equilibri amb un parell d'exercicis, finalitzant amb dos exercicis per treballar el *core*.

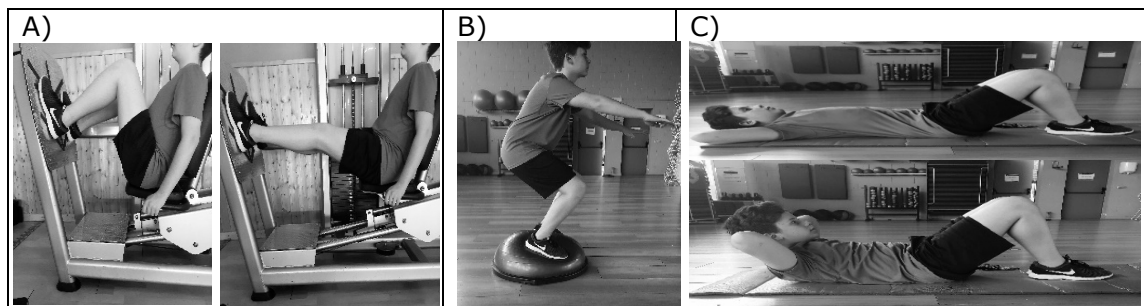


Figura 11: Representació d'un dels exercicis de cada part de la sessió. A) Extensió de genolls en la màquina *leg press*. B) Esquat isomètric sobre un bossu. C) Estirat en decúbit supí realitzar flexió del tronc.

Els últims 5 minuts faran un treball de relaxació estirats boca amunt, escoltant música relaxant.

Per tal de realitzar aquest programa, tots els participants ambdós grups, hauran de dur un pulsòmetre en totes les sessions del programa, entrenaments d'esquí i competicions d'esquí. Per tal d'obtenir un control de la seva freqüència cardíaca, quantitats de quilòmetres que realitzen durant l'activitat i saber la quantitat de temps que han estat en moviment. Amb tot això es podrà tenir un control de l'esforç que estan realitzant els participants de forma instantània o tenir un seguiment dels paràmetres durant el programa. Sabent quina quantitat d'esforç estan fent, ja sigui, durant les sessions així com quan són esquiant. I amb això decidir quan progressar en la intensitat i càrrega dels exercicis, de la forma més individualitzada possible, tenint en compte també la seva tolerància durant l'exercici.

3.7 Recollida de dades:

Per obtenir les dades de l'estudi, s'utilitzaran els mateixos instruments de mesura (explicats en el punt 1.5), en els tres tests que es realitzaran al llarg de tot el programa.

Les tres avaluacions es realitzaran a l'Hospital Sant Joan de Déu de Manresa (fundació Althaia), on el fisioterapeuta que proposa l'estudi, serà l'encarregat d'explicar, valorar i prendre nota de tots els resultats obtinguts per cada participant i anotar-los a la seva fitxa (Annex 3).

El procediment per realitzar els tests serà el següent: tots els participants inclosos en l'estudi, el dia que els toqui realitzar les proves, abans de realitzar-les, rebran una explicació verbal de cada una d'elles, a més també hi haurà una exemplificació realitzada per l'avaluador, perquè tinguin un exemple visual de cada una.

Després cada participant realitzarà 10 minuts d'escalfament en una bicicleta estàtica, anant màxim al 50% de la seva freqüència cardíaca. En acabar realitzaran una simulació de cada test (explicada en cada eina de mesura, en el punt 1.5),

perquè es familiaritzin amb la prova, puguin preguntar si tenen dubtes i corregir-los l'execució.

L'ordre en la realització dels tests serà el següent, planxa en decúbit pro isomètrica, màquina isocinètica byodex i dinamòmetre electromecànic funcional. Durant la realització de cada prova s'estarà animant i motivant a cada participant, per tal d'aconseguir el màxim de rendiment possible. Hi haurà 3 minuts de descans entre cada test.

D'aquesta manera tenim que per cada una de les variables dependents de l'estudi hi ha una eina de mesura, així podem comparar les dades obtingudes en els tres tests realitzats, però sobretot comparar si s'han obtingut resultats significatius des de l'inici fins al final de l'estudi.

3.8 Anàlisi de dades:

Per analitzar els resultats intersubjectes (entre els dos grups), en comptes d'utilitzar la prova *t-Student* que s'utilitza en variables quantitatives que segueixen una distribució normal, trobarem el valor *p* mitjançant la *U de Mann-Whitney*. D'aquesta manera podem comparar i valorar els efectes dels tractaments entre els dos grups.

El fet de tenir una mostra menor de 30 participants són necessàries eines no paramètriques per avaluar els resultats. La *U de Mann-Whitney* pertany a "l'estadística no paramètrica" (no assumeix funcions de probabilitat) i és la més característica d'aquestes. Contrasta les mitjanes de dos grups independents, per veure si aquestes són estadísticament significatives.

Si la hipòtesi obtinguda és nul·la, per tant, no existeix una diferència significativa entre les mitjanes d'ambdós grups (valor $p > 0,05$). En canvi una hipòtesi alternativa estableix que les dues mitjanes no són estadísticament iguals, és a dir, que són estadísticament diferents entre si (valor $p < 0,05$). (63)

Per analitzar els resultats d'un mateix grup o intrasubjectes, s'utilitzaria també una prova no paramètrica, la *Wilcoxon test* per poder valorar els canvis produïts des de la pre intervenció (basal) fins la post intervenció. (64)

Pel que fa a les dades dels participants, es presentaran totes aquelles dels participants que hagin tingut tractament, encara que hi hagi hagut pèrdues durant l'estudi. Fent una anàlisi per "intenció de tractar" tenint en compte la superioritat tècnica i d'aquesta manera augmentar la validesa interna de l'estudi, mantenint els grups iguals tot i les pèrdues. En el cas de les pèrdues del grup control, aquells subjectes perduts se'ls hi aplicaran els mateixos valors del participant d'aquest grup que tingui els millors resultats. En canvi, en les pèrdues del grup experimental se'ls hi aplicaran els mateixos valors d'aquell participant del grup que tingui els resultats més baixos.

4. ORGANITZACIÓ I COST ECONÒMIC:

4.1 Investigadors participants:

L'equip tècnic per realitzar l'estudi constarà, d'un fisioterapeuta (creador de l'estudi i coordinador del projecte) que serà l'avaluador dels tests realitzats pels participants i amb l'ajuda de dos fisioterapeutes més (coordinadors del projecte), seran els que dinamitzaran les sessions del grup experimental i faran el seguiment del grup control. A més, es comptarà amb l'ajuda dels quatre entrenadors dels clubs (dos de cada club), els dos preparadors físics, el fisioterapeuta del grup control i un analista de dades. Tots aquests membres rebran una explicació prèvia de les funcions que tenen cadascun d'ells en aquest estudi.

Durant la realització de les sessions del grup experimental hi haurà els tres fisioterapeutes dedicats a dirigir, controlar la sessió i anotar si es produeixen

lesions, caigudes o algun tipus d'alteració en algun dels participants, d'aquest grup. A més, en una sessió per setmana hi haurà un dels dos entrenadors del club d'esquí (del grup experimental), per tenir un seguiment dels entrenaments que realitzen els esquiadors i veure la seva progressió.

En les sessions del grup control, la dirigiran i controlaran els preparadors físics propis d'aquell club d'esquí, aquests en cada sessió que realitzin comunicaran als tres fisioterapeutes coordinadors del projecte, si hi ha hagut alguna lesió, caiguda o alteració en algun dels participants. Un d'aquests fisioterapeutes assistirà a una sessió per setmana del grup control, per observar i tenir un feedback constant de la situació. I per últim, el fisioterapeuta del grup control, notificarà als altres tres fisioterapeutes, cada cop que visiti algun participant del grup control, explicant el motiu de la visita, tractament realitzat, hipòtesi de diagnòstic o diagnòstic i tractament previst.

Pel que fa a les sessions d'esquí, s'obtindrà un feedback constant per part dels 4 monitors en finalitzar cada sessió, que informaran tant dels participants (si han tingut caigudes, molèsties o altres problemes), com de l'estat de la neu i del clima que han tingut durant la sessió. A més, ajudaran als participants a realitzar un manteniment del material i l'equip en finalitzar cada sessió d'esquí.

Per últim l'analista de dades serà l'encarregat d'interpretar i transformar totes les dades obtingudes durant l'estudi, amb l'objectiu de remarcar la informació útil i rellevant, suggerint conclusions sobre la validesa del treball.

4.2 Administració (comitès ètics):

L'estudi haurà de ser validat pel Comitè d'Ètica i d'Investigació de la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya, per tal de poder-lo dur a terme.

A més, tots aquells participants que vulguin realitzar l'estudi, hauran de firmar un consentiment informat (Annex 6) per tal de poder realitzar l'estudi, junt amb la signatura del seu tutor legal, ja que, els participants són menors d'edat. Després d'haver estat informats amb una reunió per explicar-los de què consta tota la realització de l'estudi.

4.3 Cost previst de la intervenció o l'estudi:

En ser un estudi pilot i innovador a Catalunya, se sol·licitarà una beca a la Federació Catalana d'Esports d'Hivern (FCEH). Sumat a l'ajuda obtinguda per part de la fundació Althaia, pel fet de signar un conveni de col·laboració amb el que també ajudarà a finançar part de l'estudi. A més, es demanarà ajuda econòmica als dos clubs, per tal de reduir els costos del treball o arribar a finançar-lo. Tota la part restant per realitzar el projecte serà completada pels tres fisioterapeutes coordinadors de l'estudi.

Tots els tests es faran a l'Hospital Sant Joan de Déu de Manresa (fundació Althaia), a l'àrea de fisioteràpia i rehabilitació, que cedirà una part de les seves instal·lacions, a fi de facilitar l'ús de les eines de mesura i conveniència de l'espai. Reduint a zero el que seria una gran despesa econòmica.

El fisioterapeuta creador i coordinador del projecte, de forma voluntària rebrà una remuneració econòmica menor que la dels dos altres coordinadors de l'estudi, aquesta serà de 1.300 €. Per altra banda, la remuneració econòmica que rebran els altres dos fisioterapeutes coordinadors del projecte, serà de 1.700 €.

L'analista de dades tindrà una gran importància en el projecte, tot i tenir un volum de feina menor, rebrà una remuneració de 600 €.

Les eines de mesura emprades per la realització de les proves, es llogaran i s'instal·laran a l'espai cedit de l'hospital, aquells dies que facin falta fer-les servir. El fet d'haver de llogar dues màquines, la byodex i el dinamòmetre, suposarà una despesa aproximada de 780 €.

Un dels majors costos, però necessaris per a la realització i el seguiment de l'estudi, serà adquirir els pulsòmetres, per tots els membres inclosos en el treball. Aquest serà necessari per tenir un control i un seguiment de les dades explicades anteriorment. Rebran una explicació prèvia del funcionament i ús del pulsòmetre, tant els participants com els pares o tutors legals, per saber que han de fer en cada moment. Aquesta adquisició suposarà un cost aproximat de 1.485 €.

La realització de les sessions del grup experimental i control, es realitzaran en un espai que ja utilitzen els dos clubs, situat a Solsona, on disposen d'una sala de musculació, una sala gran per fer activitats en grup i un parell de box de fisioteràpia. Aquest espai serà cedit pels dos clubs de forma gratuïta, perquè es pugui dur a terme tot el programa d'exercici terapèutic. Cedint també tot el material disponible per realitzar les sessions de treball i els materials/màquines de fisioteràpia, per si fossin necessàries. D'aquesta manera hi ha una despesa menys i serà més fàcil poder seguir el programa, ja que, és un espai de proximitat per a la majoria de participants i membres de l'equip tècnic. Si faltés algun tipus de material, necessari per realitzar algun exercici del programa o material de fisioteràpia, es compraria. Suposant una despesa aproximada d'uns 150 €.

Per últim s'haurien de comptar altres despeses, per si sorgeixen inconvenients. Mínim 70€.

Amb tot això el cost de l'estudi seria aproximadament de 7.785 €. Amb totes les ajudes demanades s'intentaria arribar a finançar per complet l'estudi, però seria complicat arribar-hi, per tant, s'intentaria arribar mínim al 65% de l'estudi finançat (5.060,25€). I l'altre 35% (2.724,75€) l'assumirien els tres fisioterapeutes coordinadors de l'estudi, assumint un cost de 908,25€, cadascun.

A partir del pressupost final de 7.785€, podem obtenir el cost econòmic per cada participant. Comptant amb els 27 inicials, suposaria una despesa per cada participant de 288,33€, aproximadament.

5. RESULTATS ESPERATS:

5.1 Proposta de taula per a descriure la mostra:

Mitjançant aquesta taula s'obté un control de la població, de totes aquelles dades o variables que ens seran necessàries per a l'estudi i/o ens poden alterar els resultats durant i/o al final del treball. Per això és important tenir un registre abans de començar i tornar-lo a fer al final, per poder realitzar una millor interpretació dels resultats finals obtinguts.

Aquestes variables es dividiran en quantitatives (aquelles que són anomenades amb xifres) i qualitatives (aquelles que són anomenades amb categories escrites). En les quantitatives es tindrà un control de l'edat, l'IMC, la freqüència cardíaca (màxima i mínima), el nombre total d'articulacions que són hiperlaxes, el resultat de la mesura de l'angle Q, el resultat de la mesura de la circumferència de maluc, el resultat de la mesura de l'ample de l'escotadura intercondília, la quantitat de quilòmetres esquiat durant tota la temporada d'esquí actual, la quantitat de minuts fent activitat física no controlada, que seran extrets de l'entrevista inicial mitjançant el nombre de minuts total que realitzant extraescolars esportives.

Pel que fa a les variables qualitatives, es tindrà un control d'en quines articulacions hi ha hiperlaxitud, en quina posició es troba l'articulació subtalar (peu pla, pronat o en supí) mitjançant la línia Helbing i per últim, quines extraescolars esportives practicant (futbol, bàsquet, hoquei, etc.).

Esperant obtenir en totes les variables uns resultats estadísticament no significatius ($p > 0,05$), fet que augmentarà la validesa interna de l'estudi, mostrant l'homogeneïtat entre els dos grups.

Veure (Annex 7) figura 12: taula per descriure la mostra.

5.2 Proposta de taula de resultats:

Comparació entre els dos grups:

La següent taula mostra la comparativa dels resultats obtinguts pel grup experimental i el grup control, en les tres avaluacions que es realitzaran durant tot l'estudi. Avaluació inicial (previ a iniciar el programa), una segona de seguiment (abans que els participants comencin la temporada d'esquí) i una final o retest (en finalitzar l'estudi). En tots ells es realitzaran les mateixes proves, cadascuna va lligada a una variable intrínseca biomecànica de l'estudi. Amb els resultats de les tres avaluacions podrem comparar els resultats obtinguts entre cada grup, i saber si els resultats finals obtinguts són significatius (valor $p < 0,05$) o no (valor $p > 0,05$).

Veure (Annex 8) figura 13: taula de proposta de resultats per la comparació entre grups.

Seguiment per cada grup:

La següent taula mostra els resultats obtinguts per cada grup, en les tres avaluacions que es realitzaran durant tot l'estudi. Avaluació inicial (previ a iniciar el programa), una segona de seguiment (abans que els participants comencin la temporada d'esquí) i una final o retest (en finalitzar l'estudi). En tots ells es realitzaran les mateixes proves, cadascuna va lligada a una variable intrínseca biomecànica de l'estudi. Amb els resultats de les tres avaluacions podrem comparar els resultats obtinguts per cada grup, i saber si els resultats finals obtinguts són significatius (valor $p < 0,05$) o no (valor $p > 0,05$).

Veure (Annex 9) figura 14: taula de proposta de resultats pel seguiment de cada grup.

5.3 Resultats esperats:

Obtenir uns resultats clínics representatius en el grup experimental, arran de la millora de les variables intrínseques biomecàniques treballades per prevenir la lesió del LEA. Establint que les dues mitjanes entre els grups no són estadísticament iguals, per tant, són estadísticament diferents entre si (valor $p < 0,05$), descartant la hipòtesi nul·la.

S'espera el canvi clínic, però seria possible tot i ser rellevants que no arribin a ser estadísticament significatius, degut probablement a una manca de potència (mostra de participants petita).

Esperant obtenir una millora en el grup experimental en les tres variables, però en major grau en el control lumbo-pèlvic i el desequilibri de forces entre quàdriceps i isquio, ja que, són les variables que més específicament és treballant en el programa preventiu. Obtenint una millora d'aquestes des de la primera avaluació fins a la de seguiment i un manteniment d'aquestes o poca millorà, des de l'avaluació de seguiment fins al retest final. Pel fet que els participants estaran a la fase final de la temporada i tindran una fatiga o sobrecarrega major que en l'avaluació de seguiment, fet que provocarà que els millors resultats segurament s'obtinguin en l'avaluació de seguiment i es mantinguin o millorin poc en l'avaluació final. Poden arribar assolir una reducció del 70% de la incidència lesional del LEA en el grup d'intervenció respecte al grup control, tot i que aquest % es pot veure alterat amb escreix, podent ser menor o major, en comptar amb una mostra de participants baixa.

Al llarg de tot l'estudi s'espera que no es produeixin lesions en cap dels dos grups. Però tanmateix aquestes es poden produir i si és molt greu poden provocar l'abandonament de l'estudi. Aquests també poden ser deguts a altres factors, com la falta d'adherència dels participants, problemes familiars, malalties per factors extrínsecs i d'altres dificultats.

6. CRONOGRAMA:

En el cronograma es veuen plasmats tots els procediments del treball i el moment en què es realitzaran.

Procediments	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Des.	Gen.	Feb.	Mar.	Abr.
Criteria de reclutament	x								
Formació <i>staf</i> i reclutament de participants	x								
Exploració física inicial		x							
Valoració inicial: - Planxa en decúbit pro - Màquina isocinètica - Dinamòmetre electromecànic		x							
Selecció de participants		x							
Tractament exercici terapèutic		x	x	x	x	x	x	x	
Valoració de seguiment: - Planxa en decúbit pro - Màquina isocinètica - Dinamòmetre electromecànic				x					
Temporada d'esquí				x	x	x	x	x	
Competicions					x	x	x	x	
Exploració física final									x
Valoració final: - Planxa en decúbit pro - Màquina isocinètica - Dinamòmetre electromecànic									x

Figura 15: Cronograma. Elaboració pròpia.

7. DISCUSSIÓ

Amb tota la informació recaptada per fer aquest treball s'arriba a la conclusió, que hi ha diferents factors que podrien alterar els resultats esperats. Tenint en compte que aquest estudi està basat en l'evidència científica i en altres programes rellevants de prevenció de lesions en el genoll, però que cap d'aquests és basat en l'esquí alpí.

Aquest factor és important a tenir-lo en compte, perquè el programa d'exercici terapèutic ha sigut creat amb la finalitat de millorar les variables intrínseques biomecàniques modificables, que poden ser un factor de risc pel LEA. Els exercicis han sigut extrets de diferents programes com l'Harmoknee (56), el PEP (53,54) i el Knäkontroll (60,61), però cap d'aquests programes és basat en l'esquí alpí, factor que potser rellevant en els resultats finals obtinguts, perquè cap d'aquests programes tenen en compte una superfície com la neu, un material com els esquís i les botes d'esquiar.

A més, en cap dels programes tractant de forma directa exercicis d'abducció de maluc, un fet a destacar, ja que, un dels objectius d'aquest programa és tractar el moment deficitari de maluc, que segons Hewett et al. (2010) suposa un factor de risc en la lesió del LEA. (31) Aquest factor potser rellevant, podent alterar els resultats finals, fet que estarà controlat perquè es podran comparar els valors d'aquesta variable en les tres mesures preses i veure si s'han obtingut resultats clínics rellevants, des de l'inici fins al final.

Com explica Hewett et al. (2014) hi ha altres factors intrínsecs no modificables que també poden ser un factor de risc en aquesta lesió, com ara la sobre-pronació de l'articulació subtalar, la hiperlaxitud articular del genoll i l'ample de l'escotadura intercondíllia (7). És per això que estaran controlats en l'estudi, perquè també poden suposar una alteració en els resultats.

Sumat a les variables extrínseques que no es poden modificar com el clima, les condicions en què es trobi la pista (36,39) i el sobreentrament (1,4,7,35), aquestes estaran controlades al llarg de l'estudi. A més d'aquelles variables extrínseques com el manteniment del material (3,4,36,38) en què es realitzarà un manteniment diari per intentar disminuir aquest factor de risc. El sobreesforç o fatiga serà controlat amb els pulsòmetres i seguiment de cada participant. I els hàbits i estil de vida, a partir de la informació adquirida inicialment, es donaran consells per intentar modificar-los, a millor.

Hi ha moltes variants que poden provocar alteracions en els resultats finals previstos de l'estudi, però totes elles estaran controlades i anotades per si es produís una lesió, poder intentar determinar per quina d'aquestes variants s'ha pogut produir.

Una lesió del LEA suposa un gran cost econòmic, entre l'operació i rehabilitació, pels pacients, familiars i sanitat. Sumat a totes les conseqüències físiques i emocionals (6,13-15). Segons Hewett et al. (2014) al produir-se una lesió del LEA, la probabilitat de desenvolupar artritis augmentar deu vegades més, al llarg dels anys. (7)

Per tal de combatre aquestes variants i prevenir les lesions del lligament encreuat anterior, segons l'estudi de Hewett et al. (2016), l'única intervenció efectiva és la prevenció o els programes de prevenció d'aquesta lesió. Treballant en els factors modificables (biomecànics i neuromusculars) relacionats amb els mecanismes lesionals per intentar disminuir el risc de lesions d'aquest lligament. I d'aquesta manera, evitar les alteracions produïdes a curt i llarg termini després de patir una lesió en el lligament encreuat anterior. (6)

Tal com remarquen altres articles una bona condició física i una bona planificació dels entrenaments ajudarà a prevenir les lesions del LEA, fent un bon treball

neuromuscular per protegir als esportistes de possibles lesions d'aquest lligament i disminuint la incidència d'aquesta lesió. Incrementant l'estabilització en aquesta articulació, mitjançant el treball d'exercicis pliomètrics, força, *core* i específics de la tècnica (6,7,31). Sumat a un increment de la força muscular per protegir més l'articulació en les caigudes. (3)

D'aquí la importància d'aquest treball i seguir investigant, per intentar crear nous programes que tractin la prevenció de lesions del LEA, en l'esquí alpí. Per evitar tots els problemes posteriors que comporta aquest tipus de lesió. I treballar-ho en edats en la que el risc de lesió encara no així augmentat, educant com més aviat millor agafar l'hàbit de fer activitat física de forma conscient i moderada, ja que, s'ha demostrat que és la manera més efectiva de prevenir les lesions d'aquest lligament.

8. LIMITACIONS, FORTALESES I PROPOSTES DE FUTUR:

Una de les principals limitacions d'aquest estudi, és la manca d'extrapolació per tenir una mostra de població reduïda, centrat en una franja d'edat molt concreta i només realitzar l'estudi en el sexe masculí. Sumat a què no hi haurà cap mena d'aleatorització entre els dos grups, ja que, el grup experimental serà aquell que tingui més quantitat de nens que puguin realitzar l'estudi. Aquests factors poden provocar diferents biaixos en l'estudi.

Un altre factor important és el fet de dependre dels familiars o tutors legals, en ser menors d'edat els participants, a la majoria els hauran de portar i recollir de les sessions que realitzin. Fet que suposa que si no els poden acompanyar, es perdran aquella sessió, tenint en compte que només poden faltar al 20% de les sessions, catorze en total, és una limitació que pot perjudicar en l'estudi.

Un altre factor a tindre en compte, és el fet que el programa d'exercici terapèutic creat, es basa en altres programes de prevenció, però que no són encarats en l'esquí alpí, sinó en altres esports. Aquest fet pot provocar que els exercicis no siguin els més idonis, per treballar la prevenció de lesions del LEA en aquest esport i faltin exercicis per treballar o millorar la tècnica en l'esquí alpí. Aquests aspectes hauran de ser valorats en profunditat quan s'obtinguin resultats, sent susceptibles de canvi, si és considera oportú.

Tenint en compte la disponibilitat inicial de participants no es van establir uns criteris de selecció molt estrictes, la qual cosa podria afavorir l'heterogeneïtat entre grups i podria provocar algun biaix en l'estudi.

El fet de realitzar l'estudi durant tota la pretemporada i temporada d'esquí, provoca que no es faci una anàlisi per supervivència, sense poder avaluar si aquest estudi es podria escurçar i només fer la pretemporada, amb un seguiment posterior durant la temporada.

Pel que fa a les fortaleSES de l'estudi, destacaria la gran homogeneïtat entre els dos grups, pel fet de tenir participants amb molt poca diferència d'edat, que els dos grups entrenin el mateix nombre de dies, la mateixa duració en els entrenaments, en el mateix espai, en les mateixes pistes d'esquí. Tots aquests factors afavoreixen que la validesa interna incrementi.

Encara que pot ser considerat una limitació, destacaria la importància de realitzar l'estudi durant la pretemporada i temporada d'esquí, ja que, és convenient per l'edat dels participants i per veure millor l'evolució del programa. Tenint en compte que és el primer cop que és realitzar aquest programa de prevenció, per tant, és de gran importància poder tenir un seguiment durant tot el procés i tenir un *feedback* constant de l'evolució dels participants, en cada sessió.

Destacar que el programa d'exercici preventiu té'n compta l'inici de la temporada d'esquí i el fet que els participants puguin acumular més fatiga a partir d'aquell

moment, és per això que a l'inici de la temporada d'esquí, el nombre de sessions del programa passa de tres a dues i aquestes es faran els dies que els participants no tinguin entrenaments d'esquí, per intentar evitar la sobrecàrrega i la fatiga el màxim possible.

Malgrat que es pugui considerar una limitació, és important destacar el fet d'haver basat l'estudi en programes de prevenció rellevants científicament, encarats sobretot en prevenir les lesions de genoll i més concretament les del LEA.

Per últim destacaria el fet que l'autor tingui un domini de l'esport i això hagi facilitat, escollir millor els exercicis per adaptar-los al màxim aquesta pràctica esportiva.

En les propostes de futur seria important aportar exercicis específics per l'abducció de maluc, extrets d'altres programes o evidenciats científicament.

Pel que fa a la proposta del treball el plantejaria de dues maneres diferents, la primera seria realitzar-lo tal com està fet però fent un seguiment a tots els participants al llarg de la següent temporada d'esquí. Per poder fer una anàlisi de supervivència amb la prova de rang logarítmic o *logrank test*, per així veure el nombre de lesions que es produeixen i/o també el nombre de dolors o queixes que surten al genoll aquella següent temporada en els participants.

L'altra manera seria només realitzant el programa d'exercici terapèutic en la pretemporada (dos mesos i mig) i durant la temporada d'esquí fer un seguiment fent una anàlisi de supervivència amb el rang logarítmic. Per veure la quantitat de lesions que es produeixen en els dos clubs i/o el nombre de dolors o queixes en el genoll. D'aquesta manera el temps de realització del programa de prevenció és menor i es disminueixen els costos de l'estudi. Però el nombre d'avaluacions seguirien sent tres, per seguir tenint el mateix control de les variables dependents de l'estudi.

A més, seria important intentar incrementar la mostra de participants i realitzar-ho també en el sexe femení, però seria interessant que tots els participants entrenessin en la mateixa estació d'esquí o com a molt en dues estacions d'esquí diferent. Perquè el fet d'entrenar en diferents estacions d'esquí, podria provocar alteracions durant l'estudi i en els resultats finals. Per tant, el que seria convenient seria incrementar la mostra però en el mínim d'estacions possible, per així seguir tenint el màxim d'homogeneïtat possible i augmentar la validesa externa de l'estudi.

BIBLIOGRAFIA:

1. Bonilla, Martínez R. Lesión del ligamento cruzado anterior en el esquí y su tratamiento de fisioterapia. *efisioterapia*. 2007;1-10.
2. Más de 5,6 millones de visitantes en 2018-19 en las estaciones ATUDEM | PracticoDeporte | Agencia EFE [Internet]. [cited 2020 Sep 27]. Available from: <https://www.efe.com/efe/espana/practicodeporte/mas-de-5-6-millones-visitantes-en-2018-19-las-estaciones-atudem/50000944-4114522#>
3. Koehle MS, Lloyd-Smith R, Taunton JE. Alpine ski injuries and their prevention. *Sport Med*. 2002;32(12):785-93.
4. Roberto Negrín V. Prevención de lesiones en esquí. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2012;23(3):313-7.
5. Ramos Álvarez JJ, López-Silvarrey FJ, Segovia Martínez, J.C. Martínez Melen H, Legido Arce JC. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. *Rev Int Med y Ciencias la Act Física y del Deport*. 2008;8(29):62-92.
6. Hewett T., Myer G., Ford K., Paterno M., Quatman C. Mechanisms, Prediction, and Prevention of ACL Injuries: Cut Risk With Three Sharpened and Validated Tools. *J Orthop Res*. 2016;34(11).
7. Hewett T., LaBella C., Hennrikus W, Council on Sports Medicine and Fitness and S on O and SOO. Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics*. 2014;133(5).
8. Hauser RA, Dolan EE, Philips HJ, Newlin AC, Moore RE, Woldin BA. Ligament Injury and Healing: A Review of Current Clinical Diagnostics and Therapeutics. *Open Rehabil J*. 2013 Jan 23;6(1):1-20.
9. Diagnóstico y tratamiento de las lesiones ligamentarias traumáticas en rodilla. *Guía de Evidencias y Recomendaciones: Guía de Práctica Clínica*. México, IMSS; 2017;
10. Garín Zertuche DE, Reyes Padilla E, Paniagua Penagos A. Lesión del ligamento cruzado anterior. Opciones actuales de tratamiento en el deportista. *medigraphic*. 2016;12(2):88-95.
11. Paterno M V., Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med*. 2014;42(7):1567-73.
12. Gotlin RS, Huie G. Anterior cruciate ligament injuries. Operative and rehabilitative options. *Phys Med Rehabil Clin N Am*,. 2000;11(4):895-928.
13. Miyaska KC, Daniel DM, Stone ML. The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Knee Surg*. 1991;43:43-8.
14. Kim S, Bosque J, Meehan JP, Jamali A, Marder R. Increase in outpatient knee arthroscopy in the United States: A comparison of national surveys of ambulatory surgery, 1996 and 2006. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2011 Jun 1;93(11):994-1000.
15. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene J V., Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med*. 1999;27(6):699-706.
16. De Loës M, Dahlstedt LJ, Thomée R. A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *Scand J Med Sci Sport*. 2000;10(2):90-7.

17. Prodromos C., Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury reduction regimen. *Arthro*. 2007;23(12):1320–5.
18. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: An International Olympic Committee current concepts statement. Vol. 42, *British Journal of Sports Medicine*. Br J Sports Med; 2008. p. 394–412.
19. Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *J Athl Train*. 2013 Nov;48(6):810–7.
20. Arendt E, Dick R. Knee Injury Patterns Among Men and Women in Collegiate Basketball and Soccer: NCAA Data and Review of Literature. *Am J Sports Med*. 1995;23(6):694–701.
21. Deitch JR, Starkey C, Walters SL, Moseley JB. Injury risk in professional basketball players: A comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *Am J Sports Med*. 2006 Jul;34(7):1077–83.
22. Granan LP, Bahr R, Steindal K, Furnes O, Engebretsen L. Development of a national cruciate ligament surgery registry: The Norwegian National Knee Ligament Registry. *Am J Sports Med*. 2008 Feb;36(2):308–15.
23. Granan LP, Forsblad M, Lind M, Engebretsen L. The scandinavian ACL registries 2004-2007: Baseline epidemiology. *Acta Orthop*. 2009;80(5):563–7.
24. AEA J directiva. Informe sobre el perfil de la cirugía artroscópica en España. *Cuad Artrosc*. 2001;8(15):10–21.
25. Yañez RD, Ocaranza DD, Dölz RL. Elección del injerto en cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior. *Artroscopia*. 2010;17(3):199–204.
26. Warme WJ, Feagin JA, King P, Lambert KL, Cunningham RR. Ski Injury Statistics, 1982 to 1993, Jackson Hole Ski Resort. *Am J Sports Med*. 1995;23(5):597–600.
27. Ettlinger CF, Johnson RJ, Shealy JE. A Method to Help Reduce the Risk of Serious Knee Sprains Incurred in Alpine Skiing. *Am J Sports Med*. 1995;23(5):531–7.
28. fisioterapia de la serna el esquí | Fisioterapia de la Serna [Internet]. [cited 2020 Oct 22]. Available from: <http://www.fisioterapiadelaserna.com/fisioterapia-de-la-serna-el-esqui-y-sus-lesiones/>
29. Arnedo R. Esquí – Fisioterapia & Osteopatía. Polo Salud. Barcelona: Real Club de Polo de Barcelona; 2018. p. 1–5.
30. García-Germán Vázquez D, Vázquez Alarcón S, Nasser I, Hernán Rupérez O. Factores de riesgo para la lesión del ligamento cruzado anterior en esquí alpino de competición. *J Chem Inf Model*. 2012;53(9):1689–99.
31. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *N Am J Sports Phys Ther*. 2010 Dec;5(4):234–51.
32. Shea KG, Pfeiffer R, Wang JH, Curtin M, Apel PJ. Anterior Cruciate Ligament Injury in Pediatric and Adolescent Soccer Players: An Analysis of Insurance

- Data. *J Pediatr Orthop*. 2004;24(6):623–8.
33. Oficina de Salud, Enfermedades Contagiosas y Nutrición, Departamento de Salud Global y la oficina de V, de la Agencia Internacional de Desarrollo de Los Estados Unidos (USAID). Tablas de IMC y tablas de IMC para la edad, de niños(as) y adolescentes de 5 a 18 años de edad y tablas de IMC para adultos(as) no embarazadas, no lactantes \geq 19 años de edad. *FANTA (Food Nutr Tech Assist)*. 2013;1–11.
 34. Lluna Llorens ÁD, Sánchez Sabater B, Medrano Morte I, García García EM, Sánchez López S, Abéllan Guillén JF. Rotura del ligamento cruzado anterior en la mujer deportista: factores de riesgo y programas de prevención. *Arch Med Deport*. 2017;34(5):288–92.
 35. Alanís-Blancas LM, Zamora-Muñoz P, Cruz-Miranda Á. Ruptura del ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. *An Médicos*. 2012;57(2):93–7.
 36. Warda L, Yanchar, NL; Canadian Paediatric Society IPC. Skiing and snowboarding injury prevention. *Paediatr Child Heal*. 2012;17(1):35–6.
 37. Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J, Goodman RA, Porter Kelling E. Prevention of knee injuries in sports. A systematic review of the literature. *J Sport Med Phys Fit*. 2003;43(2):165–79.
 38. Natri A, Beynnon BD, Ettliger CF, Johnson RJ, Shealy JE. Alpine ski bindings and injuries. Current findings. Vol. 28, *Sports Medicine*. *Sports Med*; 1999. p. 35–48.
 39. Meyers MC, Laurent CM, Higgins RW, Skelly WA. Downhill ski injuries in children and adolescents. Vol. 37, *Sports Medicine*. *Sports Med*; 2007. p. 485–99.
 40. Escamilla RF, Lewis C, Pecson A, Imamura R, Andrews JR. Muscle Activation Among Supine, Prone, and Side Position Exercises With and Without a Swiss Ball. *Sports Health*. 2016 Jul 1;8(4):372–9.
 41. Bohannon RW, Steffl M, Glenney SS, Green M, Cashwell L, Prajerova K, et al. The prone bridge test: Performance, validity, and reliability among older and younger adults. *J Bodyw Mov Ther*. 2018 Apr 1;22(2):385–9.
 42. Bliss LS, Teeple P. Core stability: The centerpiece of any training program. *Curr Sports Med Rep*. 2007;4(3).
 43. Okubo Y, Kaneoka K, Mai A, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, et al. Electromyographic analysis of transversus abdominis and lumbar multifidus using wire electrodes during lumbar stabilization exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(11):743–50.
 44. Heredia Elvar JR, Isidro Donate F, Mata Ordoñez F, Moral S, Peña G. Revisión de los Métodos de Valoración de la Estabilidad Central (Core). *PubliCE*. 2012;0.
 45. Delgado Virgen HG, Adame Treviño JH. Ejercicio isocinético en pacientes con gonartrosis. *Rev Mex Med Física y Rehabil*. 2010;22:12–20.
 46. Moreno-Pérez V, Barbado-Murillo D, Juan-Recio C, Quesada-De-La-Gala CM, Vera-García FJ. Aplicación de la dinamometría isocinética para establecer perfiles de riesgo de lesión isquiosural en futbolistas profesionales. *RICYDE Rev Int Ciencias del Deport*. 2013;9(34):333–41.
 47. Nadler SF, DePrince ML, Hauesien N, Malanga GA, Stitik TP, Price E. Portable dynamometer anchoring station for measuring strength of the hip extensors and abductors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(8):1072–6.

48. Scott DA, Bond EQ, Sisto SA, Nadler SF. The intra- and interrater reliability of hip muscle strength assessments using a handheld versus a portable dynamometer anchoring station. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Apr;85(4):598–603.
49. Vega Cerda E. Validez y fiabilidad de diferentes protocolos de evaluación de la fuerza isométrica en la musculatura abductora de cadera con el uso de un dinamómetro electromecánico funcional usando diferentes métodos de normalización. Univ Granada Tesis Dr. 2018;1–200.
50. Robles-Palazón F, Sainz de Baranda P. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. *Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport.* 2017;6(2):115.
51. Acosta N, Cetina M, Ramírez J, Montealegre-Mesa LM. Programas preventivos, una estrategia para el jugador de fútbol. Revisión bibliográfica *R Act fis y Deport.* 2019;6(1):109–28.
52. Rössler R, Donath L, Bizzini M, Faude O. A new injury prevention programme for children's football - 11+ Kids - can improve motor performance: a cluster-randomised controlled trial. *J Sport Sci.* 2016;34(6):549–56.
53. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes. *Am J Sports Med.* 2005;33(7):1003–10.
54. Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH. Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school Female basketball players. *Am J Sports Med.* 2009;37(9):1728–34.
55. Romero-Moraleda B, Cuéllar Á, González J, Bastida N, Echarri E, Víctor Paredes JG. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. *RICYDE Rev Int Ciencias del Deport.* 2017;13(48):117–38.
56. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeberg R, Michaëlsson K, Byberg L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Intern Med.* 2010;170(1):43–9.
57. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: Cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012;344(7858).
58. Impellizzeri FM, Bizzini M, Dvorak J, Pellegrini B, Schena F, Junge A. Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): A randomised controlled trial on the training effects. *J Sports Sci.* 2013;31(13):1491–502.
59. Daneshjoo A, Rahnama N, Mokhtar AH, Yusof A. Effectiveness of injury prevention programs on developing quadriceps and hamstrings strength of young male professional soccer players. *J Hum Kinet.* 2013;39(1):115–25.
60. Hägglund M, Waldén M, Atroshi I. Preventing knee injuries in adolescent female football players - Design of a cluster randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10(1):75.
61. Hägglund M, Atroshi I, Wagner P, Waldén M. Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: Secondary analysis of an RCT. *Br J Sports Med.* 2013 Oct;47(15):974–9.

62. Memòria FCEH 2018-2019. Fed Catalana d'Esports d'Hivern.
63. Rivas-Ruiz R, Moreno-Palacios J, Talavera JO. Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. Vol. 51, Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2013.
64. Hallstrom AP. A modified Wilcoxon test for non-negative distributions with a clump of zeros. Stat Med. 2010 Feb 10;29(3):391-400.

ANNEXOS:**Annex 1:** Full de recollida de dades inicial

<u>Aclariments del full de recollida de dades:</u> Llegir-los abans de començar.	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aquesta enquesta s'ha de realitzar per part del participant i amb l'ajuda dels pares o tutors legals. 2. Qualsevol pregunta que considereu que envaeixi la vostra intimitat, no és necessari respondre-la, amb el benentès que totes es formulen amb la voluntat de protegir la salut dels participants. 	
Nom i cognoms	
Edat i data de naixement	
Localitat actual	
Club d'esquí actual	
Alta federativa a escala de Catalunya	
Dies disponibles per entrenar i horari de disponibilitat?	
Quants anys fa que practica esquí?	
Quants anys fa que competeix en esquí?	
<ul style="list-style-type: none"> - Quantes extraescolars realitza? - Quines extraescolars són? - Quins dies les realitza i quin horari tenen? 	
-Utilitza plantilles. En cas afirmatiu per què?	
<ul style="list-style-type: none"> - Algun tipus de lesió i/o patologia als genolls? - En cas afirmatiu, encara té dolor? - Si és que sí, expliqueu quan i com és aquest dolor. 	
- Algun altre tipus de dolor i/o patologia? Que vulgueu referir.	
- Habitualment pren algun tipus de medicació? Que vulgueu referir.	

<p>- En cas afirmatiu, quina és i expliqueu per què la pren? Que vulgueu referir.</p>	
<p>- Quantes hores dorm aproximadament, cada nit?</p> <p>- Té problemes al dormir? Que vulgueu referir.</p>	
<p>- Menja de tot i d'una forma saludable?</p> <p>- Si no és així, quins aliments no menja? Que vulgueu referir.</p>	
<p>- Quantes peces de fruita menja al dia?</p> <p>- Quants cops per setmana menja peix i verdura?</p>	
<p>- Té alguna necessitat especial o requereix alguna atenció especial en els estudis? Si les voleu referir.</p>	

Annex 2: Fitxa d'exploració física general, més paràmetres de selecció de l'estudi.



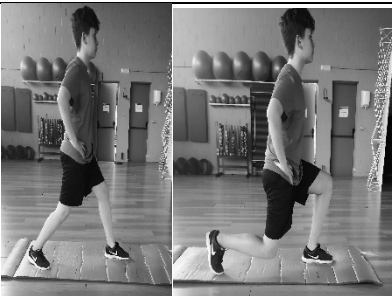
	<u>Exploració Inicial</u>	<u>Exploració final</u>
Nom i cognoms		
Pes		
Alçada		
IMC		
Observació estàtica		
Observació dinàmica		
Observació esquat bipodal i unipodal		
Palpació extremitats inferiors (EEII)		
Valoració muscular d'EEII		
Exploració de la mobilitat: - Articulació femoro-patel·lar - Art. Femoro-tibial - Art. Tíbio – Peroneal superior		
Test del LEA: - Calaix Anterior - Test de Lachman - Pivot shift test		
Mesura de la circumferència de maluc		
Angle Q		





Hiperlaxitud articular (test de Beighton)		
Línia Helbing		
Ample escotadura intercondília		

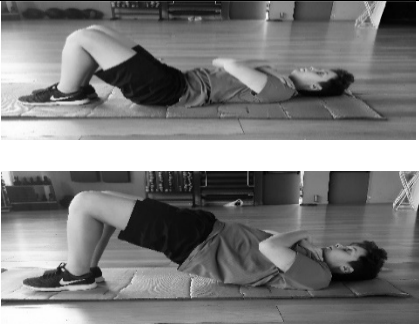


Annex 3: Fitxa de recollida de dades dels tests realitzats a cada participant.

	<u>Test Inicial</u>	<u>Test de seguiment</u>	<u>Test Final (retest)</u>
Nom i cognoms			
- Planxa en decúbit pro			
- Màquina isocinètica Byodex - EEII Dreta - EEII Esquerra			
-Dinamòmetre electromecànic funcional - EEII Dreta - EEII Esquerra			


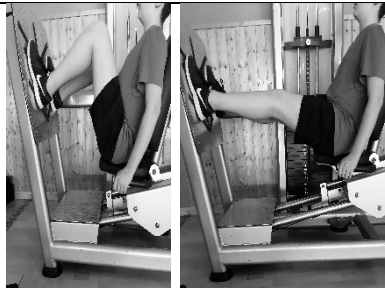
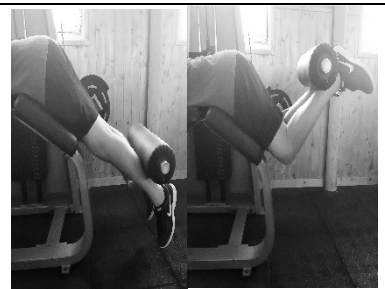

Annex 4: Programa d'exercici terapèutic realitzat pel grup experimental (exercicis extrets de diferents programes: PEP, Knäkntroll i Harmoknee) (50)






Part inicial (5')			
Escalfament basat en el programa <i>Harmoknee</i> : Corrent carrera contínua durant 4', seguit de carrera anant endarrere recolzant les puntes dels peus (30'') i per finalitzar <i>skipping</i> (30''). Intentant no superar el 70% de la freqüència cardíaca màxima.			
Part principal (35')			
Dividida en tres parts: força, pliometria/equilibri i estabilitat del core			
Força (20')			
Descripció de l'exercici	Carrega aplicada	Intensitat	Fotografia/ Seqüència exercici
Esquat bipodal amb els braços estesos davant del cos (extret del <i>Knäkntroll</i>)	3 sèries de 8-15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30''	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	
Flexió de genolls en parelles. El participant que realitza l'exercici està en decúbit pro i el seu company li col·loca les mans sobre la part distal de les extremitats. Per aplicar-li resistència quan realitzi la flexió de genolls (extret de l' <i>Harmoknee</i>)	2 sèries de 12 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30''. En finalitzar les 2 sèries ho realitzarà l'altre participant	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	
Gambada en el lloc, les mans col·locades sobre el maluc (extret del <i>PEP</i>)	2 sèries de 20 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30''. En finalitzar una sèrie canviar d'extremitat	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	

<p>Esquat unipodal, les mans col·locades al maluc (extret del <i>Knäkontroll</i>)</p>	<p>3 sèries de 8-15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30". En finalitzar una sèrie canviar d'extremitat</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Pliomètria / Equilibri (9')</p>			
<p>Salt unipodal cap anterior i posterior amb les mans col·locades sobre el maluc (extret del <i>Knäkontroll</i>)</p>	<p>3 sèries de 8-15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30". En finalitzar una sèrie canviar d'extremitat</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Salts verticals bipodals (extret del <i>PEP</i>)</p>	<p>Realitzar 20 repeticions, aproximadament en 30".</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Salts laterals bipodals (extret del <i>PEP</i>)</p>	<p>Realitzar 20 repeticions, en 30" aproximadament</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	

Estabilitat del core (6')			
Pont lumbar dinàmic amb mans creuades sobre el pit (extret del <i>Knäkontroll</i>)	3 sèries de 8-15 repeticions. Descans entre sèries de 30"	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	
Planxa en isomètrica en decúbit pro, recolzant els avantbraços i les puntes dels peus (extret del <i>Knäkontroll</i>)	Sostenir-la de 15-30"	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	
Pont lumbar isomètric, recolzant les mans al costat del cos, sobre la màrfega (extret de l' <i>Harmoknee</i>)	Sostenir-lo aproximadament 1'	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	

Annex 5: Programa realitzat pel grup control

Part inicial (5')			
Escalfament corrent carrera contínua per l'espai de la sala.			
Part principal (30')			
Descripció de l'exercici	Carrega aplicada	Intensitat	Fotografia/Seqüència exercici
En sedestació realitzar una extensió del genoll en la màquina <i>leg extension</i> , de forma unilateral (primera una extremitat i després l'altra)	3 sèries de 12-15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30". En finalitzar una sèrie canviar d'extremitat	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	
En sedestació realitzar una extensió de genolls en la màquina <i>leg press</i> (premsa de cames), amb les dues cames juntes.	3 sèries de 12-15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30"	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	
Col·locat en decúbit pro realitzar una flexió de genolls en la màquina <i>leg curl</i> , amb les dues extremitats alhora.	3 sèries de 12-15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30"	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	
En bipedestació realitzar una extensió de maluc en màquina, de forma unilateral.	3 sèries de 12-15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30". En finalitzar una sèrie canviar d'extremitat	Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant	

<p>En sedestació realitzar una adducció de maluc, en màquina</p>	<p>3 sèries de 12-15 repeticions cada sèrie. Descans de 30" entre sèries.</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Salts verticals i en aterrar controlar l'aterratge fent un esquat</p>	<p>2 sèries de 15 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30"</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Realitzar un esquat isomètrica sobre un bossu</p>	<p>3 sèries sostenint-la 30". Amb un descans entre sèries de 30"</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Estirat en decúbit supí realitzar flexió del tronc (abdominal)</p>	<p>2 sèries de 20 repeticions cada sèrie. Descans entre sèries de 30"</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Planxa en isomètrica en decúbit pro, recolzant els avantbraços i les puntes dels peus</p>	<p>2 sèries sostenint-la 30". Amb un descans entre sèries de 30"</p>	<p>Mitjançant la F.C i tolerància de cada participant</p>	
<p>Part final (5')</p>			
<p>- Fer 5 minuts de relaxació estirat en la màrrega en decúbit supí, escoltant música relaxant.</p>			

Annex 6: Consentiment informat

Títol del Treball final de Grau (TFG):

Efectivitat de l'entrenament neuromuscular en la prevenció primària de la lesió del lligament encreuat anterior en competidors d'esquí alpí entre 12 i 13 anys.

Autor: Pol Alastuey Cañaveras _____(nom i cognoms)

Jo, _____(nom i cognoms)

He llegit el full d'informació al participant que se m'ha entregat vinculat a l'activitat de recerca del TFG.

He pogut parlar amb: _____(nom del alumne).

He pogut fer preguntes sobre les característiques del treball i li he plantejat els meus dubtes i consideracions.

Comprendc que la meva participació és voluntària.

Comprendc que puc rebutjar la meva participació si no la trobo adequada:

1. En qualsevol moment
2. Sense donar cap explicació al respecte
3. Sense que això repercuteixi en la meva present o futura relació amb l'alumne/a o amb la Fundació Universitària del Bages (FUB)

Manifesto lliurement la meva voluntat de participar com entrevistat en aquest estudi vinculat al TFG del Grau dels estudis universitaris de Fisioteràpia de la FUB.

Data i firma del participant

Data i firma del tutor legal

Data i firma del autor

aspectes ètics complementaris

LOPD

Les bases de dades i fitxers d'anàlisi dels resultats de tots els participants tindran assignat un codi per al qual és impossible identificar el participant amb les respostes donades, garantint totalment la confidencialitat. Les dades que s'obtidran de la seva participació no s'utilitzaran amb altra finalitat diferent de l'explicitat en aquesta investigació i passaran a formar part d'un fitxer de dades del que serà màxim responsable l'investigador principal.

El fitxer de dades de l'estudi estarà sota la responsabilitat de la Fundació Universitària del Bages davant el qual el participant podrà exercir en tot moment els drets que estableix la Llei Orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal i el Reglament general (UE) 2016/679, de 27 d'abril de 2016, de protecció de dades i normativa complementària.

servidor securitzat

Les dades emmagatzemades compleixen els requeriments de seguretat necessaris, tant a nivell del servidor on s'allotgen les dades (control d'accessos, actualitzacions i còpies de seguretat), com de l'accés a les pròpies dades.

Les dades només es poden consultar mitjançant un nom d'usuari / contrasenya personal i intransferible amb un protocol estricte de concessió de permisos.

Les dades estan declarades tant en l'agència estatal de protecció de dades com a l'agència catalana.

Totes les dades recollides en l'enquesta estan dissociades respecte a la identitat dels individus, als quals se'ls assigna un codi d'identificació pel tractament dels resultats obtinguts.

Contextualització del Treball final de Grau:

És la realització d'un treball pioner a escala de Catalunya, fent un programa de prevenció de lesions del lligament encreuat anterior (LEA) del genoll. En esquiadors d'esquí alpí de la categoria U-12, fent un treball neuromuscular específic durant tota una temporada d'esquí (pretemporada i temporada) d'una durada de vuit mesos. A més, del programa hi haurà una exploració física inicial i final, i tres dies de realització de tests per part dels participants, per tenir un control de les variables de l'estudi que es volen estudiar i d'aquesta manera, poder analitzar millor els resultats finals obtinguts.

Annex 7: Taula per descriure la mostra.

VARIABLES	Grup control		Grup experimental		Valor p
	Mitjana	D.E	Mitjana	D.E	
Quantitatives					
<u>E</u> dat (anys)					
<u>IMC</u> (kg/m ²)					
<u>Freqüència cardíaca</u> (màxima)					
<u>Freqüència cardíaca</u> (mínima)					
<u>Hiperlaxitud</u> (Núm. d'articulacions)					
<u>Angle Q</u> (graus)					
<u>Circumferència del maluc</u> (cm)					
<u>Ample escotadura intercondília</u> (mm)					
<u>Quantitat de quilòmetres esquiat</u> en l'actual temporada d'esquí (km)					
<u>Temps d'activitat física no controlat</u> (minuts)					
Qualitatives	<u>n</u>	<u>%</u>	<u>n</u>	<u>%</u>	
<u>Hiperlaxitud articular</u> (quines articulacions)					
<u>Línia Helbing</u> (peu plau, pronat o en supi)					
<u>Extraescolars esportives</u> (quines)					

Figura 12: Taula per descriure la mostra. Elaboració pròpia.

Annex 8: Taula de proposta de resultats per la comparació entre grups.

Comparacions entre el grup experimental i el grup control en PRE, SEGUIMENT i POST intervenció												
Variables	Pre intervenció grup Exp. Vs grup Cont.			Valor p	Intervenció de seguiment grup Exp. Vs grup Cont.			Valor p	Post intervenció grup Exp. Vs grup Cont.			Valor p
	Mitjana	D E	IC 95 %		Mitjana	D E	IC 95 %		Mitjana	D E	IC 95 %	
<u>Control lumbo-pèlvic estàtic</u>												
<u>Equilibri força isquiotibials i quàdriceps</u>												
<u>Moment abductor de maluc</u>												

Figura 13: Taula de proposta de resultats per la comparació entre grups. Elaboració pròpia

Annex 9: Taula de proposta de resultats pel seguiment de cada grup.

		Valors per cada grup en PRE, SEGUIMENT i POST intervenció																
Variables	Grup Control								Grup Experimental									
	Pre Int.		Seg. Int.		Post Int.		Valor p		Pre Int.		Seg. Int.		Post Int.		Valor p			
	MD	IC	MD	IC	Mi	D	I		Mitj	D	I	Mi	D	I	Mi	D	I	
	t	95	t	95	tjana	E	95		ana	E	95	tjana	E	95	tjana	E	95	
	na	%	na	%			%				%			%			%	
<u>Control lumbo-pèlvic estàtic</u>																		
<u>Equilibri força isquiotibial si quàdriceps</u>																		
<u>Moment abductor de maluc</u>																		

Figura 14: Taula de proposta de resultats pel seguiment de cada grup. Elaboració pròpia.