



FISIOTERÀPIA

**Proposta de treball neuromuscular
per la prevenció de lesió Lligament
Encreuat Anterior (LEA) en homes
futbolistes: revisió bibliogràfica i
protocol per estudi Delphi de
Validació Internacional.**

Josep Casasampere Jimenez
Fisioteràpia
Rafel Donat Roca
Revisió Bibliogràfica
2016/2017

Agraïments

Al Sr. Rafel Donat Roca, tutor del treball de fi de grau, per la seva orientació, constància, suport, orientació, exigència i constància d'acompanyar-me i ajudar-me en la trajectòria d'aquest projecte.

Al club esportiu, Atlètic Gironella, per cedir-me les instal·lacions per tal de poder dur a terme els programes de prevenció que inclou el projecte

Índex

| | |
|---|-----|
| Llistat d'acrònims..... | I |
| Sumari de figures..... | II |
| Resum..... | III |
| Abstract..... | IV |
| Introducció – Marc teòric..... | 1 |
| Justificació..... | 16 |
| Objectius | 17 |
| Metodologia..... | 18 |
| Resultats..... | 21 |
| Taula de resultats..... | 21 |
| Dades dels estudis..... | 26 |
| Dominàncies..... | 34 |
| 1- Dominàncies de la població d'estudi..... | 34 |
| 2- Dominàncies del tipus d'estudi..... | 35 |
| 3- Dominàncies de variables clíniques..... | 39 |
| Discussió..... | 43 |
| Conclusions..... | 49 |
| Limitacions..... | 51 |
| Bibliografia..... | 52 |
| Annex..... | 57 |

Llistat d'acrònims:

A continuació és recull el llistat d'acrònims presents en aquest document segons ordre d'aparició:

LEA – Lligament Encreuat Anterior.

EMG – Electromiografia.

RFEF – Real Federació Espanyola de Futbol.

SEBT – Start Excursion Balance Test.

DVJ – Drop Vertical Jump.

LESS – Landing Error Score System.

TFL – Tensor de la Fàscia Lata.

ROM – Rang de Moviment.

ACA – Assaig Controlat Aleatori.

RR- Risc Relatiu.

NCAA – Associació Atlètica Nacional dels Estats Units.

RSE – Relació de Força Convencional.

DCR – Control Dinàmic.

FSR – Relació Velocitat.

SD – Desviació Estàndard.

PDC – Persona Física Recol·lectora de Dades.

FIFA – Federació Internacional de Futbol.

Resum:

Introducció: El futbol és on es produeix més incidències de lesió del Lligament Encreuat Anterior (LEA); aproximadament, oscil·la entre un 0'06 i un 3'7 per 1000 hores de joc, tenint en compte que entre el 70% al 84% d'aquestes lesions es produeixen sense contacte. Aquestes lesions venen produïdes per factors intrínsecs i extrínsecs. Segons la literatura, els factors intrínsecs són descrits com a factors modificables de tipus neuromusculars i biomecànics, mitjançant programes preventius d'entrenament neuromuscular, que tenen per objectiu modificar les variables neuromusculars i biomecàniques que contribueixen a patir una lesió del Lligament Encreuat Anterior (LEA).

Objectiu: Determinar i elaborar una proposta de treball neuromuscular per la prevenció de lesió de Lligament Encreuat Anterior (LEA) en homes futbolistes.

Metodologia: s'ha utilitzat una revisió bibliogràfica d'assaigs clínics de les bases de dades referents en ciències de la salut basades en l'evidència científica com PEDro, PUBMED i Cochrane.

Resultats: d'un total de 57 articles, s'han analitzat 5 després de prescindir dels 52 restants per complir criteris d'exclusió de la revisió bibliogràfica. En el 80% dels estudis analitzats s'han obtingut resultats significatius en la millora de les variables funcionals considerades com a factors de risc per la lesió de LEA.

Conclusions: els programes de prevenció neuromuscular en homes futbolistes tenen el potencial de prevenir les lesions de LEA. Degut a la falta de consens en l'elaboració de programes on s'incloguin totes les variables clíniques i funcionals, en aquest estudi presentem una proposta de treball neuromuscular per la prevenció de lesions de LEA en homes futbolistes.

Pauraules clau: Anterior Cruciate Ligament, Neuromuscular training/ exercici therapy, prevention injury, male ; male soccer players.

Abstract:

Introduction: football is the sport where the mostly incidents of injury to the anterior cruciate ligament (ACL); approximately ranges between 0.06 and 3.7 per 1,000 hours of play, considering that around 70% to 84% of these injuries occur without contact. These injuries are produced by intrinsic and extrinsic factors. Literature describes the intrinsic factors as a modifiable biomechanical and neuromuscular rates, through neuromuscular training prevention programs, with objectives are modify the neuromuscular and biomechanical variables that contribute to an injury suffered ACL (ACL).

Objective: to determine and prepare a proposal for the prevention of neuromuscular injury to the anterior cruciate ligament (ACL) in men players.

Methodology: we used a literature review of clinical trials databases related to health sciences based on scientific evidence, for example, PEDro, PUBMED and Cochrane.

Results: a total of 57 articles have been analysed and after apply the exclusion criteria we keep with five. In 80% of the studies analyzed we have obtained significant results in the improvement of the functional variables considered as risk factors for injury ACL.

Conclusions: neuromuscular prevention programs in sportment have the potential to prevent soccer ACL injuries. Due to the lack of consensus to include all operational variables, we propose a program which includes neuromuscular training for the prevention on injuries in male football players.

Key words: previous Cruciate ligament, Neuromuscular training / exercise therapy, injury prevention, male; male soccer players.

Sumari de figures:

Dominàncies de la població:

Figura 1: edat.....35

Figura 2: nivell competitiu.....35

Dominàncies de tipologia d'estudi:

Figura 3: mida mostral.....35

Figura 4: presència del grup control.....36

Figura 5: durada de l'estudi.....37

Figura 6: sessions d'entrenament.....38

Figura 7: minutus d'entrenament.....38

Dominàncies de variables clíniques:

Figura 8: variable d'intervenció neuromuscular de treball de força de la cadena posterior.....39

Figura 9: variable d'intervenció neuromuscular de treball de força de la cadena posterior.....40

Figura 10: variable d'intervenció neuromuscular d'entrenament de simetria en els canvis de direcció.....41

Figura 11: variable d'intervenció neuromuscular d'entrenament d'estabilitat de nucli.....42

Marc teòric:

Introducció:

El futbol és un dels esports més practicat a nivell mundial. Un estudi realitzat el 2006 determina que aquesta pràctica la porten a terme uns 256 milions de persones arreu del món, de les quals 10% són dones.[1]

El futbol és on es produeix més incidències de lesió del Lligament Encreuat Anterior (LEA); aproximadament, oscil·la entre un 0'06 i un 3'7 per 1000 hores de joc, tenint en compte que entre el 70% al 84% d'aquestes lesions es produeixen sense contacte.[2]

Aquestes lesions són 6 vegades més prevalent en dones que en homes, és important conèixer els patrons de moviments que condueixen a la lesió de LEA, per poder identificar les persones amb alt risc de patir-la, i poder dissenyar un programa efectiu per la prevenció d'aquesta lesió.[3]

Els mecanismes de lesió més comuns és produeixen durant la desacceleració combinats amb els canvi de direcció, en la recepció d'un salt amb els genoll prop de l'extensió màxima, pivotar amb el genoll prop de l'extensió de genoll i el peu clavat al terra.[4]

Segons Alentorn-Geli et al. 2009. Aquets mecanismes impliquen moments de rotació del genoll, var i valg de genoll i translació anterior de la tibia.[5]

Les lesions esportives són una part evitable de la participació, i es pot fer molt per prevenir-les. S'entén en aquesta revisió que les lesions de genoll inclouen ruptures parcials o completes del LEA, sense tenir en compte les lesions de la musculatura circumdant del genoll, i lesions de ròtula. Les lesions del LEA deriven d'un problema biomecànic i neuromuscular, quan les càrregues físiques aplicades excedeixen la força del teixit els lligaments fallen. Les situacions de córrer i esquivar obstacles suposen grans càrregues per l'articulació del genoll. La càrrega del lligament dependrà de: las càrregues externes aplicades a l'articulació, la

postura conjunta quan s'apliquen aquestes càrregues i la capacitat de la musculatura que rodeja l'articulació per reduir les càrregues dels lligaments. És poden reduir aquestes càrregues modificant els factors biomecànics i neuromusculars a través de:[6]

- Reduir les càrregues externes aplicades a l'articulació.
- Canvi de postura i moviment del genoll per reduir la càrrega.
- Millorar la capacitat dels músculs per contrarestar càrregues elevades.
- Millorar la capacitat dels lligaments per suportar càrregues elevades.

Després de patir una lesió de LEA, hi ha diversos dèficits funcionals, no només amb alteracions en l'articulació de genoll, sinó també en canvis en l'activitat neuromusculars ja que receptors sensorials aferents dels lligaments, desenvolupen un paper important en la coordinació muscular i la regulació reflexa en la funció de l'estabilitat articular. Tanmateix, pot anar acompanyada d'una alteració electromiogràfica (EMG) durant la realització de força màxima i l'activitat de locomotora. La lesió de LEA pot alterar la informació articular, principalment la propiocepció a través dels mecanoreceptors, i varis estudis atribueixen aquesta alteració sensible a una alteració en conseqüència del reflex motor.[3]

Als Estats Units es calculen aproximadament 250.000 lesions de LEA anuals. D'aquestes 100.000 lesions es realitza reconstrucció del LEA i, a llarg termini suposa un cost elevat post cirurgia de \$38.121 i la post rehabilitació pot ascendir a \$88,538.[4]

La lesió del LEA suposa un llarg temps de discapacitat, afectant així als nivells d'activitat i amb conseqüència la qualitat de vida de les persones que ho pateixen. Cal tindre en compte també que aquesta lesió pot presentar possibles complicacions a llarg termini, com osteoartritis de genoll, disminució del nivell d'activitat física, inestabilitat articular del genoll i lesions de menisc.[4][6]

En el futbol europeu el 17% de les lesions que és produeixen són de l'articulació del genoll, concretament un 0'8% d'aquestes lesions són de LEA. segons la

literatura, la major part d'aquestes lesions, entre el 70% i el 84%, es produeixen sense contacte amb altres jugadors.[7]

Els programes de prevenció de lesions tenen la capacitat de disminuir la incidència de lesions relacionades en el futbol, i la pèrdua de temps associat a aquestes lesions, així ho demostra un elevat nombre d'evidències. Els investigadors han trobat en el futbol Masculí, als Estats Units, una taxa de lesió global de entre 6,2 i 13,2 lesions per cada 1000 hores d'exposició, en els equips de primera divisió la taxa és lleugerament superior que en la segona divisió amb un 21,92%, respecte un 20,43% per 1000 hores de joc respectivament.[3]

Segons la Real Federació Espanyola de Futbol (RFEF), la temporada 2016-2017 s'han atorgat 851.034 llicències diligenciades per la pràctica del futbol, repartides en un total de 9.746 clubs i 54.351 equips de futbol:[8]

Futbol Masculí: 720.376

Futbol Femení: 31.831

Futbol sala: 98.827

Factors de risc:

- Extrínsec:

- Climatologia: la incidència de lesions de LEA, es produeix quan la gespa natural està seca, i això és fruit de l'increment de fricció i la resistència que presenta la sola de la bota en aquestes condicions.[2]
- Segons Orchard et al. es presenta menys risc de lesió de LEA en un clima fred.
- Tipus de calçat: els tacs de les botes, i les característiques d'aquests com seria la longitud, col·locació que adopten a la sola de la bota i el nombre de tacs, es considera un factor de risc per la lesió del LEA.[2]
- Segons Torg et al. els tacs de les botes augmenten la fricció quan el terreny de joc augmenta la temperatura. Aquest fenomen i sense tenir en compte factors intrínsecs, pot ser un factor de risc de lesió del LEA.

- Relació terreny de joc i calçat: la gespa artificial presenta una superfície més dura, i en temes de desacceleració en impactes presenta un pic més elevat de desacceleració brusca. Aquest tipus de gespa al ser més dura augmenta la tracció de la superfície i fa que la bota tingui més tracció aquests 2 factors suposen més risc de lesió del LEA.[9]

- **Intrínsec:**

- **Factors de risc neuromuscular:** el control neuromuscular òptim és imprescindible per dur a terme accions esportives, ja que el control neuromuscular és l'activació inconscient de les estructures dinàmiques de l'articulació, quan el cos necessita donar una resposta a un estímul. La falta de control neuromuscular podria ser perjudicial, ja que fa que l'esportista sigui més vulnerable en l'execució de tasques esportives, con els canvis de direcció, acceleracions sobtades, frenades brusques, canvis de direcció i aterratges.[9]
- **Factor de risc biomecànics:** per poder dissenyar un programa de prevenció de lesions, es fonamental entendre els mecanismes lesionals derivats dels factors de risc biomecànics, com un dèficit de flexió anterior, adducció, rotació interna de maluc, valg i extensió de genoll es pot traduir en una lesió de LEA. Aquests dèficits poden tindre lloc en 3 plans de l'espai:
 - **Pla frontal:** en els gests esportius com els girs, les recepcions al terra després de realitzar un salt, la frenada, posen en compromís l'articulació del genoll, provocant un valg dinàmic de genoll que inclou una sèrie de patrons de moviment de: rotació interna de maluc, excessiva Adducció de maluc, rotació externa de la tibia i eversió del peu.[2]
 - **Pla Sagital:** una disminució del angle de flexió de maluc pot augmentar

la càrrega sobre el LEA durant l'aterratge després d'un salt i un augment de la força d'activació del quàdriceps augmentaria la càrrega del lligament durant la recepció del salt.[2]

- **Pla transversal:** una disminució de la rotació externa de maluc i un augment de la rotació interna del genoll en accions esportives, podria implicar una major càrrega del LEA.[2]
- **Rigidesa articular relativa i estabilitat:** la musculatura que travessa l'articulació del genoll li dóna estabilitat, és a dir, la rigidesa muscular o la resistència a l'estirament dinàmic protegeix els lligaments de la ruptura quan s'aplica una càrrega, concretament el quàdriceps i els isqui-tibials proporcionen l'estabilitat anteroposterior. [10]
- **Força relativa i reclutament:** l'estabilització dinàmica pel control neuromuscular ajuda a protegir l'articulació del genoll en accions dinàmiques. Per l'articulació del genoll la co-activació dels isqui-tibials i el quàdriceps és clau per prevenir o reduir el moviment del genoll i les càrregues que incrementen el risc de patir una lesió del LCA. El reclutament dels isqui-tibials redueix la càrrega sobre el LCA per part del quàdriceps i podria ajudar a proporcionar estabilitat dinàmica per resistir el desplaçament anterior, lateral i les rotacions de la tibia. Aquesta activació menor dels isqui-tibials juntament amb un menor angle de flexió de genoll durant la recepció d'un salt, i l'oposició de les forces generades pel quàdriceps, podrien comportar un major desplaçament anterior de la tibia i així, un major risc de lesió del LCA. La bibliografia conclou que un augment de la força del quàdriceps amb la conseqüent disminució de la força dels isqui-tibials pot ser un factor de risc per patir una lesió del LCA.[10]
- **Mida de la fossa intercondílica i geometria del LCA:** una fossa intercondílica més petita fa que en la rotació del genoll el lligament s'insereixi dins la fossa, comproment-lo, i augmentant el risc de la seva ruptura.[11]
- **Índex de massa corporal:** diversos estudis relacionen l'índex de massa

corporal amb un posició en més extensió de les extremitats inferiors amb un menor angle de flexió en la recepció d'un salt, fet que s'ha demostrat com a factor de risc per una lesió de LCA. Aquest pot ser l'únic factor de risc anatòmic modificable segons la literatura.[12]

Eines d'avaluació:

Cal identificar la debilitat muscular de la pelvis i de la musculatura de l'extremitat inferior, així com la laxitud lligamentosa generalitzada de pelvis, genoll i peu, mitjançant una avaluació estàtica. Tanmateix, una valoració dinàmica és molt important per identificar anomalies. Les proves que s'inclouen és l'esquat amb una sola cama, un salt de caiguda vertical on es pot analitzar el valg de genoll i diferents anomalies en l'aterratge. Les proves d'imatge com la radiografia aporten informació sobre la pendent de la tibia i l'amplada del solc intercondilar. [9]

A mesura que es coneix més el risc sobre la lesió del LEA i el nombre de prevencions augmenten, es fa més evident que les lesions del LEA es deuen a mecanismes multifactorials com la interacció neuromuscular, biomecànica i anatòmica de l'extremitat inferior. Per aquest motiu d'interacció entre les propietats intrínseques del lligament i la càrrega externa no s'ha pogut fer un model de prediccions sobre els factors de risc de manera més fiable. Per poder realitzar una bona prevenció de lesió sobre el LEA s'han d'avaluar els factors de risc i els estudis biomecànics que estressen aquest lligament.[13]

Un bon programa d'escalfament contribueix a la prevenció de lesió i a un millor rendiment, aconseguint d'aquesta manera un augment en la contracció muscular produint un increment en la millora del sistema cardiovascular. Els escalfaments han de tenir una bona progressió abans d'introduir-se a la practica esportiva [14].

- Tests

- **Start Excursion Balance Test (SEBT):** En el primer test es valora el control postural dinàmic mitjançant l'estabilitat del jugador. Es dibuixen un total de 8 línies sobre el terra, separades per una distància de 45° cadascuna i un punt central on es col·locarà el jugador, aquest haurà de fer un seguit de squats unipodals amb l'altre cama estirada intentant resseguir les línies sense arribar a tocar el terra. D'aquesta manera es treballa sobre els diferents plans de moviment valorant-los tots. El test no es considerarà complert si el pacient toca massa vegades el terra perdent l'estabilitat, recolza els dos peus o s'atura.[14][15]
- **Drop Vertical Jump (DVJ):** Utilitzat per valorar l'alineació del genoll durant l'aterratge per detectar dèficits de força i una incorrecta biomecànica de l'articulació del genoll. En tots dos casos, el jugador, es col·locarà sobre una plataforma de 30cm, amb les cames en extensió i les mans sobre el maluc i es deixa caure al terra i un cop fet l'aterratge realitza immediatament un salt vertical aixecant els dos braços. El test es realitza tres cops amb un salt màxim amb l'ajuda del balanceig dels braços. Si es produeix un moviment en direcció medial del genoll, vol dir que hi ha un augment del valg dinàmic acompanyat de la rotació interna del maluc i rotació externa de la tibia, incrementant el risc de lesió. Tanmateix, es valorarà si els dos peus impacten amb el terra al mateix moment de contacte. Aquest test es valora mitjançant l'anàlisi de vídeo.[16]
- **Single leg hop and hold:** S'utilitza per valorar la força muscular, simetria, coordinació i control neuromuscular durant el salt per determinar si hi ha una bona estabilitat del genoll i una correcta biomecànica. El jugador, ha de fer un salt cap endavant amb recolzament unipodal; es valorarà si el jugador aguanta un mínim de tres segons arribant el màxim de lluny possible i si hi ha una simetria entre

l'extremitat dominant i no dominant de mínim 85%, es realitzaran tres repeticions.[17]

- **Dinamòmetre isocinètic Biodex:** és una eina per realitzar una valoració isocinètica de la musculatura de les extremitats inferiors, per realitzar aquesta valoració es tracte d'un dinamòmetre mòbil Biodez System 3 pro, amb uns sistema informàtic System3 Advantage Software (3.2). abans de realitzar la prova es aconsellable que els subjectes, realitzin un escalfament de la musculatura flexoextensora en una bici estàtica, a continuació és col·loca el pacient sobre una cadira, on hi ha instal·lat un mòdul de genoll, aquest mòdul s'alineja amb l'eix de moviment del subjecte amb l'eix del dinamòmetre. S'analitzen els grups musculars implicats en la flexioextensió de genoll utilitzant un protocol d'avaluació bilateral de genoll CON/CON a 2 velocitats (60º/s i 180º/s) amb 5 i 10 repeticions respectivament. La avaluació es pot realitzar des dels 15ª/segon als 180º/s. Les variables que es poden estudiar en aquesta prova són: moment màxim de força, treball total, potència mitja i raó convencional flexors/extensors.[18]
- **Landing Error Score System (LESS):** aquesta prova consta d'un sistema de detecció d'errors durant l'aterratge; l'atleta es situa sobre una superfície 30 cm més elevada, es deixa caure cap endavant i cap a l'anterior sobre el terra, i immediatament realitza un salt vertical tan alt com sigui possible. Es realitzen 3 repeticions, i a partir d'aquí i mitjançant una taula pròpia descrita es donarà un valor numèric després de ser completada en funció de l'anàlisi del salt. Segons Padua D. (2015) "The landing error scoring System as a screening tool for anterior cruciate ligament injury – prevention program in elite-youth soccer athletes", els atletes joves que puntuïn en 5 o per sobre podrien ser susceptibles de patir una lesió del LEA perquè implica un augment del risc.[19]

Eines de tractament:

Un dels programes preventius en quan a la ruptura del LEA és el *Harmo Knee*, que consisteix en realitzar un bon escalfament i activació muscular, juntament amb exercicis d'equilibri, força i una bona estabilitat del CORE, ja que amb aquesta estabilitat s'aconsegueix una bona producció, transferència i control de la força, degut a l'activació muscular prèvia al moviment de les cames, produïda per una coactivació coordinada entre la musculatura abdominal i antagonistes d'aquesta, aconseguint una bona estabilitat del tronc. [20][21]

Per altra banda hi ha el programa FIFA 11+, que també consisteix en un programa d'escalfament, exercicis d'equilibri, força muscular, polimètrics i una bona estabilitat del CORE, durant un total de 20-25 minuts. Tots els exercicis realitzats es centaven en treballar la força excèntrica dels músculs isqui-tibials i l'agilitat del jugador.[21][22]

Els exercicis polimètrics són els moviments balístics que contempen tant la fase excèntrica com concèntrica, contribuint en la disminució de les forces de reacció amb un augment de l'angle de lesió del genoll, disminuint el risc.[23]

- Per tant, un bon programa d'entrenament neuromuscular a nivell de les articulacions del genoll i maluc durant els moviments de flexo-extensió i abducció, es considera una de les eines més utilitzades per a la detecció clínica a l'hora de disminuir el risc de lesió. Aquests haurien d'incloure enfortiment muscular i estabilitat del genoll, combinat amb exercicis polimètrics i d'equilibri.[14][23]
- Les maniobres de salt i aterratge ha estat implicades en la lesió de LEA, els exercicis pilomètrics (tenen com a components l'aterratge, el salt i manobres de tall) i són capaços de reduir el risc de lesió. Els exercicis propioceptius i d'equilibri estimulen els mecanoreceptors dels lligaments del genoll i poden millorar el control dels moviments voluntaris, millorant així l'estabilitat de l'articulació i reduir les càrregues del lligament i el risc de lesió. L'entrenament d'habilitats com la co-contracció dels músculs isquitibials i quàdriceps durant el contacte prèvi del peu al impactar amb el terra, són modificacions tècniques que han demostrat reduir la càrrega frontal del genoll i la càrrega del LEA,

així com els exercicis de feedback i estímuls de verbals han demostrat que és possible aprendre a utilitzar un angle major de genoll durant l'aterratge.[9]

- El canvi del moviment de la cintura respecte la col·locació del peu i la reducció del centre de masses han demostrat reduir la càrrega frontal del genoll i la càrrega del LEA, per lo tant proposen exercicis d'agilitat, treball de nucli i flexibilitat.[9][10]
- Realitzar exercicis que ajudin a evitar la rotació tibio-femoral i el valg de genoll, mantenir la musculatura abductora, extensora i rotadora externa de maluc en un funcionament òptim, evitar la excessiva pronació del peu, mantenir quàdriceps/isqui-tibials en òptim funcionament d'activació, força i extensibilitat, exercicis que ajudin a millorar la correcta estabilitat i millorar el control motor del complex lumbo-pelvià (musculatura extensora, abductora i rotadora externa de maluc), exercicis que ajudin a mantenir una bona flexió dorsal de turmell, i evitin l'escurçament/rigidesa del tensor de la fàscia lata (TFL) i la hiperextensió de genoll, i exercicis que ajudin aconseguir una bona tècnica de recolzament durant la carrera i assegurin un bon rang de moviment (ROM) de flexió del membre inferior i la mobilitat de maluc[5].
- Hi ha algunes evidències que diuen que incorporar tasques no planificades de canvis de direcció, pot alterar la biomecànica del genoll i pot ser beneficiós aplicar-les en els programes de prevenció. Tanmateix no hi ha poca evidència o evidència nul·la que la fatiga i la falta de visió afecta a la biomecànica del genoll.[24]
- Segons Brown y Cols després de revisar 6 estudis van arribar a la conclusió que per prevenir les lesions s'haurien d'incorporar programes de tasques de no planificades durant els programes de prevenció de lesió de LEA.
- Segons Yoo et al. El programes realitzats durant la pretemporada o durant els entrenaments de temporada, com els exercicis pilomètrics i de força eren eficaços per la prevenció de lesió de LEA, i l'entrenament d'equilibri no ho va ser.

- Heweet et al. Van recomanar la supervisió durant 6 setmanes, amb una adherència mínima de 1 dia per setmana d'entrenament combinat d'exercicis pilomètrics, entrenament de força, equilibri i retroalimentació.

Aquest estudi ha confirmat segons una assaig controlat aleatori (ACA) de 50 futbolistes d'elit; en un programa d'entrenament d'equilibri exigent, durant la maniobra de tall una reducció de la càrrega del LEA, una augment del 18% en el rang de moviment del genoll per acceptar el pes de la postura adoptada al realitzar el moviment, una reducció del 35% de la càrrega de var/valg de genoll, un augment del 15% del nivell de co-contracció isqui-tibials/quàdriceps reduint així un 35% la càrrega del genoll en pla frontal. És important introduir l'entrenament pilomètric que implica (salts, canvis de direcció i aterratges) per millorar el rendiment en maniobres explosives tenen potencial per reduir el risc de lesió del LEA. Els exercicis de desestabilització de tot el cos, tenen afecte neuromuscular augmentant l'estabilitat de l'articulació i disminuint les càrregues dels lligaments, els exercicis de desestabilització de genoll podrien millorar el control de moviments voluntaris per millorar l'estabilitat del l'articulació del genoll i reduir les càrregues dels lligaments ja que estimulen els mecanoreceptors del lligament. L'entrenament d'habilitats realitzant moviments esportius específics i fent una descripció qualitativa als esportistes durant la realització dels següents moviments descrits minimitzarà el risc de lesió: 1- Canvi de moviment del tronc respecte la col·locació del peu, 2- La reducció del centre de la massa corporal, 3- Augment de la flexió de genoll durant el contacte amb la superfície, 4- Augmentant la co-contracció isqui-tibials/quàdriceps durant el contacte previ amb el peu al terra, 5- Adoptar una postura correcta prèvia a l'acció. La realització de tasques esportives de manera imprevista compromet els patrons d'activació de la musculatura estabilitzadora de genoll i redueix la càrrega del lligament. Per lo tant han de familiaritzar els jugadors amb la fabricació de lo imprevist , impuls del moment sense previ avís.[2]

- Segons Cubierta et al. Han demostrat que és possible aprendre a utilitzar

un angle de flexió més elevat durant l'aterratge utilitzant informació verbal.

- És especialment important el control muscular de l'extremitat inferior, concretament el grup muscular de la cadena posterior: glutis (major i mig), isqui-tibials gastrocnemis i soli, aquesta musculatura ha de poder ser reclutada apropiadament per absorbir les forces resultants de la reacció del terra durant l'aterratge.[3]

Descripció de les diferents propostes de treball neuromuscular per la prevenció de lesió de Lligament Encreuat Anterior (LEA).

- **Programa de treball neuromuscular FIFA 11+:**

Aquest programa d'escalfament, presenta una duració de 20-25 minuts i consta de 3 parts:

- 1- Exercicis d'execució que inclou carrera continua frontal, exercicis circulars amb un company, exercicis de zig-zag, esprints endavant i endarrere, eslàlom endavant i endarrere, i exercicis alterns de esprints i eslàlom i exercicis de rotacions endavant i endarrere.[25]
- 2- Exercicis de força, pilomètrics i de balanç Nivell 1: exercicis sobre d'elevació de la cama sobre un banc, primer alternant les cames vertical al banc, tot seguit horitzontal al banc, tot seguit salts bipodals per sobre el banc, exercicis de isquitibials, exercicis de esquat amb salts, equilibri amb una extremitat i canviar a l'altre, planxa frontal, planxa lateral a 45º i salt lateral.

Exercicis de Força, Pilomètrics i de Balanç Nivell 2: exercicis sobre un banc elevació de la cama i mantenir-se sobre el banc, exercicis horitzontals al banc amb elevació de les extremitats, salts monopodals, exercicis de isquitibials avançats, salts encreuats, equilibri amb una extremitat i canviar a l'altre fent un salt, planxa lateral 90º i doble salt lateral.[25]

3- Exercicis de córrer: exercicis progressius de velocitat, esprint llarg, esprint en diagonal, picar de peus al terra i sortida en esprint curt, esprint llarg en diagonal i picar de peus al terra i sortida amb esprint llarg.[25]

- **Programa de treball neuromuscular F-MARC 11+:**

Aquest programa d'escalfament es distribueix en 3 parts amb una duració de 8 minuts, 10 minuts i 2 minuts respectivament:

1- Carrera continua, exercicis per exercitar el maluc, aixecant una cama i realitzant rotació externa de manera bilateral, tot seguit el mateix exercici realitzant rotació interna de maluc, realitzar circumducció de maluc, salt amb contacte amb l'espatlla d'un company, córrer endavant, frenar i corre endarrere.[21]

2- Exercicis de Força, Pilomètrics i de Balanç: 3 Nivells de dificultat, Nivell 1, Nivell 2 i Nivell 3 respectivament:

Realitzar la planxa frontal, ambdós peus recolzats al terra aguantant 20-30 segons, planxa frontal alternant un peu i l'altre sobre l terra durant 40-60 segons, planxa frontal alternant un peu i l'altre sobre el terra mentre l'altre cama s'eleva 15-20 cm del terra, durant 20-30 segons.

Planxa lateral amb la cama que recolza amb el terra, flexionada a 90º, s'eleva el maluc durant 20-30 segons, es realitza bilateralment, planxa lateral amb la cama que recolza al terra estirada, planxa lateral amb la cama que recolza el terra estirada s'eleva el maluc durant 20-30 segons, es realitza bilateralment, planxa lateral ambdues cames paral·leles, s'eleva el maluc, s'aixeca la cama superior i es torna a baixar lentament en línia recta, es repeteix durant 20-30 segons, es realitza bilateralment.

Exercicis de isqui-tibials nòrdic hamstrings 3-7 repeticions, 7-10 repeticions i 12-15 repeticions.

Mantenir l'equilibri sobre una cama durant 30 segons, es realitza bilateralment, mantenir l'equilibri sobre una cama i llençar al pilota a un company/a durant 30 segons, es realitza bilateralment,

mantenir l'equilibri sobre una cama amb un company/a davant amb la mateixa posició, es tracta de desequilibrar el company durant 30 segons, es realitza bilateralment.

Esquat bipodal, pujar i baixar realitzant esquat durant 30 segons, esquat realitzant un pas endavant i deixant caure el maluc endavant amb les mans enganxades al maluc, esquat monopodal, 10 repeticions a cada extremitat.

Salts verticals durant 30 segons, salts laterals durant 30 segons, salts laterals més llargs.[21]

- 3- Exercicis de córrer: 40 metres a una intensitat del 75-80%, realitzar aproximadament 5 metres de carrera continua, tot seguit realitzar 6-8 passos amb els genolls elevats a la màxima altura possible. Exercicis de canvi de direcció, acabant amb un esprint.[21]

- **Programa de treball neuromuscular Harmoknee.**

El programa consisteix en 4-5 minuts, de carrera continua de intensitat baixa a moderada, realitzant tasques de moviments de circumducció d'extremitats inferior i superior, un vegada completat aquest cicle, és comença realitzant 6-8 minuts de estiraments, tasques de passos llargs, passos laterals, rotacions de tronc, i tasques multidireccionals realitzant 3 series de baixa a alta intensitat progressivament, amb un descans de 15 segons entre series. Tot seguit és realitza treball balístic, 5 repeticions de salts simples, salts amb una extremitat fent 5 repeticions multidireccionals, exercicis de tall i canvi de direcció 5-15 minuts. Tot seguit tasques de desacceleracions en varies direccions (3 repeticions cap endavant i 5 laterals) .

La durada total d'aquest programa és de 20-25 minuts, inclou 5 parts; activació muscular, escalfament, equilibri, força i estabilitat de nucli.[26]

- **Programa de treball neuromuscular PAFIX:**

El programa s'inicia:

- 1- Carrera suau dins d'un quadrat de 10m2, fent variacions per cada lateral del quadrat, com córrer endavant, endarrere, passos laterals a la dreta i esquerra.
- 2- Es col·loquen cons a 1 metre de distància en forma de ziga-zaga fins arribar als 10 metres de longitud, el jugador realitza la ziga-zaga, i no poden sobrepassar l'amplada màxima de 2 metres.
- 3- Es col·loquen els cons a menys de 1 metre de distància, en línia recta, el jugador realitza un salt vertical monopodal per sobre els cons.
- 4- Exercici propioceptiu sobre un disc d'equilibri.
- 5- Exercici propioceptiu sobre una taula d'equilibri, amb diferents progressions (exercici monopodal, bipodal, ulls oberts i tancats...)
- 6- Exercici propioceptiu sobre una taula d'equilibri, els jugadors es posicionen a 10 metre de distància, i es van passant una pilota amb la mà, sense que aquesta toqui al terra, mentre mantenen l'equilibri. A continuació es realitza el mateix exercici passant-se la pilota amb el peu. Tot seguit es realitzen tasques d'equilibri saltant sobre el plat inestable i aguantant un segons a sobre.
- 7- Exercici de salts d'obstacles: es realitzen salts verticals endavant, laterals esquerra/dreta.
- 8- Exercicis de tall i canvi de direcció. Mitjançant exercicis d'improvització i prèviament estipulats.
- 9- Exercicis d'equilibri amb pilota suïssa.
- 10- Exercicis de squat.
- 11- Exercicis de tècnica d'aterratge.[27]

Mecanismes de lesió del Lligament Encreuat anterior (LEA) sense contacte en futbolistes:

- Segons aquest article observem els 3 mecanismes lesionals més prevalent en el futbol professional, es van detectar 39 lesions de LEA entre l'any 2001 i 2011, 27 de les quals al club d'elit de la UEFA (2003-2011), 5 a la lliga professional de Suècia (2002-2008) i 7 a la lliga Noruega (2006-2011). Del total de lesions 26 es van produir sense contacte.[4]

Justificació:

En els últims anys, s'ha evidenciat un augment de la pràctica del futbol, aquest augment és directament proporcional al risc de patir lesions vinculades a la pràctica d'aquest esport. Concretament la lesió de LEA té un efecte negatiu cap a la persona que ho pateix, tant a nivell psicològic, físic i social, aquesta lesió comporta una estada apartada de la pràctica de l'esport durant un llarg període de temps, durant aquest període de temps implica un procés de rehabilitació i com a conseqüència un elevat cost econòmic per la societat.

Aquestes lesions no només les pateixen jugadors professionals de futbol, sinó també les pateixen jugadors que practiquen futbol de manera esporàdica o ocasional.

La gravetat de la lesió del LEA fa que la fisioteràpia adopti un paper important no tan sols en la rehabilitació d'aquesta lesió, sinó que adopti un paper important a nivell preventiu per reduir-ne o evitar-ne la incidència.

Partint d'aquesta base el propòsit d'aquest treball és valorar l'efectivitat dels protocols de prevenció neuromuscular de LEA més actuals, i identificar si compleixen les variables clíniques i funcionals per disminuir-ne la incidència. Tot seguit l'objectiu d'aquesta revisió és proposar un nou protocol de prevenció per la lesió de LEA.

Objectius:

- Objectiu general:

- Determinar i elaborar una proposta de treball neuromuscular per la prevenció de lesió de Lligament Encreuat Anterior (LEA) en homes futbolistes.

- Objectius específics:

- Analitzar els efectes de diferents propostes de treball neuromuscular, en relació a la dominància del lligament, per la prevenció de la lesió del LEA, en homes futbolistes
- Analitzar els efectes de diferents propostes de treball neuromuscular, en relació a la falta de control de tronc, per la prevenció de la lesió del LEA, en homes futbolistes.
- Analitzar els efectes de diferents propostes de treball neuromuscular en relació a dominància de quàdriceps per la prevenció de la lesió del LEA, en homes futbolistes.
- Analitzar els efectes de diferents propostes de treball neuromuscular en relació a la dominància d'una de les extremitats, per la prevenció de lesió del LEA en homes futbolistes.

Metodologia:

Paraules clau:

Anterior Cruciate Ligament, Neuromuscular training/ exercici therapy, prevention injury, male ; male soccer players.

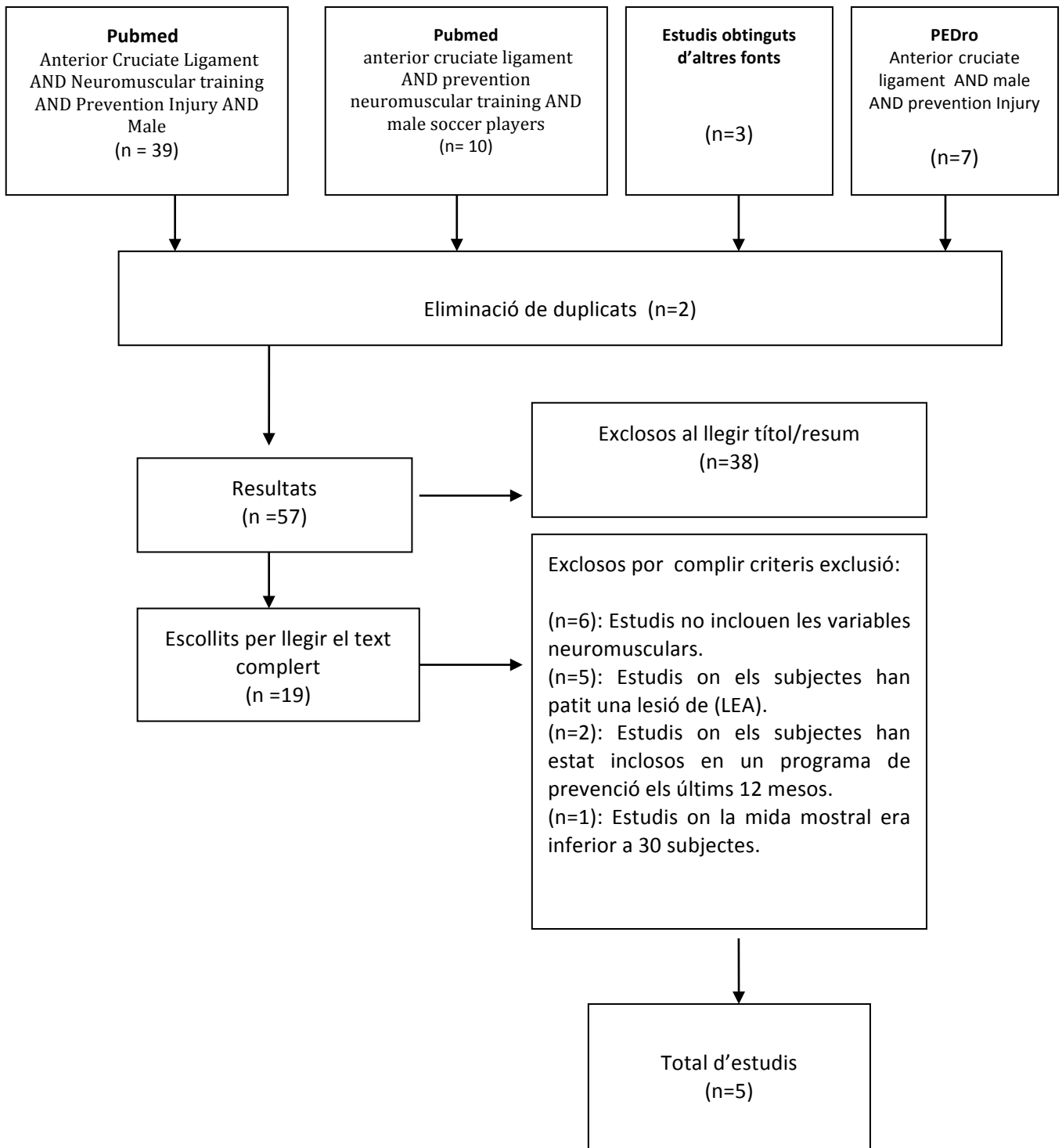
Criteris d'inclusió:

- Assajos clínics.
- Assajos compresos entre 2007 i 2017.
- Població d'estudi: principalment homes futbolistes, degut a l'escassetat de publicacions, s'han acceptat publicacions en que inclou homes i dones, sempre i quant els resultats hagin estat unificats, i per tant el resultat de l'estudi s'hagi pogut extrapolar en homes futbolistes.
- Ús del treball neuromuscular com a teràpia preventiva.
- Nivell d'evidència: 4/10 a l'escala PEDro.

Criteris d'exclusió:

- Assajos en que els programes d'entrenament neuromuscular no incloguin mínim una de les variables neuromusculars que es tenen en compte en aquesta revisió.
- Mida mostral superior a 30 subjectes.
- Subjectes que hagin patit una lesió de lligament creuat anterior, abans de realitzar l'estudi.
- Subjectes que hagin estat inclosos en un programa de prevenció de lesions als últims 12 mesos, abans de realitzar l'estudi.
- Tipus d'estudis observacionals o revisions sistemàtiques.

Diagrama de flux:



Nivell d'evidència dels assajos clínics:

A continuació es mostra el nivell d'evidència de cada article de resultats segons l'escala PEDro.

| | Holly Silvers- Granelli et al. 2015 | Dustin et al. 2013 | Abdalhamid et at. 2012 | Llinsay J. Diestefano et al. 2009 | C Finch, D Lloyd, B Elliott. 2008 |
|--------------|--|------------------------------------|--|---|---|
| 1 | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí |
| 2 | Sí | No | Sí | Sí | Sí |
| 3 | No | No | Sí | Sí | No |
| 4 | Sí | Sí | No | No | Sí |
| 5 | Sí | No | No | No | No |
| 6 | No | No | No | No | No |
| 7 | No | No | No | No | Sí |
| 8 | Sí | Sí | Sí | Sí | No |
| 9 | Sí | No | Sí | No | Sí |
| 10 | Sí | Sí | Sí | No | Sí |
| 11 | No | Sí | No | No | No |
| Total | 7/10 | 4/10 | 5/10 | 4/10 | 5/10 |

Resultats:

Els resultats, s'obtenen a partir dels següents assajos clínics, segons els objectius específics i les variables neuromusculars d'estudi que s'inclouen en la present revisió bibliogràfica. Els resultats es mostren en format taula, on inclou els autors i any de l'estudi, mida mostral, finalitat i variables de l'estudi i els resultats obtinguts. A continuació es presenta una descripció detallada de les diferents característiques de cada assaig clínic.

Taula de resultats:

| Autor, any i nivell d'evidència | Població d'estudi i tamany de la mostra | Finalitat i variables del estudi | Eines de mesura o avaluació | Resultats obtinguts |
|--|---|--|---|---|
| Holly Silvers-Granelli: et al. Novembre 2015 PEDro: 7/10 [28] | 65 equips de futbol Masculins de la 1a i 2a divisió de la federació Nacional del col·legi dels Estats Units. Edats entre 18_25 anys. Grup control N=850 Grup intervenció N=675 | Determinar si els equips que participen en el programa de prevenció de lesions FIFA11+, tenen una menor taxa de lesions i tanmateix reduiran la pèrdua de temps degut a una lesió, en comparació al grup control. Total temps del programa 20' repartits en: 8 minuts: Exercicis de: - tall - canvi de direcció - desacceleració - tècniques d'aterratge | Dades de lesió i hores d'exposició a la lesió de cada jugador. Sistema de vigilància de lesions HealthAthlete. Per comparar els dies perduts d'entrenament degut a les lesions, es van utilitzar 2 tests i models de regressió linial generalitzada 1- (Biostatistics Core Facility, Universidad de | Grup control va patir majors lesions per equip (mitjana+- DE, 19,56 +- 11,01) en comparació al grup intervenció (mitjana +- DE 10,56 +- 3,64) Un cop estratificats els resultats per tipus de lesió en el genoll, es va registrar 16 lesions de LEA en el grup control (2'4%, IR, 0,362) i |

| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| | | <p>adequades</p> <ul style="list-style-type: none"> - exercicis de força, pilomètrics i equilibri <p>10 minuts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - treball del nucli - control excèntric i propiocepció <p>2 minuts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - preparar els jugadors per la participació en l'entrenament | <p>Delaware)</p> <p>2-lesions analitzades per ubicació, duració, i tipus de gespa.</p> | <p>3 lesions de LEA en el grup intervenció (1,1%, IR, =,085), el que representa la reducció 4'25 vegades la probabilitat de patir una lesió de LEA (RR, 0,236 [IC del 95%, 0,193-0,93], NNT= 70, P=0,001).</p> |
| <p>Dustin et al.</p> <p>Novembre 2013.</p> <p>PEDro: 4/10</p> <p>[29]</p> | <p>Jugadors de futbols Masculins de 18 a 25 anys.</p> <p>Grup control: N=30</p> <p>Grup Intervenció N=34</p> | <p>Analitzar l'efecte del programa específic d'escalfament F-MARC 11+ sobre la incidència de lesions de l'extremitat inferior. Durant 2 anys</p> <p>Intervenció:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Força muscular. - Capacitat Propioceptiva. - Control de salt d'Aterratge. - Velocitat de tall. - Control neuromuscular, | <p>Comparació amb el grup control, càlculs de risc relatiu per compara la incidència, de lesions de l'extremitat inferior en 1000 hores de joc.</p> <p>Proves (t) d'emparellament amb una $P < 0,05$, per avaluar la</p> | <p>El grup intervenció va demostrar una taxa de lesions del 2'2 per 1000 hores de joc, respecte el 8'1 per 1000 hores de joc del grup control. El risc relatiu de incidència de lesió va ser significatiu (0'28).</p> |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | Jugadors de futbol de la Associació Atlètica Nacional dels Estats Units. (NCAA) de la 3a divisió. | estàtic i dinàmic. | pèrdua de temps degut a la lesió de l'extremitat inferior | |
| Abdolhamid Daneshjoo. Abdul Hailm Mokhtar, Nader Rahnama. Ashril Yusof. Desembre 2012 PEDro: 5/10 [30] | Jugadors de futbol professional. Edats de 17 i 20 anys. Grup intervenció FIFA 11+: N= 12. Grup Intervenció harmoknee: N=12. Grup control: N=12. | Determinar l'efecte del programa de prevenció de lesions FIFA 11+, programa Harmoknee i un grup control. En relació a la força convencional (RSE), relació de control dinàmic (DCR) i relació velocitat Ràpida/Lenta (FSR). Variables: - relació isqui-tibials/ quàdriceps. - dominància d'una extremitat. | Dinamòmetre isosinètic Biodex 3, per avaluar dades isocinètiques dels isqui-tibials i quàdriceps. | El programa FIFA 11+ va presentar diferències de millora significatives en les proves post-test de RSE, DCR i FSR.(t = 3,87, p = 0,001). El programa Harmoknee, va registrar diferències en la millora de RSE, DCR i FSR. Però aquestes no van ser significatives. (p=0,05) |
| Llinsay J. Diestefano et al. Any 2009 | jugadors i jugadores de futbol de 27 equips. N= 237. | Comprar canvis en la tècnica d'aterratge entre subjectes classificats en diferents nivells d'error en el moviment, després | Anàlisi de vídeo, amb 3 càmeres (Sony DCRHC30, Park Ridge, NJ). | Els grups d'intervenció van millorar els patrons d'aterratge |

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| <p>PEDro: 4/10</p> <p>[31]</p> | <p>Amb una mitja d'edat de 14 anys.</p> | <p>de completar un programa de prevenció de lesions.</p> <p>Variables:</p> <p>Patron d'ateratge en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - flexió de genoll al contacte inicial. - flexió de tronc al contacte inicial. - rotació externa del peu. <p>desplaçament de valg de genoll i desplaçament del tronc.</p> | <p>Tècnica de moviment amb el sistema de puntuació d'errors d'aterratge (LESS), durant la tasca de jumplanding.</p> | <p>després de finalitzar el programa de prevenció de lesions.</p> |
| <p>C Finch, D Lloyd, B Elliott.</p> <p>Desembre 2008.</p> <p>PEDro: 5/10</p> <p>[32]</p> | <p>jugadors de futbol masculins, majors de 16 anys.</p> <p>Grup Intervenció N= 60.</p> <p>Grup control N=60.</p> | <p>Avaluar l'efectivitat de les estratègies d'intervenció en les variables biomecàniques i neuromusculars per reduir la taxa de lesions.</p> <p>Determinar si el programa PAFIX:</p> <p>1-Reduirà les lesions de genoll després d'una intervenció d'exercicis específics.</p> <p>2-durant la temporada les variables biomecàniques i neuromusculars estaran relacionades amb el risc de lesió.</p> | <p>Persona física recollidora de dades primàries (PDC), temps d'exposició, compliment i lesions i circumstàncies d'aquestes.</p> <p>Anàlisi de vídeo mitjançant el software SiliconCoach, per determinar si el jugador ha executat bé la tècnica.</p> | <p>Les intervencions d'aquest assaig clínic, tenen la capacitat de millorar la resistència de les forces aplicades a l'articulació del genoll, tanmateix, aquesta intervenció té la capacitat de reduir la incidència de lesions amb contacte i sense contacte.</p> <p>No mostra %.</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <p>3-les adaptacions neurals i biomecàniques s'associaran amb un menor risc de patir una lesió, després del programa d'intervenció.</p> <p>Variables de l'estudi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - equilibri i pertorbació. - tasques de tall, canvis de direcció i aterratge. | | |
|--|--|--|--|--|

1- Holly Silvers- Granelli et al.

La federació internacional de futbol (FIFA), juntament amb el seu Centre d'Investigació i Avaluació Mèdica (F-MARC), va dissenyar un programa de prevenció de lesions anomenat FIFA11+, amb l'objectiu de reduir les lesions produïdes a causa de la participació en el futbol. Aquest nou programa té com a objectiu abordar les principals deficiències fisiològiques en futbolistes, per prevenir les lesions, i disminuir així la taxa de lesió i reduir la pèrdua de temps degut a una lesió. El nou programa FIFA11+, és una modificació del protocol anomenat "els 11".

Aquest estudi és un Assaig aleatori controlat prospectiu, en equips de futbol masculí, amb una duració de 5 mesos, per determinar si el grup d'intervenció que consta de 675 futbolistes de 27 institucions, es va recollir dades d'informació demogràfica, incloent l'edat, la posició de joc, i el domini de l'extremitat inferior. La Divisió 1, va patir un nombre significativament major de lesions durant les hores de joc, però no en les hores d'entrenament respecte la Divisió 2.

El programa es portava a terme 3 sessions per setmana durant 20 minuts per sessió. Les lesions enregistrades es classifiquen en la sensació del jugador durant un partit o entrenament, independentment de la necessitat d'atenció mèdica o pèrdua de temps. Quan en una lesió el jugador va precisar atenció mèdica, va ser enregistrat com a lesió de "atenció mèdica". Quan el jugador a causa de la lesió no va poder finalitzar el partit o entrenament, es va registrar com "pèrdua de temps". Segons una regressió de Poisson hi va haver un nombre significatiu major de dies perduts, quan la intervenció no es va utilitzar el dia de la lesió (mitjana +- DE 10.65+- 15.35 dies) respecte quan es va utilitzar la intervenció (mitjana +- DE 6.56 +- 10.44 dies). No hi va haver diferència respecte els dies perduts en el grup d'intervenció basat en el tipus de terreny de joc.

El total de dies perduts en el grup control va ser de 8790, en comparació amb el grup intervenció amb 2944 dies.

criteris d'inclusió de l'estudi: estudiants que participen en una institució de 1a i 2a Divisió Col·legi Universitari dels Estat Units (NCAA), que no hagin participat en un

programa de prevenció de lesions en les últimes 4 temporades competitives. El grup d'intervenció, va rebre un DVD amb les instruccions del programa FIFA11+, juntament amb un manual de prevenció de lesions on és descrivia la intervenció FIFA11+ en detall. Les dades del temps d'exposició de l'atleta, les lesions patides i la utilització del programa FIFA11+, van ser enregistrades setmanalment pel preparador físic i verificat pel personal d'investigació.

La utilització del programa FIFA11+ demostra una menor probabilitat de que un futbolista es lesioni (RR, 0'54 [IC del 95%, 0'49-0,59], $P < 0,0001$; NNT= 2,64).

El programa FIFA11+, dona una preparació òptima per la pràctica de l'esport, un cop completat aquest programa es pot observar un increment de l'activació muscular del gluti mig i menor, recte abdominal.

Segons Daneshjoo et al. Després de 24 sessions utilitzant el programa FIFA11+ un total de N=36 jugadors de futbol Maculi sub-21 es va observar que el el par concèntric de quàdriceps va augmentar un 27'7% a 300 graus/s en la cama dominant ($P < 0,05$). Respecte al par de força dels isqui-tibials en concèntric a la cama dominant va augmentar un 22%, 21,4% i 22,1% a 60, 180 i 300 graus/s, respectivament, i en la cama no dominant 22,3%, i 15,7% a 60 i 180 graus/s respectivament, en comparació.

2- Dustin et al.

La federació internacional de futbol (FIFA), juntament amb el seu Centre d'Investigació i Avaluació Mèdica (F-MARC), va dissenyar un programa de prevenció de lesions anomenat programa F-MARC 11+, es un estudi de cohorts realitzat durant 2 temporades, per avaluar si aquest programa era més efectiu per la prevenció de lesions d'extremitats inferiors que un entrenament convencional.

La primera temporada va representar el grup control, i la segona temporada van rebre formació del programa F-MARC 11+.

El programa F-MARC 11+ té una duració de 20 min, i consta de 3 components:

- 1- 6 exercicis amb carrera a velocitat moderada, on s'inclouen tasques de pertorbació, estiraments dinàmics juntament amb un altre company.
- 2- 6 exercicis de força, equilibri i control de l'aterratge amb progressió.

3- 3 sèries a velocitat elevada on inclouen maniobres de tall.

Aquesta intervenció va ser supervisada per un preparador físic, per garantir el compliment, i motivar verbalment als jugadors, tots els exercicis disposaven de 3 nivells de dificultat, que anaven avançant progressivament quan el preparador físic ho creia oportú.

Aquest programa inclou l'augment de velocitat, exercici progressiu per tal de millorar l'especificitat del programa d'escalfament enfocat al futbol, ja que inclou exercicis de control de tronc durant l'aterratge i el tall.

El grup intervenció va demostrar una taxa de lesió inferior al grup control amb un 2'2 lesions per 1000 hores de joc i 8'1 lesions per 1000 hores de joc respectivament. El grup control va perdre 291 dies per lesió respecte 52 dies que va perdre el grup intervenció.

La reducció de lesions va disminuir amb l'aplicació del programa supervisat, F-MARC 11+. La intervenció, no va presentar lesions de LEA.

Limitacions: En aquest programa es requereix un entrenador per dur a terme el programa, no es van tindre en compte possibles lesions anteriors dels participants i aquests van ser inclosos independentment del seu historial de lesions. La falta de dades mesurables com el rendiments neuromuscular, propioceptiu, funció de la força, és una factor limitant per l'estudi de prevenció de lesions, ja que no es van quantificar variables fisiològiques, i no es pot determinar quin és el mecanisme que disminueix el risc de lesions, ni identificar la part més efectiva d'aquest programa.

3- Abdolhamid Daneshjoo. Abdul Hailm Mokhtar, Nader Rahnama, Ashril Yusof.

El present assaig clínic, compara l'efectivitat dels 2 programes de prevenció de lesions, com es el FIFA 11+i el Harmoknee, amb els afectes que poden tenir aquests 2 programes en la relació convencional de força (RSE), relació de control dinàmic (DCR) i la relació amb velocitat ràpida i lenta (FRS), en jugadors de futbol professional.

Aquest estudi es centra en l'equilibri muscular entre isqui-tibials i quàdriceps, la (DCR) es calcula a partir del par de força excèntrica de isqui-tibials, dividit del par de força concèntrica del quàdriceps, els valors normals han d'estar per sobre de 1,00 de velocitat mitja per proporcionar una estabilitat dinàmica de l'articulació i reduir així el risc de lesions.

L'eina de mesura de dinamòmetre isocinètic, es va utilitzar per avaluar la força dels isqui-tibials i quàdriceps de tots els jugadors, aquesta prova es realitzava en el moment de la pre-intervenció i la post-intervenció. Les dades recollides abans de la intervenció i després de la intervenció van ser processades amb el software SPSS, per fer la comparació de la força pre-intervenció i post-intervenció en els grups del FIFA 11+, Harmoknee i control. Durant l'anàlisi de les dades es va utilitzar una via de covariància (ANCOVA) amb els valors abans de la intervenció como a covariable seguint el mètode Pallant.

El resultat de la relació convencional de força (RSE):

El programa FIFA 11+ segons l'emparellament de la prova T va mostrar un augment significatiu del 8% amb una tendència més elevada de velocitat angular entre la prova de pre-test i post-test ($T=3.08$, $p=0,01$).

El resultat de la relació de control dinàmic (DCR):

El programa FIFA 11+ segons l'emparellament de la prova T va mostrar diferències significatives a la cama dominant ($T=2,68$, $p=0,02$). Pel que fa la cama dominant el programa FIFA 11+ va mostrar una disminució del DCR ($p=0,05$) en un 40%, tanmateix la prova T es va trobar diferència significativa en la cama no dominant ($T= 3,87$, $p=0'003$).

En el programa Harmoknee la prova T, va indicar una disminució significativa del DCR ($p= 0,05$), en un 30%, però no es van mostrar diferències significatives ($p=0'05$).

El resultat de velocitat ràpida i lenta (FRS):

El programa FIFA 11+ segons l'emparellament de la prova T entre les proves pre i post-test hi ha haver un augment significatiu de un 8%, en el quàdriceps de la cama no dominant ($T=2,37$, $p=0,03$).

En el programa Harmoknee no es van observar diferències significatives ($p= 0,05$).

4- Llinsay J. Diestefano et al.

En el present assaig clínic te com a objectiu principal a partir dels moviments erronis que s'ha realitzat abans d' iniciar aquest assaig (pre-test) volen comparar els canvis en la tècnica d'aterratge en els futbolistes, després d'efectuar el programa d'intervenció. I com a objectiu secundari comparar l'efectivitat d'un programa de prevenció de lesions estratificat en errors de moviment específics i un programa genèric per a tots els jugadors.

El programa consta de dividir els 237 jugadors/jugadores en 2 grups:

1-Programa de prevenció de lesions estratificat: es van assignar 13 equips (n=155) Segons les proves efectuades en el pre-test (squats), es van classificar en 3 subgrups:

- 1.1- Subjectes (n=48) en que durant el la tasca de squat, el genoll tenia tendència a la ABD en qualsevol punt durant el moviment, van ser assignats al grup (MKD). Aquest grup ca realitzar exercicis d'estiraments estàtics, i exercicis per d'activació de la musculatura, per tal de corregir el patró de moviment, per incidir en el desplaçament mig del genoll, es van realitzar exercicis de potenciació i estirament de Adductors i Abductors de maluc, respectivament.
- 1.2- Subjectes (n=67) en que durant la tasca de squat, el genoll i el dit gros del peu, tenien tendència anar a la ABD en qualsevol punt del moviment, van ser assignats al grup (TO). Aquest grup va realitzar exercicis d'estiraments estàtics, i exercicis per d'activació de la musculatura, per tal de corregir el patró de moviment, així com potenciar i estirar la musculatura de la cama (no especificada).
- 1.3- Subjectes (n=26) que durant la tasca de squat no demostren desplaçament mig del genoll, van ser assignats al grup (NA). Aquest grup va realitzar exercicis per millorar l'estabilitat i la força de les extremitats inferiors.

2-Programa de prevenció generalitzat: es van assignar 14 equips (n=155). Van realitzar un conjunt d'exercicis per estirar i potenciar varis grups musculars de les extremitats inferiors (no especificats), i entrenament de bona alineació postural en les tasques d'activitat física (no especificada). El programa assignat al grup d'intervenció generalitzada era més aviat un escalfament.

La supervisió d'aquest programa la portaven a terme els assistents d'investigació, visitaven els equips una vegada per setmana, durant el curs de la temporada, per tal de corregir la tècnica de l'exercici i el compliment d'aquest.

L'anàlisi de les tasques d'aterratge (dropjump) van ser analitzades mitjançant un programa l'anàlisi de vídeo, amb 3 càmeres (Sony DCRHC30, Park Ridge, NJ). Un cop processats els vídeos, es van anotar utilitzant el LESS (eina d'avaluació estandarditzada que avalua el moviment clínic per identificar patrons de moviment erronis en la tasca de dropjump. Basat en 9 ítems segons l'angle de flexió de genoll, angle de valg de genoll, angle de flexió de tronc, angle de flexió plantar del turmell, posició del peu, moviment total de l'articulació, quantitat total de l'aterratge.

En aquest assaig clínic hi va haver una taxa d'abandonament del 60%, per lo tant es van quedar amb un total de 90 nois i 83 noies dels 27 equips. El compliment d'aquest programa va ser d'un 75%.

Quan comparen els intervals de confiança, després de la intervenció estratificada el grup (TO) va millora la puntuació a LESS, respecte (MKD) i (NA).

El grup (TO) i (MKD), van millorar el moviment basal respecte el grup (NA).

Independentment del grup d'intervenció , després de realitzar el programa estratificat sobre prevenció de lesions, va presentar millores en els patrons d'aterratge: la flexió de tronc en el contacte inicial, la flexió de genoll en el contacte inicial.

Al final de la intervenció es mostra una puntuació global negativa total en el canvi del LESS(post-test/pre-test= -0.66 +- 1,9), per qual s'entén que tots els participants independentment del grup d'intervenció, un cop completat el programa de prevenció de lesions, en l'anàlisi individual es van observar millores

($P < 0.0001$) en les variables de flexió de troc i genoll en el contacte inicial, valg de genoll, desplaçament del tronc a la flexió.

5- C Finch, D Lloyd, B Elliott.

El programa PAFIX té com a objectiu reduir les lesions relacionades amb el futbol Australià, utilitzant estratègies d'intervenció d'exercicis per millorar les variables neuromusculars i biomecàniques.

Segons estudis anteriors realitzats per ells mateixos, el projecte PAFIX, després del programa específic reduirà les lesions i aquesta reducció se suposa que estarà relacionada amb els següents canvis: després de la intervenció presenten diferències amb el grup control respecte a:

- 1- Durant les tasques de tall i aterratge la cinemàtica s'ha vist modificada.
- 2- La càrrega de l'articulació de genoll és reduirà després de la intervenció.
- 3- La co-contracció de la musculatura del genoll durant les tasques de tall i aterratge, s'incrementen després de la intervenció.
- 4- La mobilitat millora després de la intervenció.
- 5- Les mesures neuromusculars milloren en el grup d'intervenció després de la intervenció.
- 6- Aquests canvis neuromusculars i biomecànics estan relacionats amb una menor risc de lesió del genoll.

El grup intervenció portarà a terme el següent programa:

- 1- Entrenament d'equilibri i pertorbació.
- 2- Perfeccionament de la tècnica de tall i aterratge.
- 3- tècnica d'equilibri i pertorbació.
- 4- Les tasques d'equilibri i pertorbació progressen amb cada exercici durant l'escalfament.

El Programa PAFIX, inclou un circuit amb diferents proves, como un mini trampolí, taules d'inclinació, tasca de passos aeròbics, bossu rodó i quadrat, peses de discs, i boles Suïsses. Com és comentava anteriorment totes aquestes tasques progressen a mesura que el jugador es va tornant mes exigent, la progressió es realitza amb uns

oberts/tancats, realitzar exercicis amb la taula mentre un company t'emprenya, passar a realitzar tasques bipodals a monopodals, sentadilles monopodals.

La pertorbació en jugadors es realitza amb l'objectiu d'estimular els mecanoreceptors del lligament del genoll, i millorar així el control voluntari de l'estabilitat del genoll, per reduir càrregues dels lligaments i reduir el risc de lesió.

Se saps que per disminuir la càrrega del lligament i amb conseqüència el risc de lesió, es poden realitzar exercicis amb tasques d'escalonament. Aquestes tècniques es practiquen de diferents maneres, per tal d'augmentar progressivament la dificultat:

- 1- El jugador saps quin moviment haurà de realitzar quan se li doni la senyal, per permetre així, la utilització correcta de la tècnica.
- 2- El jugador no saps ni la direcció ni quan haurà de realitzar l'acció, fins al moment de l'execució.

Tots els exercicis d'aquest programa es centren, en treballar la musculatura que rodeja l'articulació del genoll, amb l'objectiu de millorar els patrons d'activació muscular, per augmentar l'angle de flexió del genoll i l'estabilitat del genoll durant les tasques d'entrenament.

La mostra es veurà sotmesa a 1000h d'exposició a la lesió, la mostra consta de 20 equips: 10 equips al grup control i 10 equips, al grup intervenció, cada equip consta de 18 jugadors. D'aquets 20 equips es plantegen submostrar 6 jugadors per equip. Per obtenir dades biomecàniques complertes dels jugadors es van allistar 8 jugadors per equip, esperant una taxa d'abandonament del 20%. Basada en un estudi de formació anterior. Les dades disponibles seran les de 18 jugadors, per lo tant aquest estudi tindrà un poder del 80% per detectar canvis dels paràmetres d'actitud, biomecànics i neuromusculars, tal com es descriu en un tamany d'efecte de 0'44 desviació estàndard (SD).

Les intervencions d'aquest programa, milloren la resistència de les forces aplicades en l'articulació del genoll, i per tant aquest programa té potencial per reduir la incidència de lesions amb contacte i sense contacte del genoll.

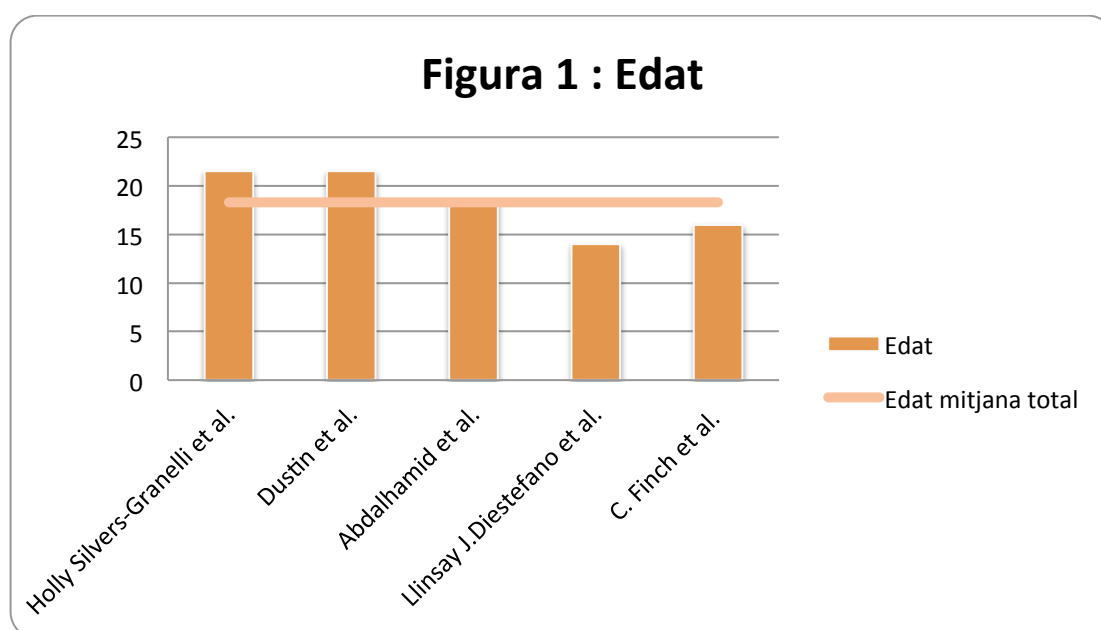
Dominàncies:

A continuació s'exposen de forma conjunta els resultats obtinguts a partir de l'anàlisi de 5 assajos clínics, d'aquesta revisió bibliogràfica.

1) Dominàncies de la població d'estudi:

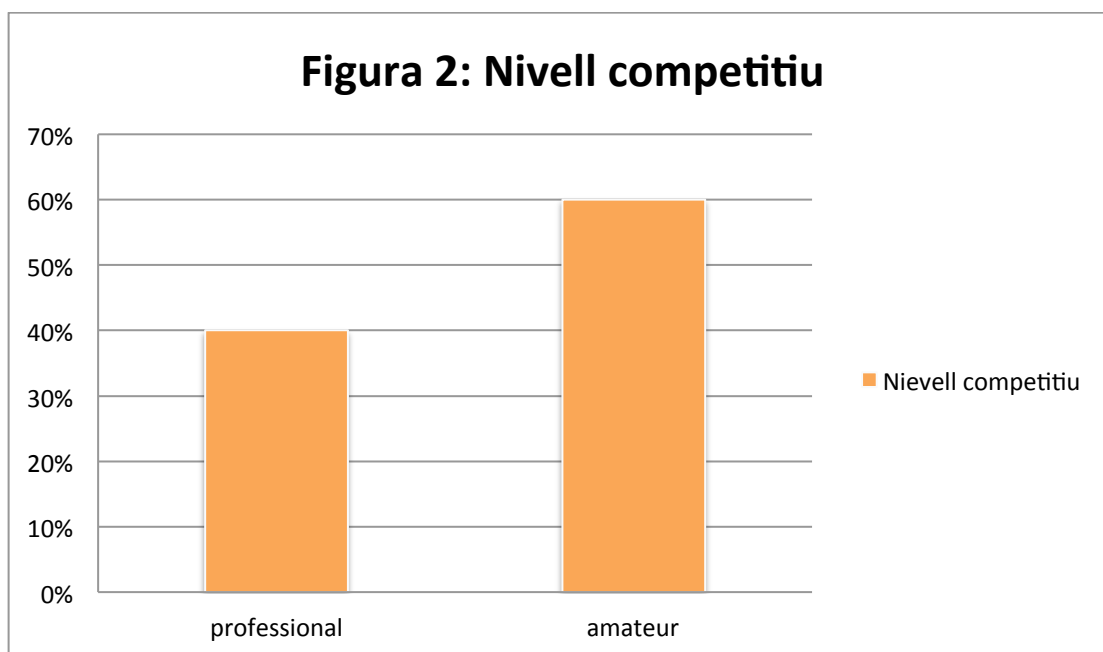
1.1) Edat: l'interval d'edat en els 5 assajos analitzats, el 60% de la mostra supera els 18 anys d'edat, mentre que el 40% restant, la mostra no supera la majoria d'edat. En els estudis de Holly Silvers-Granelli et al. I Dustin et al. No mostren una mitja d'edat concreta, sinó que la franja d'edat es de 18 a 25 anys, en l'estudi de Abdalhamid et al. La franja d'edat es de 17 a 20 anys, l'estudi de Llinsay J.Diestefano et al. La franja d'edat varia de 10 a 18 anys. En l'estudi de Finch et al. Ens exposa que la seva mostra són majors de 16 anys.

El gràfic que es mostra a continuació (Figura 1) representa la mitjana d'edat, dels resultats dels estudis revisats, així com l'edat mitjana total del conjunt d'aquets estudis.



1.2) Nivell competitiu: el 60% dels estudis aplicava el programa neuromuscular de prevenció de lesions en futbolistes amateurs, per altra banda el 40% dels estudis ho feien a nivell professional.

En el següent gràfic (Figura 2) es mostra la proporció (%) del nivell competitiu analitzat en els estudis.

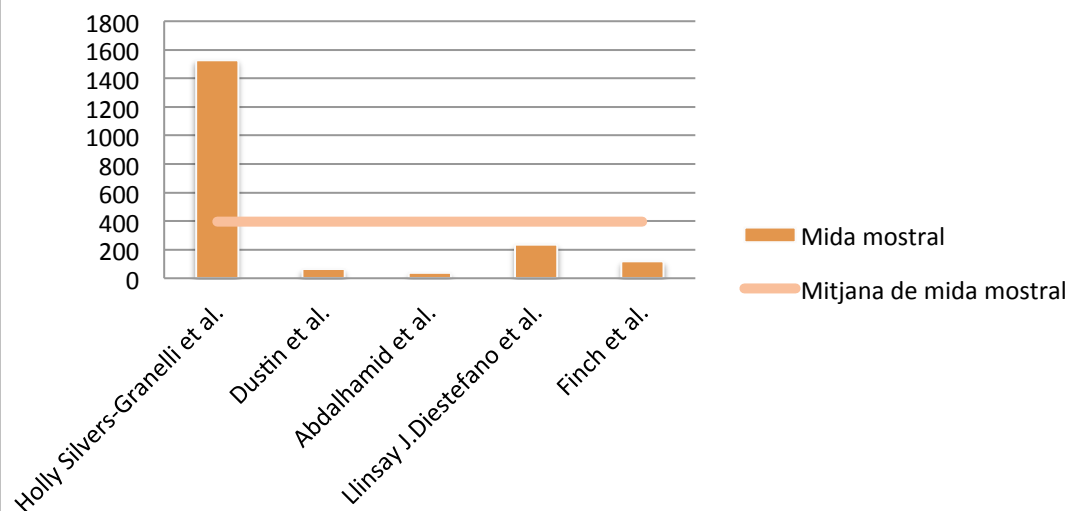


2) tipus d'estudi:

2.1) Mida mostral: els resultats dels estudis analitzats mostren una variabilitat mostral considerable, que va des d'una mostra mínima de 36 subjectes, fins a una mostra màxima de 1525 subjectes. No s'han recollit les dades de la taxa d'abandonament, ja que en la major part dels articles no queden especificades.

En el següent gràfic (Figura 3), es mostra la variabilitat de la mida mostral, obtinguda en els estudis analitzats, així com la mitjana total.

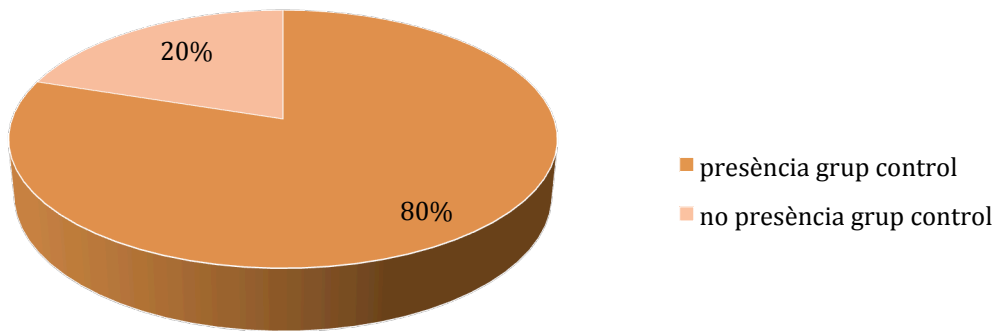
Figura 3: Mida mostral



2.2) Presència del grup control: el 80% dels estudis analitzats, inclouen presència del del grup control, mentre que el 20% restants dels articles no. El 20% que no inclou el grup control en els articles, és perquè utilitzen el mateix grup en la durada de l'estudi, en aquest cas és un estudi de 2 anys, on el mateix grup fa de grup d'intervenció, durant aquest període.

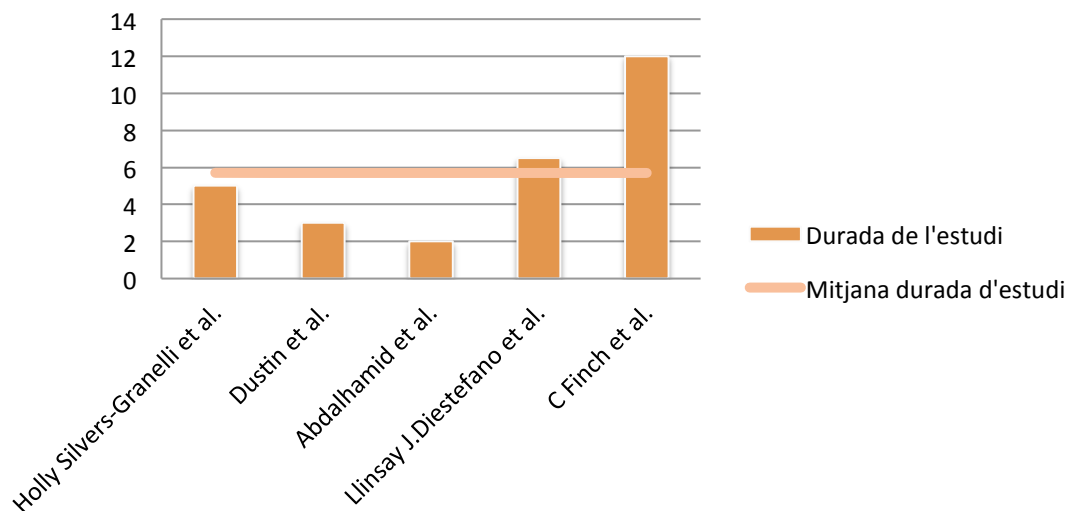
En el següent figura (Figura 4) es mostra el (%) dels estudis que inclouen i no inclouen grup control en els seus resultats.

Figura 4: % presència grup control



2.3) Durada de l'estudi: la durada dels estudis analitzats s'expressarà en mesos, el l'estudi de Llinsay J.Diestefno la durada de l'estudi varia entre els 4 i els 9 mesos, s'ha optat per fer una mitja d'aquest període de temps, per tar de mostrar-ho al figura(Figura 5).

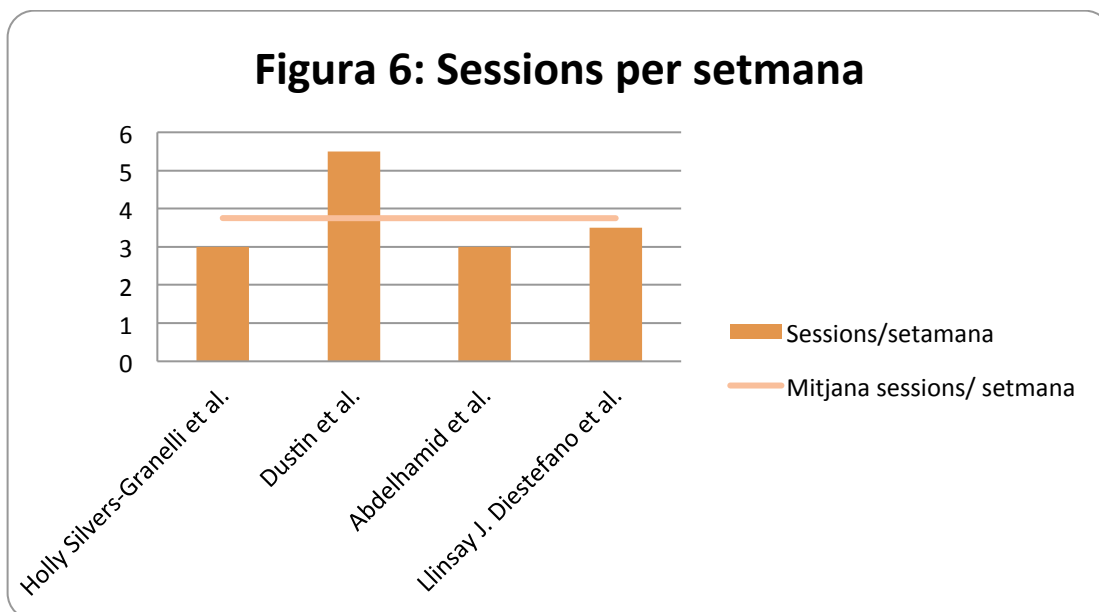
Figura 5: Durada de l'estudi



2.4) Nombre de sessions d'entrenament durant la setmana:

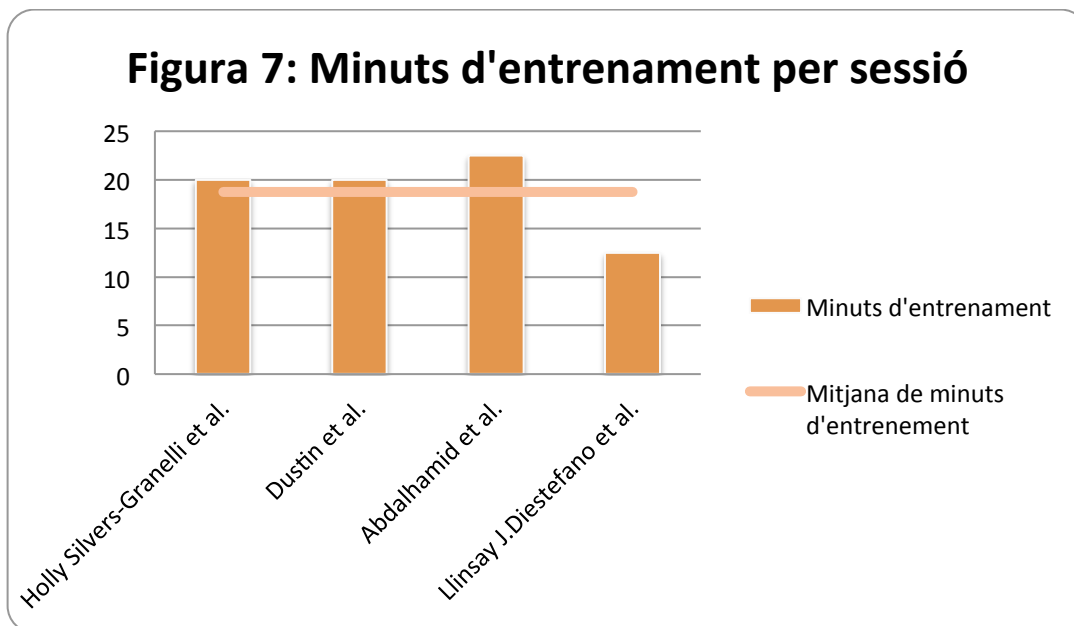
s'han extret el nombre de sessions d'entrenament dels articles analitzats, excepte l'estudi de Finch et al. que no mostra el nombre de sessions d'entrenament durant la setmana.

En el següent figura (Figura 6) es mostra el nombre de sessions d'entrenament durant la setmana, segons els estudis analitzats.



2.4) Duració del programa de prevenció: en els següents estudis analitzats, mostren la duració de les sessions d'entrenament, excepte l'estudi de Finch et al. Q que no mostra temps establert d'entrenament. Els estudis de Abdalhamid et al. I l'estudi de Llinsay J.Diestefano et al. Els minuts d'entrenament oscil·laven de 20-25 minuts i 10-15 minuts, respectivament. S'ha optat per fer la mitjana de minuts per tal de reflectir-ho a la gràfica.

En el següent figura (Figura 7) es mostra la duració del programa de prevenció, segons els estudis analitzats.



Per tal de realitzar la comparativa en els resultats dels articles analitzats, i per extreure les dominàncies de cada programa existent sobre el treball neuromuscular de prevenció de lesió de (LEA), en l'article de Abdolhamid et al. Només s'ha tingut en compte el programa Harmoknee, en aquestes 4 dominàncies (2.5, 2.5, 2.7 i 2.8).

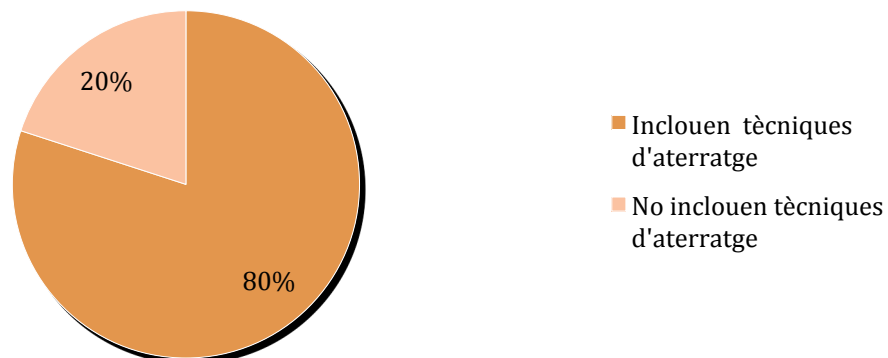
3) dominàncies de variables clíniques:

3.1) Articles que en el seu programa de treball neuromuscular inclouen la variable d'intervenció neuromuscular d'entrenament de tècnica d'aterratge:

en la figura 8 és mostren el % d'articles que inclouen la tècnica d'aterratge en el programa de prevenció.

Segons Hewett et al. la millora de la tècnica d'aterratge prevé el desequilibri neuromuscular de la dominància del lligament en el mecanisme lesional de Adducció de genoll durant l'aterratge.

Figura 8: % d'articles que inclouen la tècnica d'aterratge en el programa de prevenció

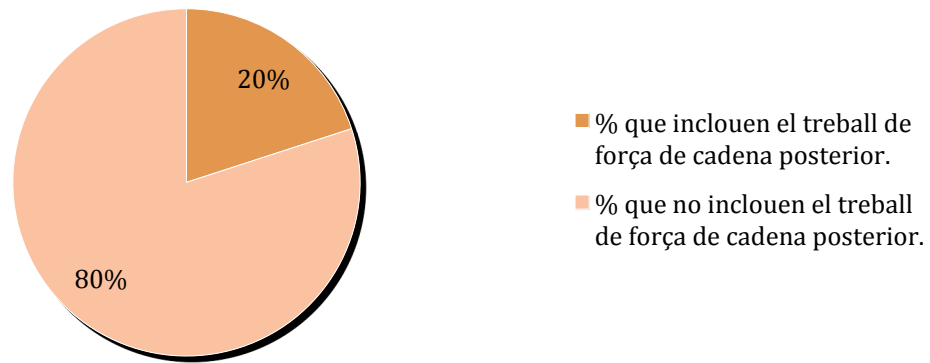


3.2) Articles que en el seu programa de treball neuromuscular inclouen la variable d'intervenció neuromuscular de treball de força de la cadena posterior: en la figura 9 és mostren el % d'articles que inclouen el treball de força de la cadena posterior en el programa de prevenció.

Del 40% dels articles que inclouen un programa de força de cadena posterior, un d'ells no especifica on es duu a terme aquest treball de força, no obstant s'ha decidit incloure l'article.

Segons Hewett et al. el treball de força de cadena posterior prevé el desequilibri neuromuscular de poc angle de flexió durant l'aterratge en el mecanisme lesional de Adducció de genoll durant l'aterratge.

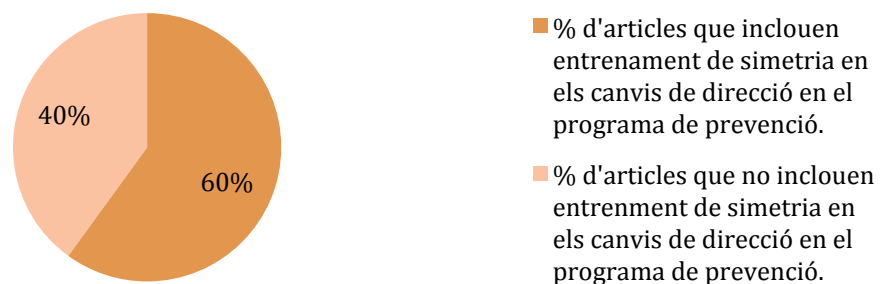
Figura 9: % d'articles que inclouen el treball de força de la cadena posterior en el programa de prevenció.



3.3) Articles que en el seu programa de treball neuromuscular inclouen la variable d'intervenció neuromuscular d'entrenament de simetria en els canvis de direcció. en la figura 10 és mostren el % d'articles que inclouen entrenament de simetria en els canvis de direcció.

Segons Hewett et al. entrenar simetria de tall prevé el desequilibri neuromuscular de dominància d'una extremitat en el mecanisme lesional de aterratge asimètric.

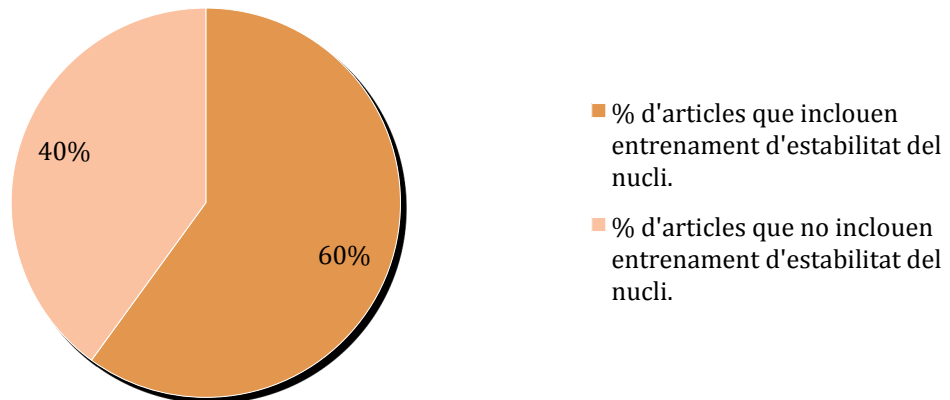
Figura 10: % d'articles que inclouen entrenament de simetria en les extremitats inferiors en els canvis de direcció.



3.4) Articles que en el seu programa de treball neuromuscular inclouen la variable d'intervenció neuromuscular d'entrenament d'estabilitat de nucli. en la figura 11 es mostren el % d'articles que inclouen entrenament d'estabilitat del nucli.

Segons Hewett et al. el treball d'entrenament d'estabilitat de nucli prevé el desequilibri neuromuscular de domini del tronc en el mecanisme lesional de dificultat per controlar el centre de masses.

Figura 11: % d'articles que inclouen entrenament d'estabilitat del nucli.



Discussió:

En els resultats obtinguts dels articles analitzats en aquesta revisió bibliogràfica s'ha observat que l'ús de l'entrenament neuromuscular com a eina terapèutica preventiva és efectiu en la millora de les variables biomecàniques i neuromusculars, considerades com a factors de risc en la població masculina practicant de futbol, aquesta teràpia ens permet disminuir el risc de patir una lesió de LEA sense contacte.[33][34][35][36]

Tenint en compte aquesta revisió bibliogràfica i com contempla Hewett et al. es pren com a mecanismes lesionals l'excessiva adducció de genoll durant l'aterratge després d'un salt, escassa flexió de genoll durant l'aterratge després d'un salt, l'aterratge asimètric després d'un salt i l'insuficient control del centre de masses. Aquests mecanismes lesionals són atribuïts a les següents disfuncions neuromusculars: dominància del lligament, dominància del quàdriceps, dominància d'una extremitat, i disfunció del tronc respectivament.[34]

Segons l'article de Hewett et al. S'observa que el programa d'entrenament neuromuscular incorpora elements d'abordatge per les variables clíniques i funcionals considerades com objectius específics d'aquesta revisió, com a resultat de la cerca arriben a la conclusió els programes FIFA 11+, F-MARC 11+, el Programa de prevenció de lesions Convencional i el PAFIX inclouen intervencions per corregir la dominància del lligament; exercicis de desacceleració, tècniques que impliquen control després de realitzar un salt, tècniques d'aterratge i tasques de (feedback) per millorar al patró d'aterratge en el contacte inicial amb el terra després de realitzar un salt. Els articles analitzats en els resultats com el FIFA 11+ i Harmoknee presenten tècniques d'abordatge de força muscular de la cadena posterior de l'extremitat inferior i exercicis de desplaçament per enfortir la musculatura i prevenir la dominància del quàdriceps en tasques esportives. Les intervencions proposades per contrarestar la dominància d'una extremitat, en els articles revisats en els resultats, FIFA 11, F-MARC 11+ i PAFIX inclouen exercicis de tall amb velocitat i canvis de direcció, treball de control neuromuscular estàtic i dinàmic i exercicis per la millora de la capacitat propioceptiva. Per últim les intervencions neuromusculars que proposen els articles revisats en els resultats FIFA 11+, F-MARC 11+i Harmoknee per contrarestar el dèficit de control de tronc,

proposen; equilibri i treball de nucli, patrons d'aterratge en flexió de tronc, exercicis de desplaçament de tronc, equilibri i pertorbació.[34]

Comparant les dades resultants anterior d'aquesta revisió bibliogràfica, amb l'article Alireza Monajati et al. on s'inclouen 19 articles amb les següents variables d'aterratge, tall lateral, salt i parada i força muscular. Tot i això en aquesta última revisió esmentada determinen que les intervencions multifacètiques dels entrenaments neuromusculars on s'inclouen exercicis pilomètrics, resistència muscular, equilibri, exercicis excèntrics de isquis-tibials, es veurien modificats positivament els factors de risc de patir una lesió de LEA.[35]

Tanmateix Laurel A.Donnell-Fink et al. (inclou la revisió de 24 articles publicats entre 1996 i 2014) emfatitza que els programes d'entrenament neuromuscular i propioceptiu per reduir les forces d'aterratge i el moment abductor de genoll i adductor de maluc en aquestes intervencions s'inclouen: exercicis d'estiraments, enfortiment de la musculatura i equilibri, així com exercicis que promouen la consciència de posicions d'alt risc ja que milloren la agilitat específica del esport i també la tècnica. D'aquesta manera estudis de lesions del genoll i de lesions de LEA, associats amb intervencions preventives, han demostrat reduccions estadísticament significatives.[36]

L'anàlisi dels resultats obtinguts en les dominàncies de població d'estudi dels 5 articles ha demostrat que hi ha homogeneïtat en la mostra pel que fa la variable d'edat, que va des dels 14 als 25 anys amb una mitjana d'edat aproximada de 18,2 anys. Segons la literatura la edat adolescent és on hi ha més risc de patir una lesió de LEA, tanmateix és on són més efectius els programes d'entrenament neuromuscular per la prevenció d'aquesta lesió.[37]

En l'anàlisi dels resultats d'aquesta revisió bibliogràfica s'ha observat que el 20% dels estudis revistats no hi ha hagut presència del grup control. S'ha comprovat que és important la presència d'aquest grup per tal de establir la comparativa entre l'efectivitat de la l'aplicació del programa respecte la no aplicació d'aquest, augmentant la fiabilitat dels resultats.[38]

La durada mínima que mostren els resultats analitzats és de 10-15 minuts, i la durada màxima és de 20 a 25 minuts. Els nombre de sessions a la setmana varia de un mínim de 3 i un màxim de 6. Les referències bibliogràfiques que defineixen un temps orientatiu de treball neuromuscular de 20 minuts de sessió com a màxim, la distribució en 3 o 4 entrenaments en funció del nivell competitiu, i les variables força i coordinació com a bases funcionals per la avaluació de l'efectivitat neuromuscular.[39][40] Tot i així, es considera que s'ha de seguir investigant perquè ni hi ha bibliografia disponible als voltants d'aquesta qüestió, per determinar quins són els minuts òptims d'entrenament per tal d'assolir els resultats més significatius en un programa de prevenció de lesions.

El nivell competitiu dels assajos clínics analitzats ha estat variable ens mostra que: el 40% dels estudis revisats la mostra de futbolistes Masculins eren professionals, mentre que el 60% restant el nivell era amateur. En la literatura s'observa que aquests programes ja han estat utilitzats a nivell professional, la diferència que en l'aplicació a nivell professional, és que és realitza una anàlisi exhaustiu del jugadors, per determinar quins són els seus dèficits neuromusculars , que els poden conduir a patir una lesió de LEA, i afegeixen diferents tècniques complementaries com el feedback o altres estratègies de moviment noves dins els programes, per millorar les variables clíniques i funcionals d'aquests jugadors, a diferència dels equips amateurs que realitzen programes estandarditzats sense tenir en compte els possibles dèficits neuromusculars que afecten a cada jugador, tanmateix els jugadors de futbol amateurs no disposen de tants recursos ni tenen una rutina d'entrenament sistèmic, ja que estan en un altre nivell de competició, això facilita als autors el fet de poder aplicar una teràpia integral per abordar les diferents variables funcionals proposades com a objectius, i posteriorment avaluar-ne els resultats obtinguts.[41]

En aquesta revisió no es troba una eina de valoració estandarditzada, per avaluar els possibles factors de risc a patir una possible lesió de LEA. s'observa que adapten les eines de mesura segons la variable de l'estudi.

Les eines de valoració són diverses i les més utilitzades en els articles analitzats són: l'anàlisi per mitjà de vídeo sobre maniobres o tècniques, com d'aterratge,

tasques de tall o canvi de direcció. En l'anàlisi de vídeo juntament amb la instrucció verbal es pot quantificar a partir de resultats obtinguts i saber si aquests són significatius o no. El sistema d'errors (LESS) per determinar la flexió de tronc i genoll en el contacte inicial, la rotació externa del peu, i el desplaçament del tronc i el valg de genoll durant l'activitat, i per finalitzar el dinamòmetre isocinètic per la co-contracció entre isqui-tibials i quàdriceps.[42]

En els resultats obtinguts el 80% dels articles inclouen la tècnica d'aterratge com a variable de l'estudi, en canvi el 20% dels articles no recullen aquesta variable. La reducció del moment abductor de genoll com a factor de risc principal és clau en la prevenció per una lesió del LEA. L'absència de control neuromuscular s'ha demostrat que augmenta la possibilitat d'aquesta tendència cap al moment abductor, i per tant un bon estat del control neuromuscular i de l'entrenament de la força és imprescindible per prevenir aquest elevat moment abductor, i mantenir l'estabilitat dinàmica del genoll durant l'aterratge, l'entrenament utilitzat en els diferents estudis revisats s'ha mostrat efectiu en aquest sentit.[35] Segons Hewett et al. Per tal de corregir el mecanisme lesional de l'adducció de genoll durant l'aterratge, s'hauria de corregir el desequilibri neuromuscular de la dominància del lligament ja que ve donada per un desequilibri neuromuscular, degut que la musculatura no absorbeix correctament les forces de reacció del terra, en conseqüència són els lligaments i l'articulació que han d'absorbir grans quantitats de força, en un període molt curt de temps, això possiblement doni lloc a la ruptura del LEA. Aquest desequilibri neuromuscular és podria corregir mitjançant un component d'intervenció neuromuscular d'entrenament de tècnica d'aterratge.[34]

En els resultats obtinguts el 20% dels articles inclouen treball de força de cadena posterior com a variable de l'estudi, no obstant el 80% dels articles no recullen aquesta variable. L'entrenament de la força sobre la musculatura isqui-tibial també s'ha mostrat efectiu per augmentar la força muscular dels isqui-tibials aquest entrenament implica l'equilibri de la co-contracció isqui-tibials/quàdriceps. Segons la literatura l'efectivitat d'aquests programes en l'augment de reclutament de la musculatura isqui-tibial a través de l'entrenament de força per aconseguir així un

mecanisme protector per l'articulació del genoll en accions esportives d'alt risc.[43] Segons Hewett et al. Per tal de corregir el mecanisme lesional de poc angle de flexió en l'aterratge, s'hauria de corregir el desequilibri neuromuscular de la dominància del quàdriceps es podria traduir en una translació anterior de la tibia, posant en tensió el LEA. Durant la flexió de genoll, aproximadament als 20-30º , juntament amb una força aïllada de translació anterior de la tibia es podria atribuir al mecanisme lesional de LEA. Es pot atribuir aquest fenomen als subjectes amb dominància de la musculatura del quàdriceps que durant les recepcions de salts, o canvis de direcció, hi ha un desequilibri en l'estabilitat de genoll entre quàdriceps i musculatura de la cadena posterior, això provoca un augment de la força de translació anterior de la tibia. La musculatura extensora de maluc i flexora de genoll juga un paper important, com ara els isqui-tibials, com a musculatura antagonista de quàdriceps, els glutis, ja que ajuden a la flexió de maluc (gluti major), i a prevenir el valg de genoll (gluti mig).[34]

En els resultats obtinguts el 60% dels articles inclouen l'entrenament de simetria en les extremitats inferiors en els canvis de direcció com a variable d'estudi, no obstant el 40% dels articles, no recullen aquesta variable. Durant les activitats esportives, és de vital importància l'activació muscular inconscient, ja sigui en actuacions on hi hagi desacceleració i acceleració, canvi de direcció i durant els moviments de frenada brusca i canvi de direcció. Cada un d'aquests factors és considera de risc ja sigui amb contacte o sense.[44]En la fisiologia del subjecte pot existir la dominància d'una extremitat inferior, aquesta extremitat dominant és la que exerceix de recolzament o impuls, normalment sol presentar asimetries amb un augmenten de la força, activació muscular o control motor. Cal valorar les dues extremitats, per identificar quina d'elles pateix un dèficit neuromuscular. Un dels dèficits importants es produeix quan la musculatura no està en condicions òptimes per absorbir les forces de reacció del terra, amb conseqüència, aquets impactes són absorbits pels lligaments i articulacions. Aquest desequilibri neuromuscular es podria corregir mitjançant un component d'intervenció neuromuscular d'entrenament de simetria de tall.[34]

En els resultats obtinguts el 60% dels articles inclouen l'entrenament d'estabilitat del nucli com a variable d'estudi, no obstant el 40% dels articles, no recullen aquesta variable. Segons el present estudi la falta de control de tronc després de realitzar una actuació de força d'extremitat inferior momentània, és va trobar que patien més lesions els subjectes amb un desplaçament de tronc més elevat i una propiocepció de tronc més deficitària.[34] La disfunció lumbo-pelviana la qual no permet un control sobre la posició del tronc en els tres plans de l'espai, permeten un accés de mobilitat, el que comporta una inestabilitat i un major risc de patir una lesió de LEA. L'excessiva flexió de maluc, és contrarestada per un moment extensor de genoll, això comporta un recurvatum de genoll, produint així una translació anterior de la tibia. Els responsables de contrarestar aquest recurvatum són els isqui-tibials.[45]

El grau d'inclinació anterior del maluc, també afavoreix la formació del valg de genoll i la pronació del peu. L'avant-pulsió femoral, que forma l'angle entre l'eix del coll femoral i la línia transversal a través de la cara posterior del fèmur. Quan l'avant-pulsió femoral augmenta pot ocasionar ineficiència del gluti mig una debilitat d'aquest pot ocasionar un valg de genoll degut a que el reclutament muscular no és mantingui fixa en el maluc. Especialment en les activitats de d'aterratge, parada i canvi de direcció, carrega de pes.[45]

CONCLUSIONS:

Després d'analitzar els resultats obtinguts dels estudis d'aquesta revisió bibliogràfica es pot arribar a la conclusió que els programes de prevenció que inclouen treball neuromuscular com a eina per la prevenció de lesió del LEA en homes futbolistes, resulten ser efectius en la modificació de variables clíniques i funcionals considerades com a factors de risc de patir aquesta lesió.

En l'anàlisi dels resultats obtinguts s'ha demostrat que el treball d'intervenció neuromuscular que inclou els exercicis d'entrenament de la tècnica apropiada d'aterratge, treball de força de la cadena posterior, l'entrenament asimètric de tall amb un i canvi de direcció i l'entrenament d'estabilitat del nucli ha resultat ser efectiu per disminuir el risc de lesió de LEA.

Els programes de prevenció de lesions analitzats en els resultats:

El FIFA11+ va reduir el risc de lesió en un 46,1% i va disminuir la probabilitat que un futbolista el lesioni en (RR, 0'54 [IC del 95%, 0'49-0,59], $P < 0,0001$; NNT= 2,64).

Utilitzant les 4 intervencions neuromusculars de entrenament de la tècnica apropiada d'aterratge, entrenament de força en la cadena posterior, entrenament de simetria de tall i canvis de direcció, i entrenament d'estabilitat i força del nucli que va relacionat amb les 4 variables de desequilibris neuromusculars que poden conduir a la lesió de LEA; dominància del lligament, dominància del quàdriceps, dominància d'una extremitat i domini del tronc respectivament, que inclouen els objectius específics d'aquesta revisió bibliogràfica

El F-MARC 11+ el grup d'intervenció va reduir el risc de lesions en les extremitats inferior en un 72% amb un risc relatiu de incidència de lesions de 0,28, va ser significatiu, amb un 95% d'interval de confiança. Utilitza 3 intervencions neuromusculars de tècnica apropiada d'aterratge, tècnica de tall i entrenament d'estabilitat i força del nucli que va relacionat amb les 3 variables de desequilibris neuromusculars que poden conduir a la lesió de LEA dominància del lligament, dominància del quàdriceps i domini del tronc respectivament, que inclouen els objectius específics d'aquesta revisió bibliogràfica.

El Programa Harmoknee no va mostrar millores significatives en la variable de dominància del quàdriceps ($p=0,04$). Utilitzant 2 intervencions neuromusculars de

entrenament de força de cadena posterior i entrenament d'estabilitat i força del nucli, que va relacionada amb les 2 variables de desequilibris neuromusculars que poden conduir a la lesió de LEA dominància de quàdriceps i dominància del tronc respectivament, que inclouen els objectius específics d'aquesta revisió bibliogràfica.

El programa de prevenció de lesions convencional va experimentar millora significativa en patrons d'aterratge ($p < 0,0001$) utilitzant la intervenció neuromuscular d'entrenament de tècnica d'aterratge que va relacionada amb la variable de desequilibri neuromuscular que pot conduir a la lesió de LEA de dominància del quàdriceps, que inclou els objectius específics d'aquesta revisió bibliogràfica.

El programa PAFIX millora la resistència de les forces aplicades en l'articulació del genoll, i arriben a la conclusió que aquest programa té potencial per reduir la incidència de lesions amb contacte sense contacte del genoll

Les intervencions d'aquest programa, milloren la resistència de les forces aplicades en l'articulació del genoll, i per tant aquest programa té potencial per reduir la incidència de lesions amb contacte i sense contacte del genoll. Utilitzant les intervencions neuromusculars de tècnica apropiada d'aterratge i entrenament de simetria de tall i canvis de direcció que va relacionat amb les 2 variables de desequilibris neuromusculars que poden conduir a la lesió de LEA; dominància del lligament i domini del tronc respectivament, que inclouen els objectius específics d'aquesta revisió bibliogràfica.

Per tant podem concloure que els programes de prevenció neuromuscular en homes futbolistes tenen el potencial de prevenir les lesions de LEA, degut a la falta de consens en l'elaboració d'un programa on s'inclouin totes les variables funcionals que poden conduir a la lesió de LEA, proposem presentar una proposta de treball neuromuscular per la prevenció de lesions de LEA en homes futbolistes.

Limitacions:

Una de les limitacions més importats és la falta d'articles que inclouen el treball neuromuscular per la prevenció de LEA en homes futbolistes, i els estudis actuals presenten un nivell d'evidència moderat/baix, no obstant s'ha considerat necessari incloure aquets articles per dur a terme aquesta revisió bibliogràfica.

Després de analitzar els articles seleccionats, s'ha observat que tots inclouen exercici de prevenció similars, però no estructura les deficiències neuromusculars per cada variable clínica i funcional per la prevenció de lesions de LEA.

Bibliografia:

1. FIFA. FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football [Internet]. FIFA Communications Division, Information Services. 2007 [citad 9 gener 2017]. p. 1-12. Disponible a:
http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage_7024.pdf
2. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2009;17(7):705-29.
3. Y.Kim S, E.Spritzer C, M.Utturkar G, P.Toth A. Knee Kinematics During Non-contact ACL Injury as Determined from Bone Bruise Location. *Am J Sport Med Author Manuscr.* 2016;8(5):583-92.
4. Walden M, Krosshaug T, Bjerneboe J, Andersen TE, Faul O, Hagglund M. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med.* 2015;1-10.
5. Stearns KM, Powers CM. Improvements in Hip Muscle Performance Result in Increased Use of the Hip Extensors and Abductors During a Landing Task. *Am J Sports Med.* 1 març 2014;42(3):602-9.
6. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clin Orthop Relat Res.* 2017;
7. Finch CF, Twomey DM, Fortington L V, Doyle TLA, Elliott BC, Akram M, et al. Preventing Australian football injuries with a targeted neuromuscular control exercise programme: comparative injury rates from a training intervention delivered in a clustered randomised controlled trial. *Inj Prev.* abril 2016;22(2):123-8.
8. Real Federación Española de Fútbol (RFEF). Directorio competiciones de ámbito estatal : 2016-2017. Las Rozas: Real Federación Española de Fútbol (RFEF); 1-44 p.
9. Pappas E, Zampeli F, Xergia SA, Georgoulis AD. Lessons learned from the last 20 years of ACL-related in vivo-biomechanics research of the knee joint.

- Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc. 2013;21(4):755-66.
10. Acevedo RJ, Rivera-Vega a, Miranda G, Micheo W. Anterior Cruciate Ligament Injury: Identification of Risk Factors and Prevention Strategies. *Curr Sports Med Rep.* 2014;13(3):186-91.
 11. Chandrashekar N, Mansouri H, Slauterbeck J, Hashemi J. Sex-based differences in the tensile properties of the human anterior cruciate ligament. *J Biomech.* 2006;39(16):2943-50.
 12. Makaruk H, Sacewicz T. The effect of drop height and body mass on drop jump intensity. *Biol Sport.* 2011;(28):63-7.
 13. Husted RS, Bencke J, Andersen LL, Myklebust G, Kallemose T, Lauridsen HB, et al. A comparison of hamstring muscle activity during different screening tests for non-contact ACL injury. *Knee.* 2016;23(3):362-6.
 14. Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink K. Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?: A systematic review. *Sport Med.* 2012;42(9):791-815.
 15. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47(3):339-57.
 16. Myer GD, Ford KR, Khoury J, Succop P, Hewett TE. Development and validation of a clinic-based prediction tool to identify female athletes at high risk for anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):2025-33.
 17. Grindem H, Logerstedt D, Eitzen I, Moksnes H, Axe MJ, Snyder-Mackler L, et al. Single-Legged Hop Tests as Predictors of Self-Reported Knee Function in Nonoperatively Treated Individuals With Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med.* 2011;39(11):2347-54.
 18. Montaña JA, Carrasco L, Romero JLM. flexoextensora de la rodilla en universitarios : estudio preliminar Isokinetic assessment of the flexor-extensor knee musculature in university students : preliminary study. :24-31.
 19. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, De La Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *J*

- Athl Train. 2015;50(6):589-95.
20. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *J Strength Cond Res.* 2011;25(1):252-61.
 21. Dvorak J, Junge A, Grimm K. F-MARC : Football Medicine Manual 2. 2a ed. F-MARC Football Medicine Manual. FIFA; 2009.
 22. Bizzini M, Junge A, Dvrokak J. 11+ Un programa completo de calentamiento para prevenir las lesiones en el fútbol : Manual. FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC), editor. Fédération Internationale de Football Association; 2012. 73 p.
 23. Sugimoto D, Myer GD, Barber Foss KD, Hewett TE. Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *Br J Sports Med.* 2014;282-9.
 24. Grindem H, Eitzen I, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Nonsurgical or Surgical Treatment of ACL Injuries: Knee Function, Sports Participation, and Knee Reinjury: The Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96:1233-41.
 25. Bizzini M, Impellizzeria FM, Dvorak J, Bortolan L, Schena F, Modena R, et al. Physiological and performance responses to the «FIFA 11+» (part 1): is it an appropriate warm-up? *J Sports Sci.* 2013;31(13):1481-90.
 26. Ayala F, Pomares-Noguera C, Robles-Palazón FJ, García-vaquero MP, Ruiz-Pérez I, Hernández-Sánchez S, et al. Training Effects of the FIFA 11 + and Harmoknee on Several Neuromuscular Parameters of Physical Performance Measures. *Int J Sports Med.* 2017;
 27. Training Program # 1 : Exercise Instruction Manual. PAFIX : preventing australian football injuries throught exercise; 1-29 p.
 28. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *Am J Sport Med.* 2015;33(4):395-401.
 29. Grooms DR, Palmer T, Onate JA, Myer GD, Grindstaff T. Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players. *J Athl Train.* 2013;48(6):782-9.

30. Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, Yusof A. The Effects of Injury Preventive Warm-Up Programs on Knee Strength Ratio in Young Male Professional Soccer Players. *PLoS One*. 2012;7(12):1-7.
31. DiStefano LJ, Padua DA, DiStefano MJ, Marshall SW. Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players. *Am J Sports Med*. 2009;37(3):495-505.
32. Finch C, Lloyd D, Elliott B. The Preventing Australian Football Injuries with Exercise (PAFIX) Study: a group randomised controlled trial. *Inj Prev*. 2009;15(3):e1.
33. Sadoghi, Patrick von Keudell, Arvind Vavken P. Effectiveness of Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Training Programs. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94-A(9):769-76.
34. 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;5(4):234-51.
35. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2009;17(8):859-79.
36. Donnell-Fink LA, Klara K, Collins JE, Yang HY, Goczalk MG, Katz JN, et al. Effectiveness of knee injury and anterior cruciate ligament tear prevention programs: A meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10(12):1-17.
37. Senter C, Hame SL. Biomechanical analysis of tibial torque and knee flexion angle: Implications for understanding knee injury. *Sport Med*. 2006;36(8):635-41.
38. Kirkwood B, Sterne J. Medical statistics. *Med Stat*. 2003;513.
39. Quatman CE, Hewett TE. The anterior cruciate ligament injury controversy: is «valgus collapse» a sex-specific mechanism? *Br J Sports Med*. 2009;43(5):328-35.
40. O'Brien J, Finch CF. Injury Prevention Exercise Programs for Professional Soccer: Understanding the Perceptions of the End-Users. *Clin J Sport Med*.

2016;0(0):1-9.

41. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in «high-risk» versus «low-risk» athletes. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:39.
42. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, De La Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *J Athl Train.* 2015;50(6):589-95.
43. Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Liu C, Nick TG, Hewett TE. The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clin J Sport Med.* 2009;19(1):3-8.
44. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio Naclerio F. The effectiveness of injury prevention programs to modify risk factors for non-contact anterior cruciate ligament and hamstring injuries in uninjured team sports athletes: A systematic review. *PLoS One.* 2016;11(5):1-15.
45. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med.* 2007;35(7):1123-30.

Annex:

Proposta protocol exercicis Treball neuromuscular per la prevenció de la lesió del LCA en futbolistes

Authors:

- Donat-Roca, Rafel Physiotherapist Phd. Faculty of Health Sciences at Manresa, University of Vic - Central University of Catalonia, Av. Universitària, 4-6. 08242 Manresa, Spain.
- Gironès-García, Xavier Director of Research and Innovation at University of Vic - Central University of Catalonia, Av. Universitària, 4-6. 08242 Manresa, Spain.
- Serra-Ferrer, Montserrat Faculty of Health Sciences at Manresa, University of Vic - Central University of Catalonia, Av. Universitària, 4-6. 08242 Manresa, Spain.
- Muñoz-Llobet, Ariadna (4th year student of Physiotherapy) Faculty of Health Sciences at Manresa, University of Vic - Central University of Catalonia, Av. Universitària, 4-6. 08242 Manresa, Spain.
- Casasampere, Josep (4th year student of Physiotherapy) Faculty of Health Sciences at Manresa, University of Vic - Central University of Catalonia, Av. Universitària, 4-6. 08242 Manresa, Spain.

1. JUSTIFICACIÓ I FONAMENTACIÓ TEÒRICA

La proposta de protocol de treball neuromuscular parteix dels 3 mecanismes lesionals sense contacte més prevalents en la lesió de LCA en el futbol professional del estudi de Walden et al., 2015.

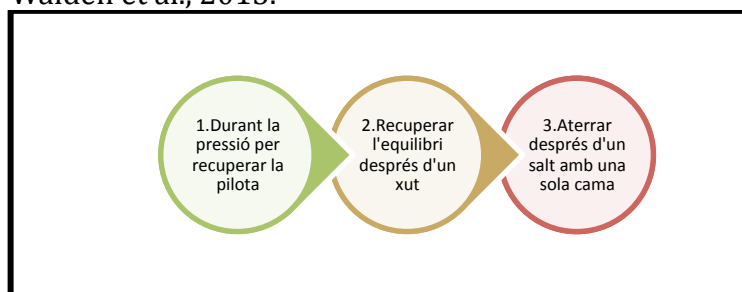


Figure 1. Adaptació de Walden et al.2015



- Durant el mecanisme lesional 1 (Non contact pressure mechanism), la majoria de les lesions és produïen quan hi ha balanceig del jugador, durant el moviment endavant, durant els canvis de direcció entre 30º-90º, en càrrega monopodal, amb velocitat horitzontal de contacte inicial alta, sense velocitat vertical de contacte inicial alta amb el terra, amb la rotació del tronc orientada en direcció a la cama lesionada, amb la rotació del peu en posició neutre i amb el taló com a superfície de contacte del peu amb el terra al moment de la lesió en el moment de fer una pressió defensiva i un canvi de direcció (cama dreta de la imatge).

Non contact pressure mechanism

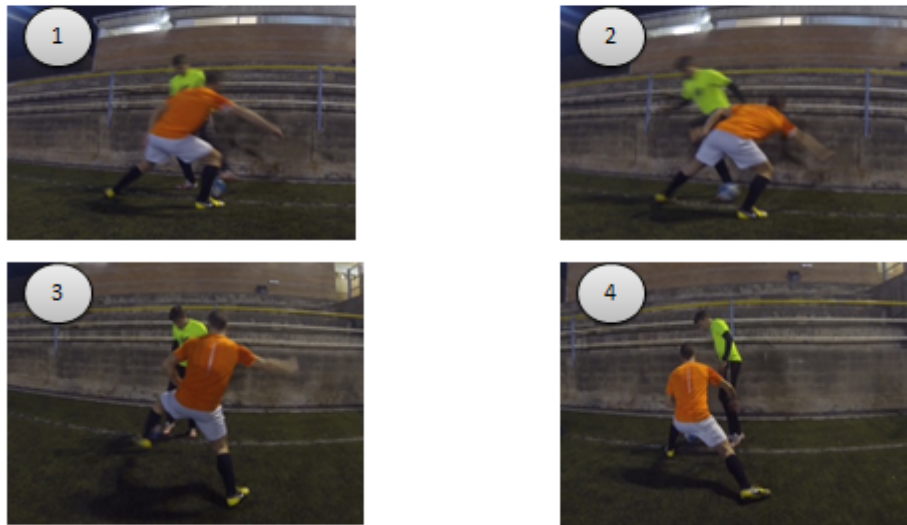


Figure 2 Nonc contact pressure mechanism

- Durant el Mecanisme lesional 2 (No contact kicking mechanism), la majoria de les lesions és produïen sense balanceig del jugador, en moviments posteriors, laterals, o de manera indeterminada durant els canvis de direcció, sempre en càrrega monopodal, amb baixa velocitat horitzontal de contacte inicial, sense velocitat vertical de contacte inicial amb el terra, amb rotació del tronc neutre cap a la cama lesionada o amb la rotació interna del peu, i amb la punta del peu com a superfície de contacte amb el terra en el moment de la lesió després d'haver realitzat un xut amb desplaçament llarg de la pilota (cama dreta de la imatge).

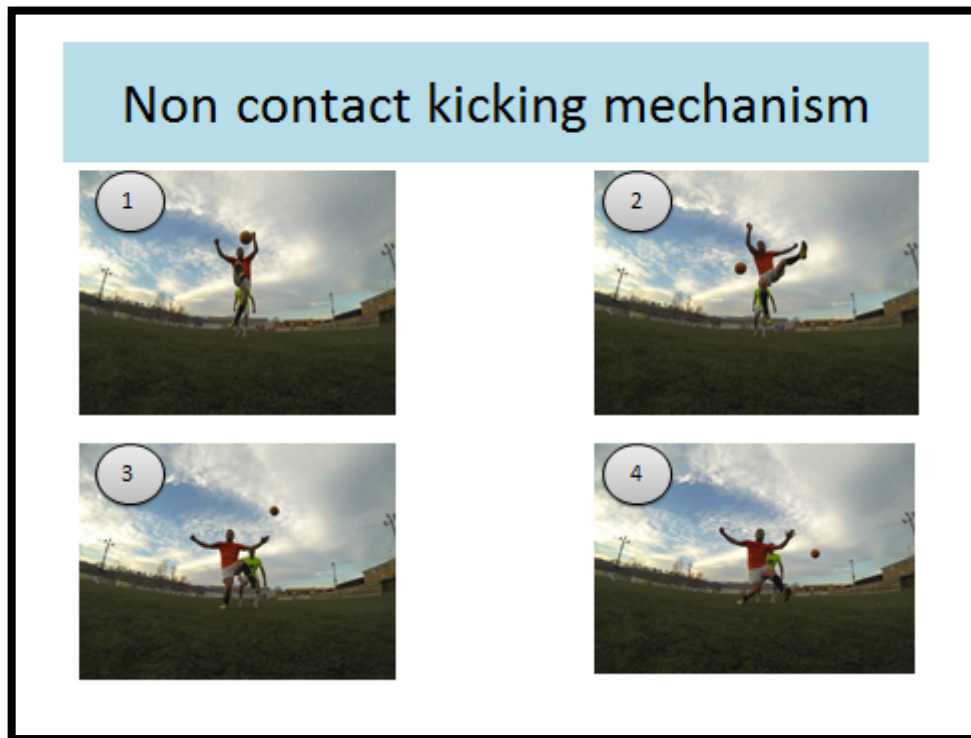


Figure 3. Non contact kicking mechanism

- Durant el mecanisme lesional 3 (non contact heading mechanism), la majoria de les lesions és produïen: sense balanceig del jugador, en moviments descendents, durant els canvis de direcció entre 30º-90º, amb càrrega monopodal, amb baixa velocitat horitzontal de contacte inicial , o velocitat vertical alta de contacte inicial amb el terra, amb rotació neutre del tronc, i amb la punta del peu com a superfície de contacte del peu amb el terra al moment de la lesió després d'un intent de rematar de cap (cama dreta de la imatge) [1,2].

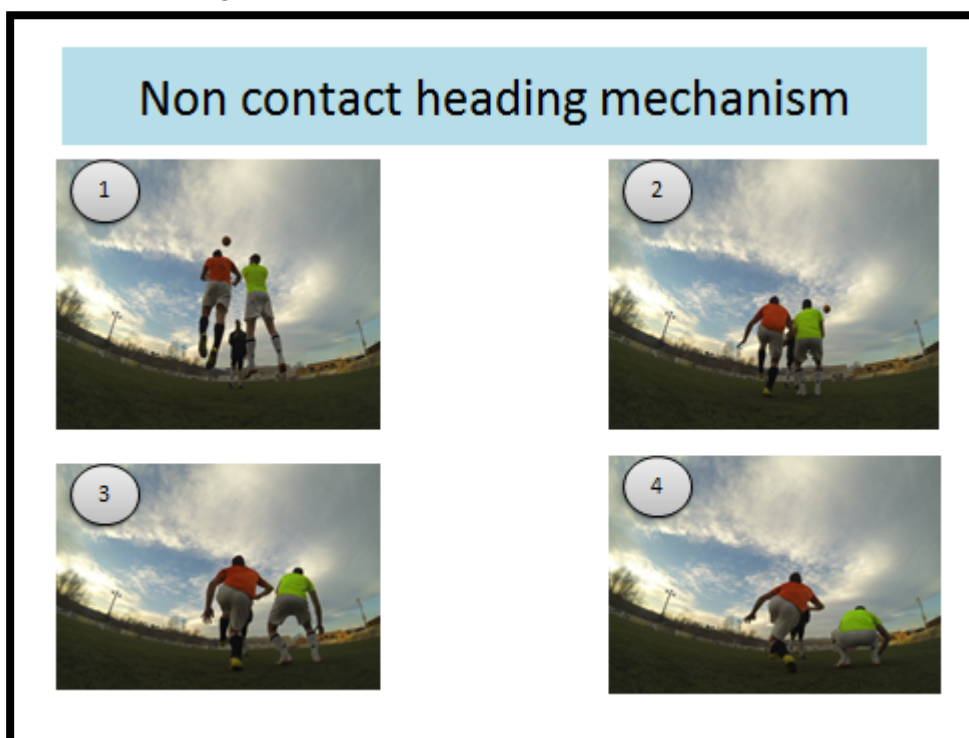


Figure 4. Non contact heading mechanism

Segons Hewett et al, 2010., darrera les lesions del LCA es troben factors de risc intrínsecs modificables com són l'assimetria entre les dues cames, la falta de força del Tronc, la dominància del quàdriceps respecte la musculatura isquiotibial de la mateixa cama, i la debilitat dels músculs abductors de maluc [3-5].

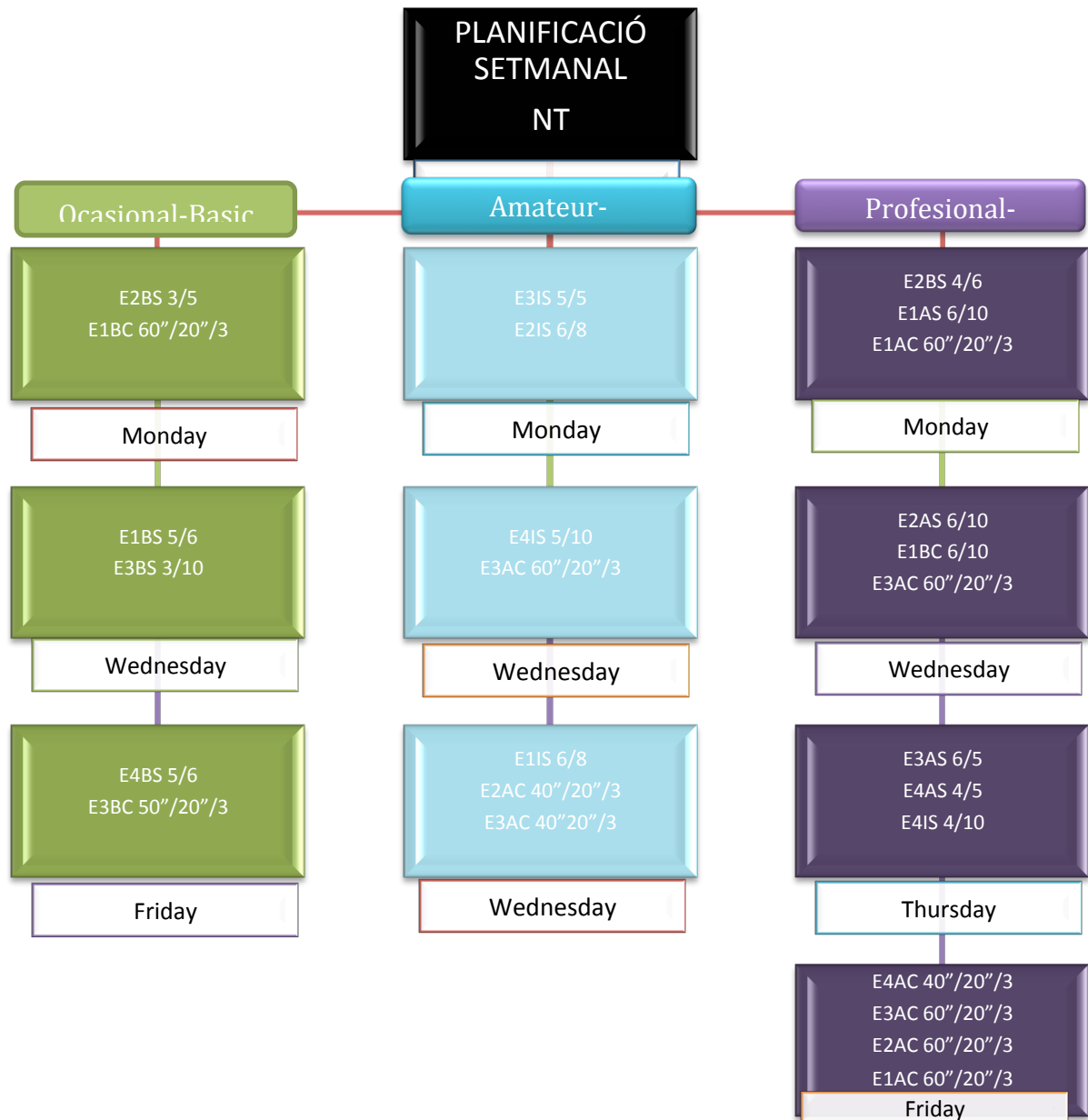
| Relationship between mechanism, neuromuscular imbalance and Neuromuscular Intervention for ACL Injury Prevention in Female Athletes | | |
|---|--------------------------------------|---|
| Injury Mechanism component | Underlying Neuromuscular Imbalance | Targeted Neuromuscular Intervention Component |
| Knee adduction during landing | Ligament dominance | Train of proper technique |
| Low flexion angle in landing | Quadriceps dominance | Strengthen posterior chain |
| Asymmetrical landings | Leg dominance | Train side/side symmetry |
| Inability to control center of mass | Trunk dominance ("core dysfunction") | Core stability & pertub training |

Table 1. Hewett et al.,2010

Aquesta associació dels factors intrínsecs neuromusculars i els mecanismes lesionals, han portat a construir i argumentar la següent proposta de treball neuromuscular com a eina preventiva de lesions del LCA en els jugadors de futbol. Alhora de proposar els exercicis, també s'han tingut en compte les referències bibliogràfiques que defineixen un temps orientatiu de treball neuromuscular de 20 minuts de sessió com a màxim, la distribució en tres o quatre entrenaments en funció del nivell competitiu, i les variables força i coordinació com a bases funcionals per la avaluació de l'efectivitat neuromuscular[6-8].

Tens a la teva disposició un vídeo il·lustratiu de cada exercici per tal de facilitar la comprensió de la nostra proposta. A continuació t'adjuntem un diagrama amb la planificació setmanal del treball neuromuscular proposat i tots els exercicis en format taula amb 4 captures del que realitzaríem a cada cas.

2. DIAGRAMA PLANIFICACIÓ SETMANAL NEUROMUSCULAR TRAINING ACL PREVENTION



Llegenda del Diagrama:

| | |
|---|--------------|
| E | Exercice |
| B | Basic |
| I | Intermediate |
| A | Advanced |
| S | Strength |
| C | Coordination |

3. ILLUSTRACIÓ DELS EXERCICIS DEL PROTOCOL DE TREBALL NEUROMUSCULAR PREVENTIU

EXERCICI 1. Bàsic Força (E1BF)
Knee adduction during landing "bàsic"

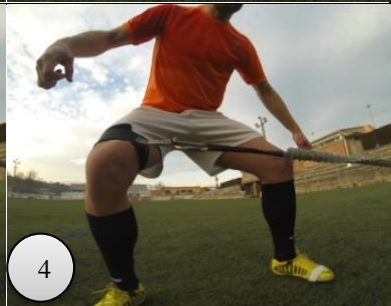
Knee adduction during landing

Ligament dominance

Train for proper technique



Exercici de força; dificultat baixa per perfeccionar tècnica l'aterratge i prevenir adducció de maluc durant l'aterratge.



l'exercici és realitza amb una goma elàstica anclada en una porteria, mentre el jugador realitza un desplaçament lateral, evitant la resistència de la goma elàstica que produeix tensió cap a la adducció.

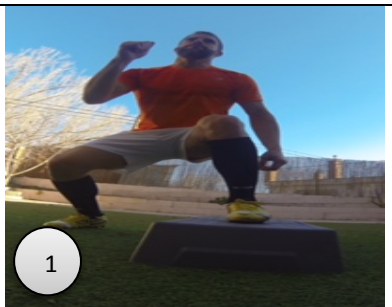
Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

EXERCICI 1. Bàsic Coordinació (E1BC)
Knee adduction during landing "bàsic"

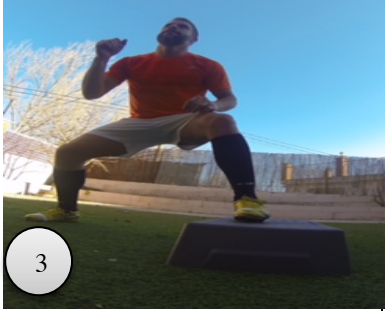

Knee adduction during landing




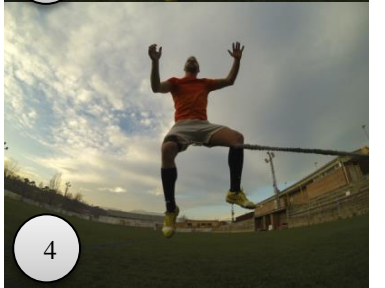
Ligament dominance

Train for proper technique



Exercici de coordinació; dificultat bàsica per perfeccionar l'aterratge monopodal/lateral i prevenir adducció de maluc durant l'aterratge.

| | | |
|--|---|---|
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>l'exercici es realitza amb un step, i es diferencia amb lateralització curta i llarga amb canvis cada 20 segons en sèries de 1 minut, de manera bilateral i progressiva cap a 2 minuts.</p> |
| <p>Series de 2x60 segons (baixa velocitat)</p> | | |

| | | |
|--|---|---|
| <p>EXERCICI 1. Intermig Força (E1IF) Knee adduction during landing "intermig"</p> | | |
|  | | |
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | <p>Exercici de força; dificultat intermitja per perfeccionar l'aterratge i prevenir adducció de maluc durant l'aterratge. l'exercici és realitza amb una goma elàstica anclada en una porteria, mentre el jugador realitza un salt, evitant la resistència de la goma elàstica que produeix tensió cap a la adducció.</p> |
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>Lateral bridges. Exercici que es realitza en 3 temps. Aixecar el cul, amagar el maluc en fase espiratòria i abduir la cama de dalt per tal d'hipersolicitar el moment abductor del maluc.</p> |
| <p>Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions</p> | | |

EXERCICI 1. Intermig Coordinació (E1IC)
Knee adduction during landing "Intermig"

Knee adduction during landing

Ligament dominance

Train for proper technique



Exercici de coordinació; dificultat intermitja per perfeccionar l'aterratge i prevenir l'error posicional en adducció de maluc durant l'aterratge.



l'exercici es realitza amb una escala, fent lateralitzacions en els 2 sentits, passant per cadascun dels esglaons.

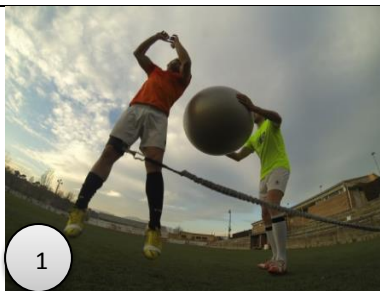
Series de 2x60 segons.

EXERCICI 1Avançat Força (E1AF)
Knee adduction during landing (avançat)

Knee adduction during landing

Ligament dominance

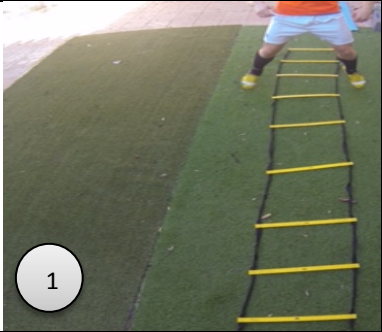
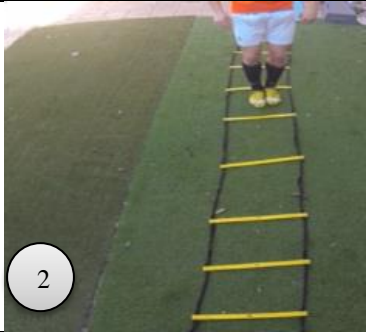


Train for proper technique



Exercici de força; dificultat avançada per perfeccionar l'aterratge i prevenir adducció de maluc durant l'aterratge.



l'exercici es realitza amb una goma elàstica anclada en una porteria, mentre el jugador realitza un salt amb pertorbació, evitant la resistència de la goma elàstica que produeix tensió cap a

| | | |
|---|---|--|
| | | la adducció. El treball es realitza de manera bilateral |
| Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions | | |
| EXERCICI 1. Avançat Coordinació (E1AC) Knee adduction during landing Hop Scotch: "avançat" | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #0070c0; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #0070c0; color: white;">Knee adduction during landing</div> <div style="border: 1px solid #0070c0; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #0070c0; color: white;">Ligament dominance</div> <div style="border: 1px solid #0070c0; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #0070c0; color: white;">Train for proper technique</div> </div> | | |
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | Exercici de coordinació; dificultat avançada per perfeccionar l'aterratge i prevenir adducció de maluc durant l'aterratge. |
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | |
| Series de 2x60 segons. | | |

| | | |
|--|--|--|
| EXERCICI 2. Bàsic Força (E2BF) Low flexion angle in landing "Bàsic" Nordic Hamstrings & back bringses | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #70ad47; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #70ad47; color: white;">Low flexion angle in landing</div> <div style="border: 1px solid #70ad47; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #70ad47; color: white;">Quadriceps dominance</div> <div style="border: 1px solid #70ad47; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #70ad47; color: white;">Strengthen posterior chain</div> </div> | | |



Exercici Excèntric
Isquiotibials (Nordic
Hamstrings)

Exercici Concèntric Gluti
(Back bridge)

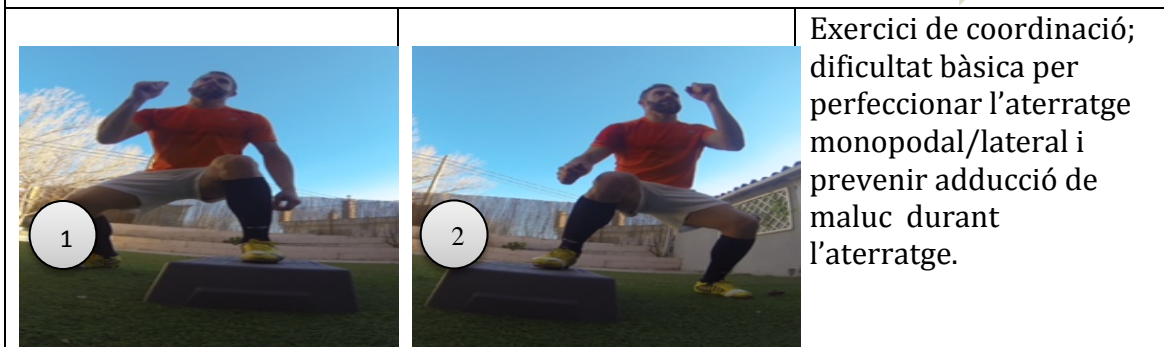
Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

EXERCICI 2 Bàsic Coordinació (E2BC)
Low flexion angle in landing "intermig"

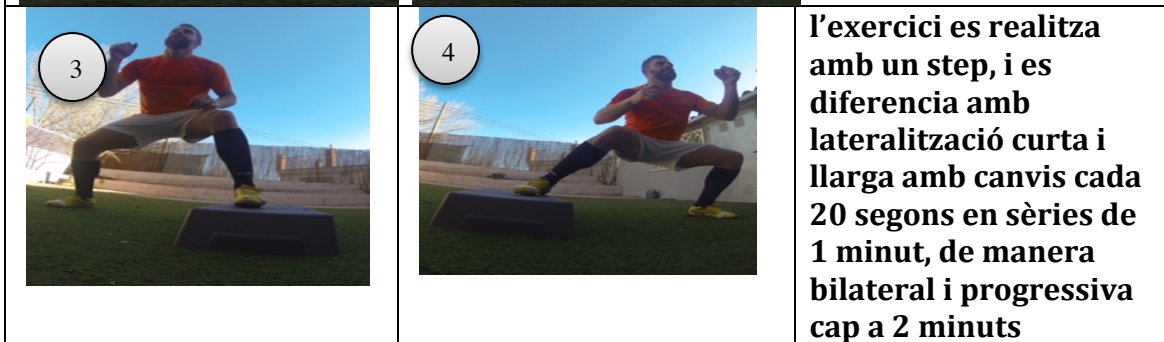
Low flexion angle in landing

Quadriceps dominance

Strengthen posterior chain







Exercici de coordinació;
dificultat bàsica per
perfeccionar l'aterratge
monopodal/lateral i
prevenir adducció de
maluc durant
l'aterratge.




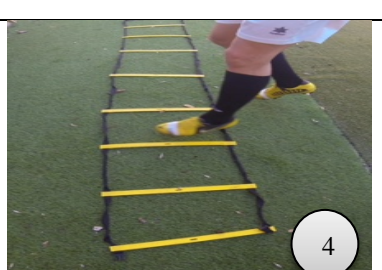







**l'exercici es realitza
amb un step, i es
diferencia amb
lateralització curta i
llarga amb canvis cada
20 segons en sèries de
1 minut, de manera
bilateral i progressiva
cap a 2 minuts**

Series de 2x60 segons (alta velocitat)

EXERCICI 2IF (E2IF)
Low flexion angle in landing "intermig"

| | | |
|--|--|--|
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">Low flexion angle in landing</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">Quadriceps dominance</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">Strengthen posterior chain</div> </div> | | |
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | <p>Exercici de força; dificultat intermitja per enfortir musculatura de la cadena posterior i evitar la dominància de Quàdriceps durant l'aterratge.</p> |
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza un salt a diferent nivell, amb una goma elàstica afavorint el desplaçament anterior, potenciant el treball excèntric de la cadena posterior i acabant amb l'aterratge amb els genolls flexionats mes de 30º, intentant que el genoll no sobrepassi les puntes dels peus.</p> |
| <p>Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions</p> | | |
| <p>EXERCICI 2 Intermig Coordinació (E2IC) Low flexion angle in landing Cross Country Skier "Intermig"</p> | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">Low flexion angle in landing</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">Quadriceps dominance</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">Strengthen posterior chain</div> </div> | | |

| | | |
|--|--|--|
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | <p>Exercici de coordinació; dificultat intermitja per enfortir musculatura de la cadena posterior i evitar la dominància de Quàdriceps durant l'aterratge.</p> |
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>L'exercici és realitza amb una escala, realitzant passos frontals anteriors i posteriors en cada esglaó.</p> |
| <p>Series de 2x60 segons.</p> | | |

| <p>EXERCICI 2Avançat Força (E2AF) Low flexion angle in landing (avançat)</p> | | |
|--|--|---|
|  | | |
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | <p>Exercici de força; dificultat avançada per enfortir musculatura de la cadena posterior i evitar la dominància de Quàdriceps durant l'aterratge.</p> |
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza un salt a diferent nivell, amb una goma elàstica afavorint el desplaçament anterior amb presència de perturbació, potenciant el treball excèntric de la cadena posterior i acabant amb l'aterratge amb els genolls flexionats mes de 30º, intentant que el genoll no sobrepassi les puntes dels peus.</p> |

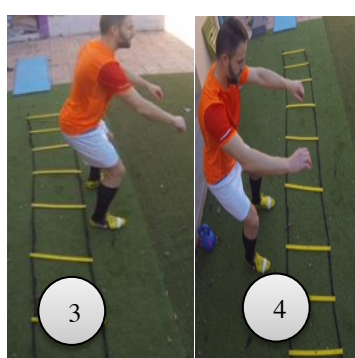
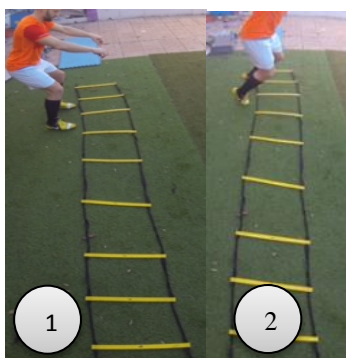
Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

EXERCICI 2. Avançat Coordinació (E2AC)
Low flexion in landing
Buzz Saw modificat "avançat"

Low flexion angle in landing

Quadriceps dominance

Strengthen posterior chain



Exercici de coordinació; dificultat avançada per enfortir musculatura de la cadena posterior i evitar la dominància de Quàdriceps durant l'aterratge. l'exercici és realitza amb una escala, realitzant passos cap anterior i posterior ambdós peus junts, es tracta de sobrepassar els esglaons frontal i lateralment sense trepitjar-los.

Series de 2x60 segons.

EXERCICI 3Bàsic Força (E3BF)
Asymmetrical landings (basic)

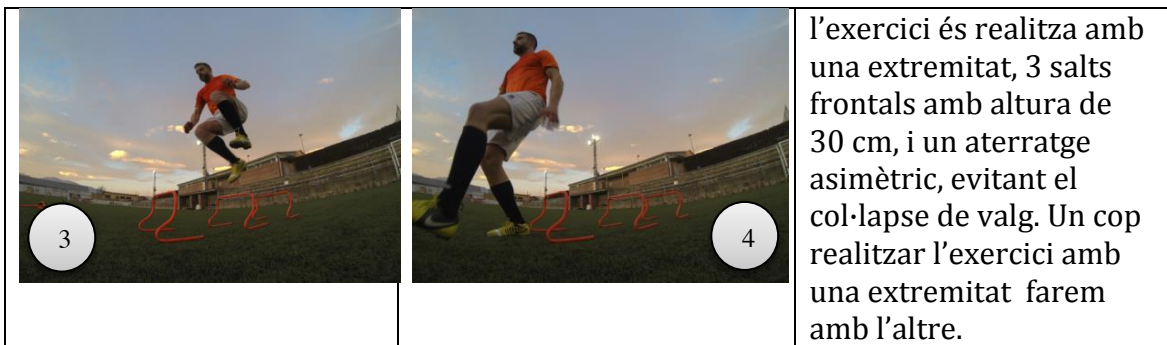
Asymmetrical landings

Leg dominance

Train side/side symmetry



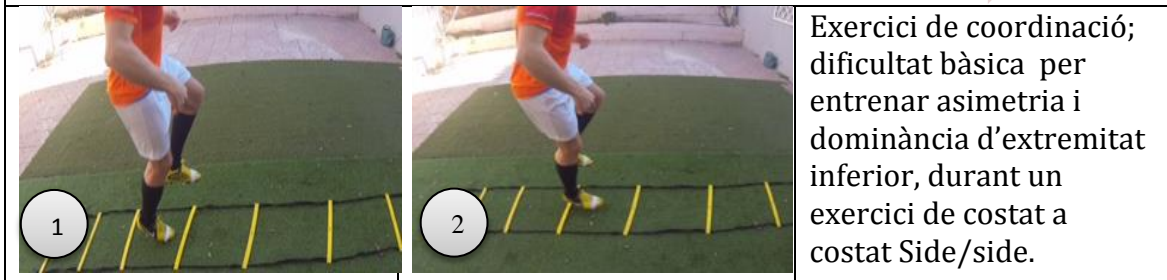
Exercici de força; dificultat bàsica per entrenar asimetria i dominància d'extremitat inferior, durant un exercici de costat a costat Side/side.



Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

EXERCICI 3Bàsic Coordinació (E3BC)
Asymmetrical Landing
monopodal frontal (D) "Bàsic"

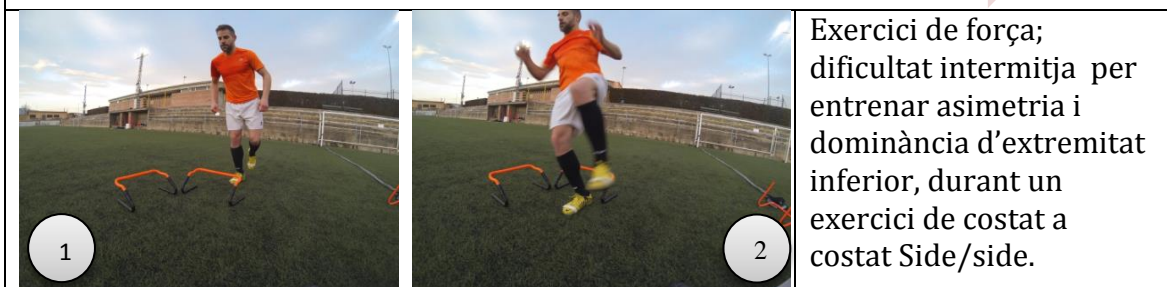
Asymmetrical landings Leg dominance Train side/side symmetry





Series de 2x60 segons.

Exercici 3. Intermig Força (E3IF)
Asymmetrical landings (intermig)

Asymmetrical landings Leg dominance Train side/side symmetry



| | | |
|--|--|---|
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza amb una extremitat, 3 salts amb altura de 20 cm combinats en salt frontal i lateral i un aterratge asimètric, evitant el col·lapse de valg. L'exercici es realitza bilateralment.</p> |
|--|--|---|

Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

**Exercici 3. Intermig Coordinació (E3IC)
Asymmetrical landing
monopodal lateral "intermig-avançat"**



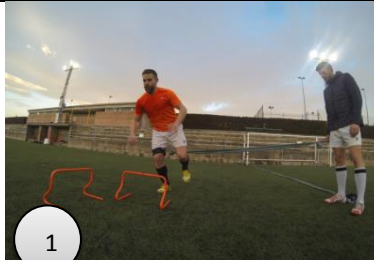



| | | |
|---|---|---|
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | <p>Exercici de coordinació; dificultat intermitja per entrenar asimetria i dominància d'extremitat inferior, durant un exercici de costat a costat Side/side.</p> |
|---|---|---|

| | | |
|--|--|---|
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza amb una escala, realitzant moviments laterals dins els esglaons, la direcció del treball és interna. Cal realitzar bilateral.</p> |
|--|--|---|

Series de 2x60 segons.

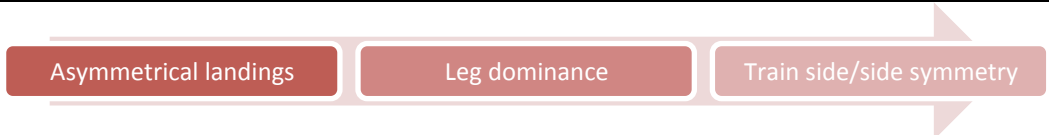
**Exercici 3AF (E3AF)
Asymmetrical landings (avançada)**




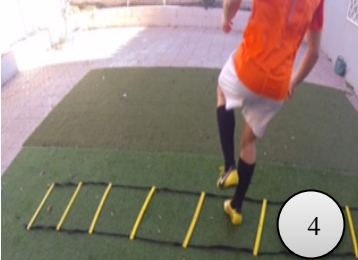


| | | |
|--|--|---|
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | <p>Exercici de força; dificultat intermitja per entrenar asimetria i dominància d'extremitat inferior, durant un exercici de costat a costat Side/side.</p> |
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza amb una extremitat, 3 salts amb altura de 20 cm combinats en salt frontal i lateral i un aterratge asimètric, evitant el col·lapse de valg. L'exercici es realitza bilateralment.</p> |

Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

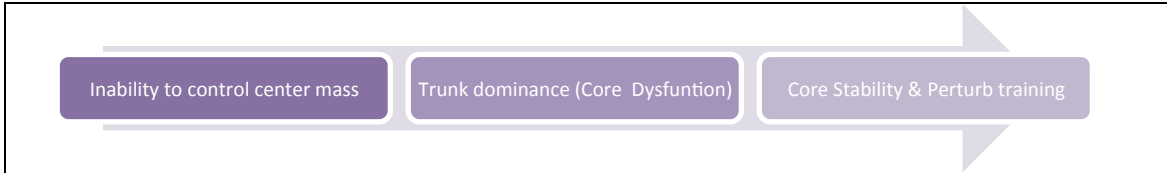
Exercici 3. Avançat Coordinació (E3AC)
Asymmetrical landing
monopodal lateral "avançat"



| | | |
|--|--|---|
|  <p>1</p> |  <p>2</p> | <p>Exercici de coordinació; dificultat alta per entrenar assimetria i dominància d'extremitat inferior, durant un exercici de costat a costat Side/side.</p> |
|  <p>3</p> |  <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza amb una escala, realitzant moviments laterals dins els esglaons, la direcció del treball és interna. Cal realitzar bilateral i a velocitats diferents</p> |

Series de 2x60 segons.

EXERCICI 4Bàsic Força (E4BF)
Inability to control center mass "Bàsic"



| | | |
|----------|----------|---|
| <p>1</p> | <p>2</p> | <p>Exercici de força; dificultat bàsica per millorar el control motor i l'estabilitat del nucli.</p> |
| <p>3</p> | <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza amb una corretja rígida, potenciant oblic intern i extern i faixa abdominal. Aquest exercici es realitza bilateralment.</p> |

Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions.

EXERCICI 4 Bàsic Coordinació (E4BC)
 Inabilty to control center mass
 2 recolzaments braços "bàsic-intermig"



| | | |
|----------|----------|--|
| <p>1</p> | <p>2</p> | <p>Exercici de coordinació; bàsic i intermig per millorar el control motor i l'estabilitat del nucli.</p> |
| <p>3</p> | <p>4</p> | <p>l'exercici és realitza amb una escala, realitzant lateralitzacions amb l'extremitat superior amb 2 recolzament per esglaó i extremitat inferior acompanya</p> |

Series de 2x60 segons.

EXERCICI 4. Intermig Força (E4IF)

Inability to control center mass (intermig)

Inability to control center mass

Trunk dominance (Core Dysfunction)

Core Stability & Perturb training



1

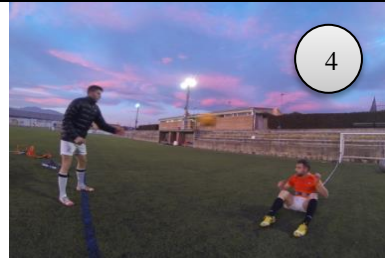


2

Exercici de força; dificultat intermitja per millorar el control motor i l'estabilitat del nucli.



3



4

l'exercici és realitza amb una goma elàstica, potenciant oblic intern i extern i faixa abdominal mentre es remata amb el cap en 3 direccions la pilota.

Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

EXERCICI 4 Intermig Coordinació (E4IC)

Inability to control center mass

2 recolzaments braços "bàsic-intermig"

Inability to control center mass

Trunk dominance (Core Dysfunction)

Core Stability & Perturb training



1



2

Exercici de coordinació; bàsic i intermig per millorar el control motor i l'estabilitat del nucli.



3



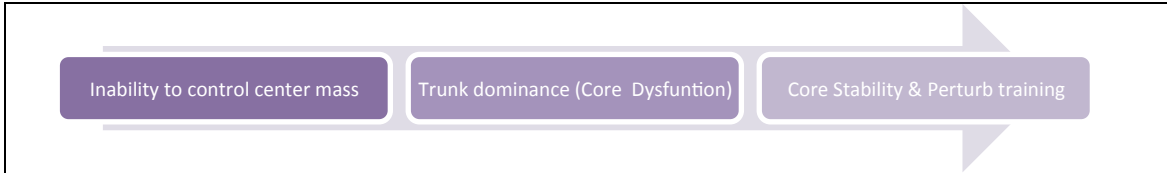
4

l'exercici és realitza amb una escala, realitzant lateralitzacions amb l'extremitat superior amb 2 recolzament per esglaó i extremitat inferior acompanya a velocitats diferents

Series de 2x60 segons.

EXERCICI 4. Avançat Força (E4AF)

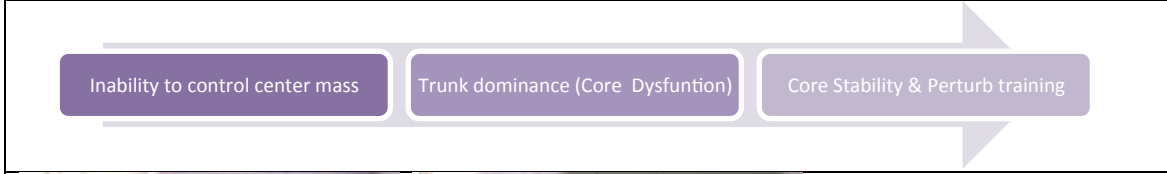
Inability to control center mass "avançat"



| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Exercici de força; dificultat avançada per millorar el control motor i l'estabilitat del nucli mitjançant una goma elàstica.</p> |
| | | <p>l'exercici és realitza amb una fit ball reproduint el gest de sac de banda, potenciant oblic intern i extern i faixa abdominal.</p> |

Series de 2x6 repeticions a series de 6x6 repeticions

EXERCICI 4. Avançat Coordinació (E4AC)
 Inability to control center mass
 1 recolzament braços "avançat"



| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Exercici de coordinació; dificultat avançada per millorar el control motor i l'estabilitat del nucli a alt rendiment</p> |
| | | <p>l'exercici és realitza amb una escala, realitzant lateralitzacions amb l'extremitat superior amb 1 sol recolzament per esgló i extremitat inferior acompanya a diferents velocitats i canvis de ritme</p> |

Series de 2x60 segons.

1. Bibliografia

- 1) WALDÉN, Markus, et al. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *British journal of sports medicine*, 2015, bjsports-2014-094573.
- 2) WALDÉN, Markus, et al. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *British journal of sports medicine*, 2016, bjsports-2015-095952.
- 3) HEWETT, T. E.; FORDKR, HoogenboomBJ. MyerGD. Understanding and preventing Acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *North American Journal of Sports Physical Therapy* 2010, 5: 234-251.
- 4) HEWETT, Timothy E., et al. Utilization of ACL injury biomechanical and neuromuscular risk profile analysis to determine the effectiveness of neuromuscular training. *The American journal of sports medicine*, 2016, 44.12: 3146-3151.
- 5) HEWETT, Timothy E., et al. Mechanisms, prediction & prevention of ACL injuries: Cut risk with 3 sharpened & validated tools. *Journal of Orthopaedic Research*, 2016.
- 6) QUATMAN, Carmen E.; HEWETT, Timothy E. The anterior cruciate ligament injury controversy: is "valgus collapse" a sex-specific mechanism?. *British journal of sports medicine*, 2009, 43.5: 328-335.
- 7) GRINDEM, Hege, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 2011, 39.11: 2347-2354.
- 8) GRINDEM, Hege, et al. Nonsurgical or surgical treatment of ACL injuries: knee function, sports participation, and knee reinjury. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96.15: 1233-1241.