



FISIOTERÀPIA

**EFFECTIVITAT DEL “LANDING ERROR SCORING
SYSTEM” EN LA DETECCIÓ D’ALTERACIONS
BIOMECÀNIQUES EN POBLACIÓ DE RISC DE LESIÓ
DEL LLIGAMENT ENCREUAT ANTERIOR
(ESPORTISTES D’11 A 24 ANYS).
REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA**

Nom alumne: Helena Nualart Puig

Tutor: Rafel Donat

Treball Final de Grau

Curs: 2016/2017

Agraïments

Al Rafel Donat i Roca per orientar-me durant tot el procés i la tutorització d'aquest Treball Final de Grau.

A la meva mare, família, amics, i sobretot al Carles Cabello per recolzar-me i fer-me costat en tots els moments pels que he passat al llarg de la realització d'aquest treball.

Resum

Introducció: la ruptura del lligament encreuat anterior (LEA) és una lesió de genoll molt freqüent, sobretot en l'àmbit esportiu, amb una epidemiologia anual de 2 a 5/10.000 i amb una major incidència en jugadors de futbol juvenil. L'alt interès preventiu, ha fet que s'hagin desenvolupat diferents tests amb la finalitat de pronosticar el risc de patir lesió del LEA, entre ells el "*Drop Jump Test*" (DJT). Una de les eines d'avaluació amb que es pot valorar aquest test és el "*Landing Error Scoring System*" (LESS), que identifica la qualitat del salt mitjançant 17 ítems.

Objectiu principal: determinar l'efectivitat del "*Landing Error Scoring System*" en la detecció d'alteracions biomecàniques en població de risc de lesió del lligament encreuat anterior (esportistes d'11 a 24 anys).

Metodologia: es va realitzar una revisió bibliogràfica amb un total de 8 articles obtinguts de la base de dades Pub Med amb la fórmula de cerca: "*Landing Error Scoring System*", per fer un anàlisi a posteriori.

Resultats: dels 8 articles, 5 articles nombren l'ítem de *la flexió de genoll en el contacte inicial* com a factor de risc, 4 articles *el valg de genoll en el contacte inicial* i 3 articles *la flexió de tronc en el moment de màxima flexió de genoll*, en el LESS.

Discussió: no s'ha establert una relació directa entre els resultats i el risc predictiu de lesió del LEA, condicionat per una variabilitat poblacional i dels sistemes d'avaluació del LESS. S'ha destacat la flexió de genoll al contacte inicial com a factor determinant de risc de lesió del LEA.

Conclusions: el "*Landing Error Scoring System*" (LESS) en l'actualitat tal com s'ha vist en aquesta revisió és una eina d'avaluació clínica validada i fiable per identificar patrons de moviment d'alt risc durant una tasca d'aterratge de salt, però no és una eina predictiva de lesions del LEA.

Paraules clau: *Anterior Cruciate Ligament, Landing Error Scoring System, Drop Jump Test*

Abstract

Introduction: injury to the anterior cruciate ligament (ACL) is a very common knee injury, with an annual epidemiology from 2 to 5/10.000, especially within young athletic population. The high preventive interest has caused that different tests have been developed that predict ACL injury, like Drop Jump Test (DJT). The Drop Jump Test can be evaluated with Landing Error Scoring System (LESS), which is an assessment tool that identifies potentially high risk movement patterns by 17 items.

Main objective: the review aimed at determining the effect of Landing Error Scoring System in the detection of biomechanical alterations in the risk population of anterior cruciate ligament (athletes from 11 to 24 years old).

Methods: to do the analysis here it has been made a bibliographic review with a total of 8 articles obtained from the database Pub Med with the search formula: Landing Error Scoring System, to do an analysis.

Results: of the 8 articles, 5 articles concluded that the knee flexion at initial contact is an item that predicts a high injury risk, and a poor jump-landing, whereas 4 articles indicated the knee valgus at initial contact predicted and 3 articles the trunk flexion at max knee flexion.

Discussion: has not been established a direct relationship between results and ACL risk prediction injury, conditioned by a population variability and evaluation systems of the LESS. Outstanding the knee flexion at initial contact as a risk factor to the LEA injury.

Conclusions: LESS at present, as seen in this bibliographic review, is a valid and reliable clinical assessment tool for identifying potentially high-risk movement patterns during a jump landing technique, but isn't a predictive tool of ACL injuries.

Key words: *Anterior Cruciate Ligament, Landing Error Scoring System, Drop Jump Test*

Índex

1. Marc teòric.....	9
1.1. Condició de salut: ruptura del lligament encreuat anterior.....	9
1.2. Prova pronòstica: “Drop Jump Test”	14
1.3. Eina d’avaluació: “Landing Error Scoring System”	22
2. Justificació.....	27
3. Objectius general i específics	28
4. Metodologia.....	29
5. Diagrama de flux	32
6. Resultats	33
7. Dominàncies	42
7.1. Població d’estudi.....	42
7.2. Tipologia d’investigació.....	47
7.3. Anàlisi del sistema d’avaluació	51
7.4. Variables clíniques.....	60
8. Discussió.....	68
9. Conclusions.....	74
10. Limitacions.....	75
Annexes	82
Annex 1.....	82
Annex 2.....	87
Annex 3.....	91

Índex de figures

Figura 1: pla frontal seqüència “Drop Jump Test”	14
Figura 2: pla sagital seqüència “Drop Jump Test”	14
Taula 1: nombre i posició dels sensors en funció de cada article	17
Figura 3: posició i nombre de sensors més utilitzats	18
Figura 4: posició i nombre de càmeres 1	19
Figura 5: posició i nombre de càmeres 2	19
Figura 6: posició i nombre de càmeres 3	20
Figura 7: posició i nombre de càmeres 4	20
Figura 8: alçada del trípod	21
Taula 2: 17 ítems de l'escala LESS	24
Taula 3: criteris escala CASPe per estudis casos i controls	30
Taula 4: criteris escala CASPe per estudis de Cohorts	31
Taula 5: Criteris escala STROBE	31
Taula 6: resultats pels estudis observacionals	33
Taula 7: resultats pels estudis experimentals	40
Figura 9: gènere de la mostra estudis transversals	42
Figura 10: gènere de la mostra estudis longitudinals	43
Figura 11: edat de la mostra	43
Figura 12: IMC i gènere de la mostra	44
Figura 13: tipologia d'esports	45
Figura 14: nivell competitiu	46
Figura 15: tipologia d'estudis	47
Figura 16: temporització dels estudis longitudinals	48
Figura 17: distribució sistemes d'avaluació del nivell d'evidència	49
Figura 18: nivell d'evidència escala CASPe	50
Taula 8: nombre i posició dels sensors del 25% dels articles	51
Figura 19: posició sensors més utilitzats	52
Figura 20: posició i nombre de càmeres 1 (resultats)	53
Figura 21: posició i nombre de càmeres 2 (resultats)	54
Figura 22: posició i nombre de càmeres 3 (resultats)	55

Figura 23: distribució d'articles segons nombre i posició de càmeres	56
Figura 24: distribució d'articles segons distància de gravació	57
Figura 25: alçada trípode (resultats)	58
Figura 26: tipologia de càmeres dels articles	59
Figura 27: nombre d'articles que expliciten classificació LESS	60
Figura 28: classificació LESS en funció de la mostra (1)	62
Figura 29: classificació LESS en funció de la mostra (2)	62
Figura 30: ítems de més risc i nombre d'articles on es destaquen	63
Figura 31: flexió de genoll al contacte inicial	64
Figura 32: valg de genoll al contacte inicial	64
Figura 33: flexió de tronc en màxima flexió de genoll	65
Figura 34: resultats LESS pre i post-test	66
Figura 35: alçada (cm) del salt pre i post-test	66
Figura 36: ítems LESS segons lesionats/no lesionats	67
Taula 8: annex 1	82
Taula 9: annex 2	87
Taula 10: annex 3	91

Acrònims

LEA: lligament encreuat anterior

DJT: *Drop Jump Test*

LESS: *Landing Error Scoring System*

LESS-RT: *Landing Error Scoring System – Real Time*

CI: contacte inicial

RI: rotació interna

RE: rotació externa

AM: anteromedial

PM: posterolateral

NE: no especifica

EIPS: espina ilíaca postero-superior

EIAS: espina ilíaca antero-superior

TTA: tuberositat tibial anterior

MTT: metatarsià

C7: vèrtebra cervical 7

E: esquerre

D: dreta

IMC: índex de massa corporal

FMG: flexió màxima de genoll

MB: molt bé

B: bé

R: regular

M: malament

NI: no informa

NA: no aplica

1. Marc teòric

1.1. **Condició de salut: ruptura del lligament encreuat anterior**

La ruptura del lligament encreuat anterior (LEA) és una lesió de genoll molt freqüent, sobretot en l'àmbit esportiu, amb una epidemiologia anual de 2 a 5/10.000 [1], i la seva incidència va variant segons el tipus de població, sent aquesta de 200.000 lesions del LEA anualment en els Estats Units. El grup poblacional que major incidència té és en jugadors de futbol d'entre 11 a 18 anys [2], sent de 4 a 6 vegades més probable en gènere femení que en masculí [3,4].

Això comporta un cost sanitari aproximat als Estats Units de 3 bilions de dòlars cada any, sent el cost per intervenció quirúrgica de \$17.000[5,6].

El genoll és l'articulació sinovial més gran del cos. Es tracta d'una articulació troclear amb dues superfícies articulars diferenciades: la tibiofemoral i la patelofemoral. L'articulació la formen els còndils femorals, els platets tibials i la ròtula, trobant la seva incongruència articular reduïda pels meniscs i cartílags[7].

Els moviments fonamentals del genoll són la flexió i l'extensió en l'eix transversal, i la rotació externa i interna en l'eix longitudinal. El múscul que intervé gairebé exclusivament en l'extensió de genoll és el quàdriceps femoral recolzat escassament pel tensor de la fàscia lata. En la flexió de genoll intervenen el semimembranós, el semitendinós, el sartori i el recte intern en la cara interna, que també participen en la rotació interna de la tibia. En la cara externa flexionen el genoll el bíceps femoral, el popliti i el tracte iliotibial, afegint un moviment de rotació externa gràcies al bíceps [7].

L'articulació està formada per lligaments centrals i perifèrics, on entre els centrals es troben els lligaments encreuats, anterior i posterior. El LEA és un lligament intracapsular i extrasinovial que s'estén des de l'àrea intercondíia anterior fins la superfície medial del còndil femoral lateral seguint un trajecte anteroextern, obtenint una porció més anteromedial (AM) i una més posterolateral (PL). Aquesta orientació permet que alguna part del LEA estigui tensa en tot l'arc de moviment: en extensió es troba tensa la banda PL i es tensa més en hiperextensió; en flexió, el lligament arriba a ser més horitzontal, tensant més la banda AM [8]. L'angle de flexió de genoll influeix en l'estrès del LEA, ja que durant la contracció del quàdriceps a un angle de 0-30°, genera un cisallament anterior de la tibia que fa estressar i tensar el LEA [2].

El LEA s'oposa a la translació anterior de la tibia, i constitueix també un fre secundari a la rotació tibial i a les forces d'angulació varo-valg en extensió, així doncs, controla l'extensió, el desplaçament anterior de la tibia en relació al fèmur i, en menor mesura, controla en càrrega la laxitud en var, valg i rotació del genoll [9,10].

El lligament té unes dimensions de 25-38mm de longitud, 7-12mm d'amplada i 4-7mm de grossor, sent més prim en la porció proximal que en la distal [11]. El formen dues proteïnes fonamentals: el col·lagen i la elastina, les quals formen un 90% del teixit, adoptant un comportament diferent davant les càrregues de tracció; el col·lagen és molt resistent davant aquest tipus de tracció mentre que l'elastina té poca resistència davant la mateixa. En el LEA el col·lagen representa el 90% de la seva estructura i es comporta com a tal davant una càrrega, podent suportar un increment de

longitud original entre un 6 i un 8%, que al superar-la aquest es trenca [12].

Un lligament es considera trencat quan estableix una laxitud de grau III o IV, és a dir, una obertura en un pla superior a 6 mm comparat amb el genoll contra lateral sa, i en el cas del LEA les forces que actuen sobre aquest, han de superar els 20kg de càrrega per arribar al nivell de ruptura, és a dir amb activitats de sobreesforç com és durant l'esport. La ruptura del LEA permet una combinació de translació anterior i rotació anormal de la tibia respecte al fèmur [7,13].

Els factors de risc extrínsecs d'aquesta lesió són els factors externs a l'atleta i, per tant, els més difícils de controlar; com la climatologia, les característiques de la superfície del terreny de joc [14], el material i la tipologia de calçat, l'equipament de protecció[12], i la fricció entre el calçat de l'atleta i la superfície. Sent considerat aquest últim, el factor extrínsec que més influeix en les lesions del LEA sense contacte, sobretot si la superfície és seca [1,15].

Els factors intrínsecs, en canvi, són les característiques biològiques i psicosocials que predisposen a un individu a la lesió. Aquests es poden dividir en [12]:

- Història lesiva: lesions prèvies i rehabilitació inadequada.
- Qualitats físiques i factors relacionats: alteració propioceptiva, falta de força, capacitat de coordinació, gran laxitud articular, fatiga muscular, causa d'instabilitats funcionals, falta d'extensibilitat muscular, desequilibris musculars agonista-antagonista (quadríceps – isquiotibials) i augment del retard electromecànic.
- Factors inherents al esportista: gènere, edat, predisposició genètica, factors fisiològics (nivell d'estrògens i ovulació),

característiques de la musculatura (capacitat de força explosiva), extremitat dominant - no dominant i ètnia de l'esportista.

- Factors morfològics: alteracions generals de la postura, alteracions posturals localitzades (desalineaments segmentaris, hiperpronació del peu i augment de l'angle Q del genoll¹; on els valors normals es troben entre 8 y 17° [4]), dimensions de la ranura intercondília, i mida del LEA.
- Nivell esportiu: inexperiència de l'esportista i categoria federativa.
- Factors psicològics: autoestima i personalitat de l'esportista.

Els mecanismes lesionals d'aquest lligament estan associats a les càrregues de flexió combinades amb moments de valg i rotació interna (RI) de genoll, que són les càrregues que més estressen el LEA, particularment en el moment en que el genoll està a prop de l'extensió completa al realitzar el recolzament [16], tot sense un contacte entre jugadors [17].

Alentorn-Geli et al. (2009) han realitzat una extensa revisió en la que han establert els mecanismes que estan relacionats amb les lesions del LEA en el futbol [17]:

- La majoria de lesions del LEA es produeixen sense contacte.
- Els mecanismes que s'han descrit més són: els canvis de direcció o les sortides creuades combinades amb una acció de desacceleració i la recepció d'un salt amb els genolls en extensió estant l'extremitat en càrrega. Aquestes situacions provoquen posicions de valg, var, moments de rotació interna i externa, i una força de translació anterior de la tibia.

¹ Angle Q: línia que va des de l'espina ilíaca anterosuperior fins al centre de la ròtula

- La força de translació anterior tibial és el mecanisme aïllat que més risc de lesió provoca en el LEA davant les accions sense contacte, encara que les combinacions de càrregues (en els tres plans de l'espai) porten a distensions majors del lligament.

El mecanisme lesional més comú és la desacceleració amb una rotació interna de genoll [10] combinada amb un moment extensor (ja sigui amb o sense pertorbació), afegint un valg dinàmic amb el pes corporal ubicat a sobre del genoll sota risc de lesió i el peu fixat al terra amb una posició plana [17]. És possible que davant d'aquestes situacions el peu es trobi en pronació treballant en cadena tancada [18].

Quan això es produeix, el subjecte cau sobre el peu i sent un soroll sec i un dolor agut al genoll, amb incapacitat de continuar actiu i amb el desenvolupament d'un edema articular en les següents 12-24 hores. Molts dels pacients ho descriuen com "el genoll ha sortit de lloc" [8].

1.2. Prova pronòstica: “Drop Jump Test”

La literatura científica mostra un alt interès preventiu a nivell sanitari i en especial, en l'àmbit de la fisioteràpia per tal de prevenir lesions com és la del lligament encreuat anterior. És per aquest motiu que existeixen diversos tests que ajuden a pronosticar el grau de risc de patir lesió del LEA, entre ells es troba el “Drop Jump Test” (DJT), molt utilitzat a nivell esportiu [19].

El “Drop Jump Test” és una prova que es fa mitjançant un moviment dinàmic de caiguda que consisteix en dues fases de salt realitzades consecutivament: la primera es basa en deixar-se caure d'una plataforma d'alçada variable en funció de l'eina d'avaluació que s'utilitzi, i la segona en un salt vertical màxim des del terra [14,15]. En la Figura 1 es pot observar la seqüència de tota la prova pronòstica vista des del pla frontal i en la Figura 2 des del pla sagital.



Figura 1: pla frontal seqüència “Drop Jump Test”

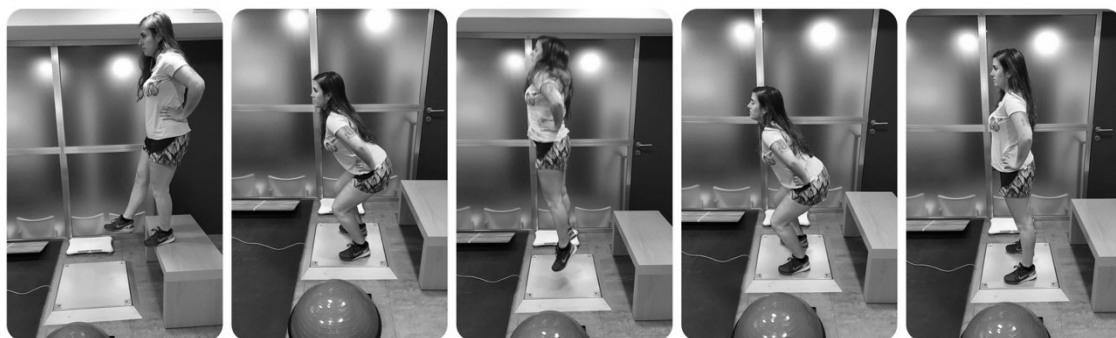


Figura 2: pla sagital seqüència “Drop Jump Test”

El DJT proporciona una gran quantitat d'informació sobre com es troba a nivell de la biomecànica de salt i quines probabilitats de lesió de les EEl té un subjecte sent esportista o no. Però no tan sols serveix per mesurar la capacitat explosiva del membre inferior, sinó que pot ser utilitzat per mesurar moltes més variables com: l'angulació de les articulacions, el temps de vol, el temps de salt, patrons aberrants, moments de força, la cinètica i la cinemàtica, l'activitat elèctrica muscular amb electromiografia, la predominança d'una cama o de l'altre, o l'eficiència d'un gest esportiu [22].

En termes de valoració cinemàtica, s'ha estudiat com la magnitud de la flexió de malucs i genolls durant l'aterratge d'un salt tipus DJT, ha sigut altament associat a un risc de lesió de LEA. De fet, la flexió limitada es relaciona amb majors moments de força i moviments en el pla frontal, el que es tradueix en lesions sobre el LEA. Mentre que una gran flexió s'associa a una reducció del valg [22].

És una prova utilitzada tant com a eina pronòstica com també eina d'entrenament preventiva utilitzant el feedback cap al jugador, trobant els dèficits del subjecte i amb la intenció de resoldre'ls, ja que la correcta realització d'un salt és vital en l'àmbit esportiu [20].

Per tal de que el subjecte realitzi correctament el test, se li expliquen les característiques que aquest ha de tenir, podent realitzar varies proves (normalment 2) fins que ho necessiti i el resultat sigui satisfactori. Aquestes característiques es basen en: deixar-se caure amb ambdós peus de la caixa, cap endavant i no verticalment, aterrar amb el peu sencer de la extremitat no dominant i completar el test amb un salt vertical màxim, i tot mitjançant un moviment fluid [23].

Els subjectes hauran de vestir amb uns pantalons curts atlètics, una samarreta arrapada per tal de permetre un millor anàlisi del moviment [22], i portar les bambes que solen utilitzar en la seva pràctica esportiva [20].

En funció de l'eina d'avaluació del DJT variem, les condicions del salt (posició dels braços), l'alçada de la plataforma (30-31cm), el mètode d'anàlisi del salt (temps real o vídeo anàlisi), els ítems a valorar (moment abductor de genoll, angle de flexió de genoll, simetria dels peus en el primer contacte, etc.), el nombre de salts vàlids (de 2 a 5), la distància des de la qual es grava (3m, 3.4544m, 3.54m, etc.), l'alçada a la qual es grava, a la distància que es salta (50% de l'alçada del subjecte o no s'especifica), si es salta sobre una plataforma o sobre dues (a una distància de 8cm entre ambdós) i la distància inicial entre els dos peus (35cm o no s'especifica).

En quant al vídeo anàlisi, és una condició de l'investigador, que pot variar entre el nombre de càmeres, la tipologia de càmeres, la posició d'aquestes i el software utilitzat, que condiciona la posició i el nombre de sensors electromagnètics que permetran l'anàlisi del salt a posteriori.

Fent un recull de la literatura científica actual sobre els estudis que analitzen a una població mitjançant el vídeo anàlisi del DJT, s'ha observat que un 50% dels articles no especifiquen si s'utilitzen sensors o no i per tant, la posició d'aquests tampoc, i el 50% restant, hi ha una gran divergència en quant la posició i el nombre de sensors, tal i com es pot observar en la Taula 1:

Posició→ Articles ↓	Sacre	EIPS E	Estèrnum	C7	Espatlla (acromi) D i E	Colze (epicòndil lateral) D i E	Canell (apòfisi estiloides) D i E	EIAS D i E	Trocànter major D i E	½ cuixa D i E	Còndil medial fèmur D i E	Còndil lateral fèmur D i E	TTA/ centre de la ròtula D i E	Taló D i E	Dors mig peu D i E	5è MTT del peu D i E	Punta del peu D i E	½ cama D i E	Nivell distal cama D i E	Mal·lèol medial turmell D i E	Mal·lèol lateral turmell D i E
1 [19]	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X (ròtula)	X	X	X	X	X	X	X	X
2 [20]	X	X (més la D)	X	X	X			X		X		X (només cama E)		X			X	X (només cama E)			X (només turmell E)
3 [24]	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X (TTA)	X	X	X	X	X	X	X	X
4 [25]			X							X			X (ròtula)								X
5 [26]			X						X				X (ròtula)	X							X
6 [27]					X			X	X	X	X	X	X (ròtula)	X			X			X	X
Total	3	3	5	1	4	2	2	4	4	5	3	4	5	5	2	2	4	3	2	3	6

Taula 1: nombre i posició dels sensors en funció de cada article.

*EIPS E: espina ilíaca posterior superior esquerre; C7: cervical n°7; EIAS: espina ilíaca anterior superior; TTA: tuberositat anterior de la tibia; 5è MTT: 5è metatarsià; D: dret; E: esquerre

Davant la diversitat en el nombre i la posició de sensors s'ha observat que hi ha 19 posicions que la majoria d'articles utilitzen com a referència per analitzar el DJT, aquestes són (Figura 3): l'estèrnum (83,3%), les dues espatlles (66,6%), l'EIAS D i E (66,6%), el trocànter major D i E (66,6%), la mitja cuixa D i E (83,3%), el còndil lateral del genoll D i E (66,6%), la TTA o la ròtula D i E (83,3%), el taló D i E (83,3%), la punta del peu D i E (66,6%) i a nivell del mal·lèol lateral de turmell D i E (100%).

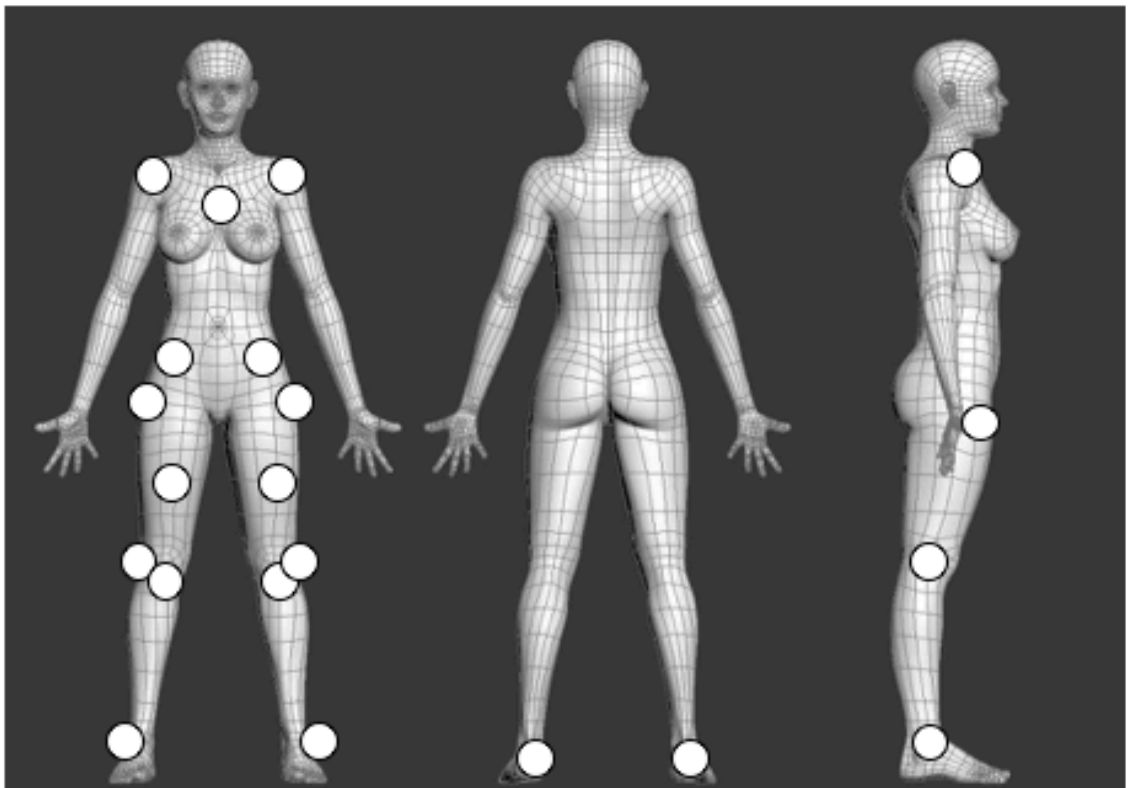


Figura 3: posició i nombre de sensors més utilitzats

En quant al nombre de càmeres, a la posició i la distància d'aquestes en relació a la plataforma de la qual es salta durant el DJT també s'ha observat una pluralitat en la literatura científica actual que es resumeix en les figures següents (4-7):

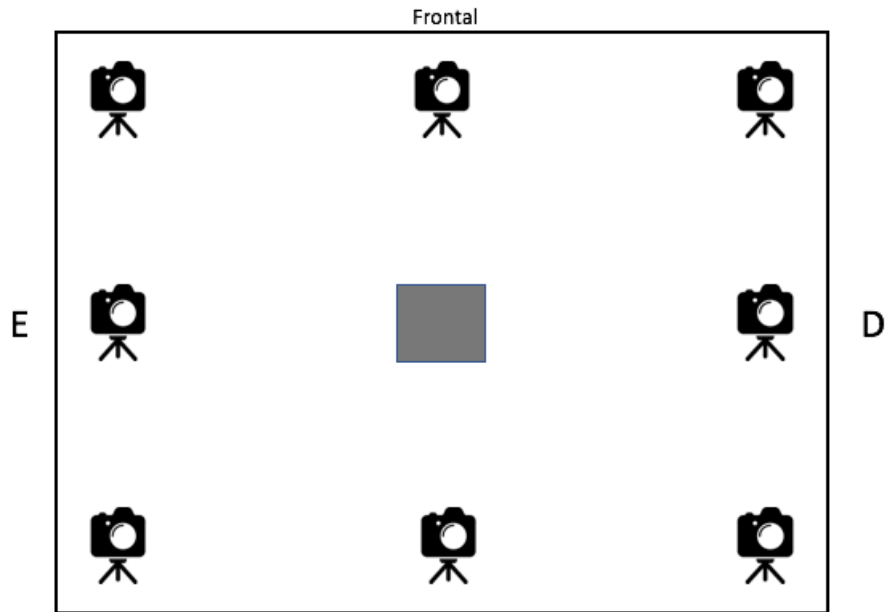


Figura 4: l'article "*Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study*" utilitza 8 càmeres d'alta velocitat (Eagle Cameras Motion Analysis Corporation; 240Hz). No especifica (NE) les distàncies de les quals grava [27].

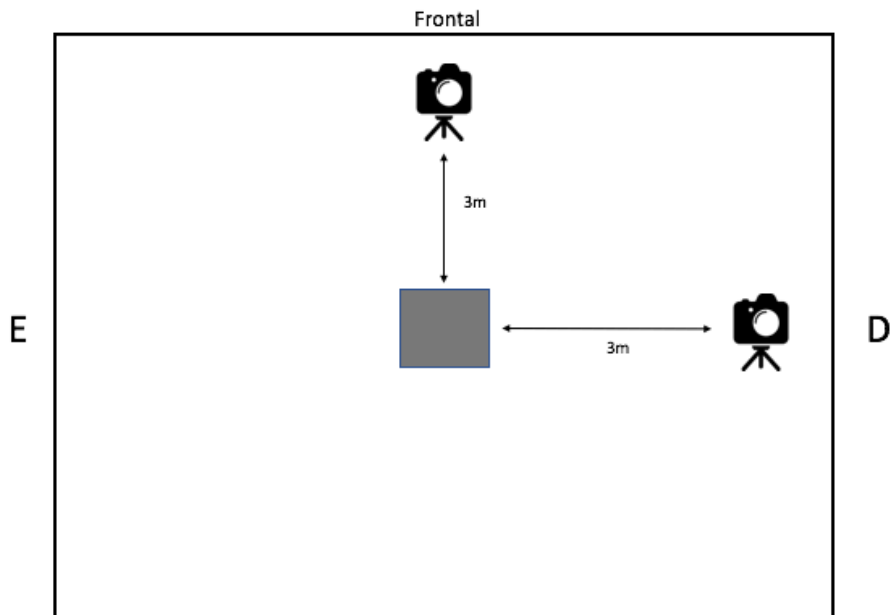


Figura 5: dos articles utilitzen dues càmeres situades al pla frontal i al pla sagital dret del pacient situant les càmeres a 3 metres de distància [2,5].

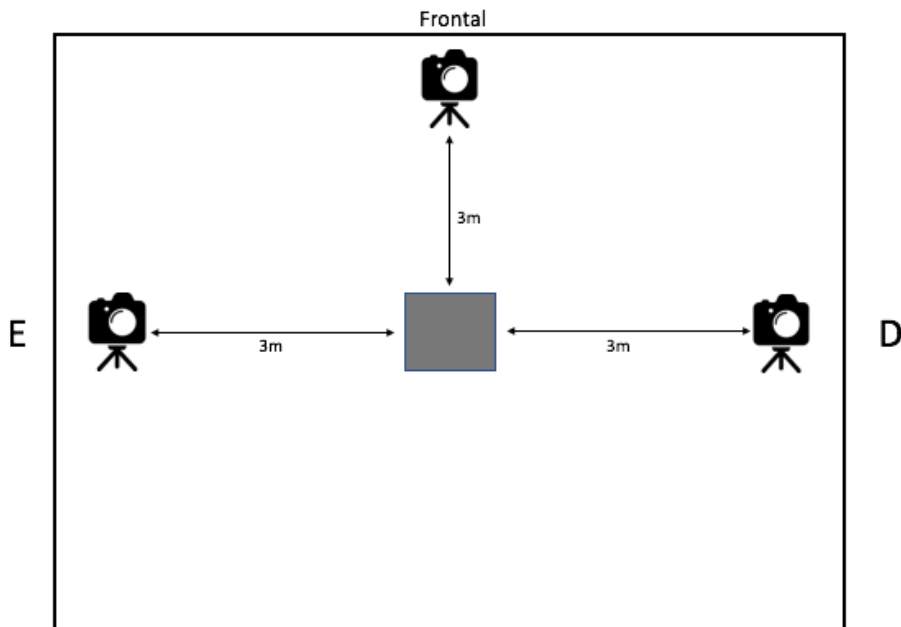


Figura 6: l'article "*The effect of videotape augmented feedback on drop jump landing strategy: Implications for anterior cruciate ligament and patellofemoral joint injury prevention*" utilitza 3 càmeres Casio EX a 3m de distància [25].

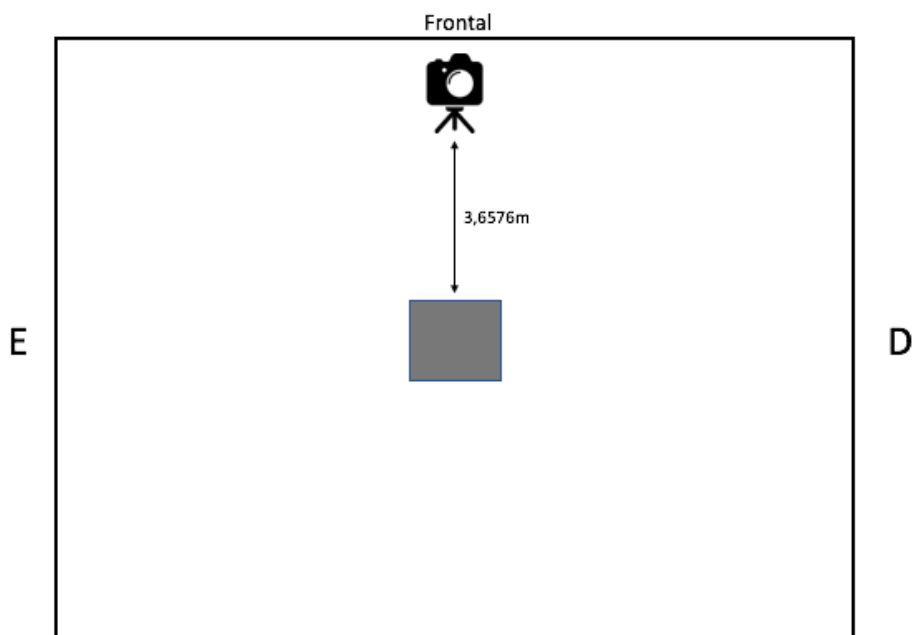


Figura 7: l'article "*The drop-jump screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes*" utilitza 1 càmera Sony Mini DV Camcorder al pla frontal a 3,6576m [26].

Pel que fa a l'alçada del tríode (Figura 8), un 40% de la literatura científica especifica des de quina alçada es grava obtenint una elevada diversitat: un 50% utilitza la mesura de 0,5m, un 50% la de 1,0224m [26,27]:

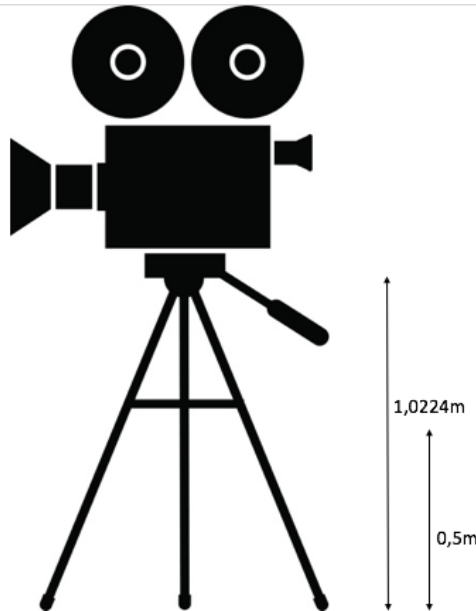


Figura 8

Aquest test, tot i ser utilitzat majoritàriament en el món de l'esport està contraindicat amb aquelles persones amb un Índex de Massa Corporal (IMC) elevat, és per això que abans de realitzar-lo demanen el pes i l'alçada del subjecte [28], amb problemes d'equilibri i també d'estabilitat, i després de patir alguna lesió en l'extremitat inferior. Trobant també unes limitacions en els sistemes d'avaluació i enregistrament del test, com és el vídeo anàlisi, podent ser en 2D o 3D, tipologia de càmera (Standard, alta velocitat...), el software, etc. Obtenint com a limitació important, el cost de l'equipament per tal de realitzar un bon anàlisi posterior.

1.3. Eina d'avaluació: "Landing Error Scoring System"

Segons la revisió sistemàtica de Fox AS et al. (2016) hi ha 3 eines d'avaluació del DJT, el "Landing Error Scoring System" (LESS), el "Clinic-Based Algorithm" i el "Observational Screening of Dynamic Knee Valgus", que avaluen el risc de lesió del LEA.

El "Clinic-Based Algorithm" utilitza una combinació de mesures antropomètriques, la mecànica d'aterratge i mesures de força per predir la probabilitat en el gènere femení de patir lesió del LEA, observant l'alt moment abductor durant el DJT, examinat en vídeo anàlisi, realitzant la caiguda des d'una plataforma de 31cm. Les mesures antropomètriques inclouen [29]:

- Longitud de la tibia
- Massa corporal
- Moviment de valg de genoll
- Rang de flexió de genoll

Aquesta eina d'avaluació té una especificitat de 71% i una sensibilitat d'un 77%.

El "Observational Screening of Dynamic Knee Valgus" avalua el risc de patir lesió de LEA, realitzant un vídeo anàlisi de 3 DJT des d'una plataforma de 31cm, classificant als atletes en alt risc (la ròtula queda més medial que el dit gros del peu) i baix risc (la ròtula queda en línia amb el dit gros del peu). Trobant una especificitat d'entre un 67-87% i una sensibilitat entre un 60-72% [30].

El "Landing Error Scoring System" (LESS) és una eina estandarditzada d'avaluació d'un moviment clínic per tal d'identificar patrons de moviment inapropiats i d'alt risc durant un salt [2], així com una eina per identificar individus que mostren una biomecànica d'aterratge de salt errònia [31]. El LESS avalua aquest risc dels subjectes passant 17 ítems durant el vídeo anàlisi,

classificant posteriorment els subjectes en un resultat excel·lent (baix risc de patir lesió de LEA), correcte, moderat o baix (alt risc). Aquesta eina té una especificitat d'un 86% i una sensibilitat d'un 64% [32].

Segons el protocol realitzat per Padua et al. (2009), els subjectes han de realitzar el salt 3 vegades, des d'una plataforma de 30 cm d'alçada, a una distància de la plataforma del 50% de l'alçada del subjecte, fins a aterrar sobre dues plaques de força situades al terra, i immediatament realitzar un salt vertical màxim [20].

Un cop enregistrats els 3 salts, s'avalua el risc de lesió passant els 17 ítems que componen el LESS, descrits en la Taula 2:

Ítems del LESS	Definició de l'error	Puntuació
Flexió de genoll: contacte inicial (CI)	El genoll es flexiona menys de 30° en el CI	Present = 1 Absent = 0
Flexió cintura pelviana: CI	La cuixa està alineada amb el tronc en el CI	Present = 1 Absent = 0
Flexió de tronc: CI	El tronc està vertical en relació al maluc en el CI	Present = 1 Absent = 0
Flexió plantar: CI	El peu aterra primer de taló a peus o amb el peu pla	Present = 1 Absent = 0
Posició medial de genoll: CI	El centre de la patel·la és medial al mig peu en el CI	Present = 1 Absent = 0
Flexió lateral del tronc: CI	La línia mitja del tronc es flexiona cap a la dreta o l'esquerre del cos en el CI	Present = 1 Absent = 0
Amplada de la postura: ample	Els peus estan situats més enllà de l'amplada de les espatlles (acromi) en el CI	Present = 1 Absent = 0
Amplada de la postura: estreta	Els peus estan situats més endins de l'amplada de les espatlles (acromi) en el CI	Present = 1 Absent = 0
Posició del peu: rotació externa (RE)	El peu està en RE més de 30° entre el CI i la flexió màxima de genoll (FMG)	Present = 1 Absent = 0
Posició del peu: rotació interna (RI)	El peu està en RI més de 30° entre el CI i la FMG	Present = 1 Absent = 0
Simetria dels peus en CI	Un peu aterra després de l'altre o un peu aterra de taló a dits i l'altre de dits a taló	Present = 1 Absent = 0
Desplaçament de flexió de genoll	El genoll es flexiona menys de 45° entre el CI i la FMG	Present = 1 Absent = 0
Desplaçament de flexió de la cintura pelviana	La cuixa no flexiona més entre el CI i la FMG	Present = 1 Absent = 0
Desplaçament de flexió de tronc	El tronc no flexiona més entre el CI i FMG	Present = 1 Absent = 0
Desplaçament medial del genoll	En el punt de màxima posició medial de genoll, el centre de la patel·la es troba medial al mig peu	Present = 1 Absent = 0
Desplaçament general de les articulacions	Flexible: el subjecte demostra una gran quantitat de desplaçament de tronc, maluc i genoll. Mediocre: el subjecte té algun desplaçament de tronc, maluc i genoll però no tots Rígid: el subjecte té poc o gens desplaçament de tronc, genoll i maluc.	Flexible = 0 Mediocre = 1 Rígid = 2
Impressió general de caiguda	Excel·lent: el subjecte mostra un aterratge suau sense un moviment en el pla frontal ni transversal Mediocre: els demés aterratges Pobre: el subjecte mostra un gran moviment en el pla frontal i transversal o mostra un aterratge rígid amb algun moviment del pla frontal o pla transversal.	Excel·lent = 0 Mediocre = 1 Pobre = 2

Taula 2: 17 ítems de l'escala LESS. Modificada i traduïda de l'article de *Theiss JL, Gerber JP, Cameron KL, Beutler AI, Marshall SW, Distefano LJ, et al. Jump-Landing Differences Between Varsity, Club, and Intramural Athletes. J Strength Cond Res. abril de 2014;28(4):1164-71. [31]*

Finalment, s'obté un resultat, provinent de la suma d'aquells ítems presents en el subjecte que ha realitzat el salt, així doncs com més elevat és el resultat final, més probabilitats té la persona de patir una lesió del LEA, quedant en una classificació de: excel·lent (0-4), correcte (4-5), moderada (5-6) i pobre (més de 6) [32].

Dins del LESS hi ha dues variants: una és el LESS - Real Time (LESS-RT), on s'avalua el DJT sense la necessitat de càmera i afegint un salt més en la prova (4 salts). Els dos primers salts s'observen des del pla frontal i els dos últims, des del pla sagital. En el LESS-RT els ítems que es valoren passen a ser 10 [33]:

- Amplada de la postura,
- Rotació del peu,
- Simetria dels peus en el primer contacte,
- Moviment del genoll i del tronc en el pla frontal,
- Patró de contacte del peu,
- Moviment del genoll i del tronc en el pla sagital,
- Impressió general en ambdós plans.

La segona variant del LESS és encara més simple, aquesta és el iLESS on només es realitza una vegada el salt del DJT i es grava des d'un pla frontal. En el iLESS els atletes es classifiquen en [34]:

- Atletes de baix risc: aquests tenen un bon patró de moviment, caracteritzat per:
 - o No tenir valg de genoll en el contacte inicial,
 - o No tenir desplaçament valg de genoll des del contacte inicial fins a flexió màxima de genoll,
 - o Aterratge amb més de 30° de flexió de genoll,
 - o Mínim o cap soroll al aterrar.

- Atletes d'alt risc: si el seu patró de moviment és deficient, caracteritzat per:
 - Posició en valg de genoll moderada des del contacte inicial fins la flexió màxima de genoll,
 - L'aterratge és de menys de 30° de flexió de genoll
 - El soroll al aterrar es fort.

2. Justificació

Tenint en compte l'alta prevalença de lesions del LEA en l'àmbit esportiu i la repercussió posterior pels individus, és interessant disposar de tests que ho pronostiquin, per tal de poder aplicar entrenaments a nivell preventiu.

És necessari que tant la eina pronòstica com l'eina d'avaluació siguin fiables, estiguin validades i existeixi un consens a nivell científic, per tal de poder realitzar estudis amb resultats comparables i significatius.

Es tracta d'identificar quines són les condicions òptimes de la realització de DJT i de l'eina d'avaluació del mateix (alta sensibilitat i especificitat), així com els ítems que es consideren com a factor de risc: alçada del salt, distància de gravació, nombre de càmeres, alçada de gravació, hardware i software a utilitzar per a l'avaluació del DJT, ítems a avaluar, nombre i la localització dels sensors electromagnètics, valors de referència que defineixin el nivell de risc de patir lesió de LEA, entre d'altres condicions. Sent tot això un buit de coneixement en la literatura científica actual.

3. Objectius general i específics

Objectiu general: determinar l'efectivitat del "Landing Error Scoring System" en la detecció d'alteracions biomecàniques en població de risc de lesió del lligament encreuat anterior (esportistes d'11 a 24 anys).

Específics:

- Analitzar la influència de l'angle de flexió dels genolls en el contacte inicial en la detecció de les alteracions biomecàniques en població de risc de lesió del lligament encreuat anterior (esportistes d'11 a 24 anys).
- Analitzar la influència de l'angle de valg d'ambdós genolls en el contacte inicial en la detecció de les alteracions biomecàniques en població de risc de lesió del lligament encreuat anterior (esportistes d'11 a 24 anys).
- Analitzar la influència de la flexió de tronc en el moment de màxima flexió de genoll en la detecció de les alteracions biomecàniques en població de risc de lesió del lligament encreuat anterior (esportistes d'11 a 24 anys).

4. Metodologia

Per arribar als objectius del treball s'ha hagut de realitzar una cerca d'articles en diferents bases de dades, amb la finalitat d'obtenir diferents articles amb unes similituds marcades amb uns criteris d'inclusió i exclusió.

En un primer moment s'han seleccionat diferents paraules clau, les quals determinen la revisió bibliogràfica basades en la condició de salut, la població d'estudi i l'eina d'avaluació pronòstica. Aquestes són: "Anterior Cruciate Ligament", "Landing Error Scoring System" i "Drop Jump Test".

L'aplicació d'aquestes paraules clau s'ha traslladat a les bases de dades Pub Med, PEDro i Sport Discus, a través de la cerca: ((Drop Jump Test) AND ACL) AND Landing Error Scoring System. A Pub Med s'han trobat 3 articles, a PEDro cap i a Sport Discus tampoc, motiu pel qual la cerca s'ha ampliat a: (Landing Error Scoring System) AND ACL, que ha permès trobar 20 articles a Pub Med, 1 article al PEDro i cap a Sport Discus. D'aquests 21 articles, 3 s'han escollit per llegir a text complet.

La fórmula final de cerca és Landing Error Scoring System on s'han trobat 41 articles a Pub Med i 2 a PEDro.

Dels 43 articles resultants, 2 han estat exclosos per duplicat i 28 al llegir el títol i el resum; 4 d'aquests 28 articles per ser assajos clínics i revisions sistemàtiques, 5 articles per treballar sobre una població intervinguda quirúrgicament, 1 article per treballar amb el Landing Error Scoring System-Real Time, 4 articles per no centrar-se en el Drop Jump Test i per últim, 14 per centrar-se en un entrenament neuromuscular.

Finalment, 13 articles han sigut escollits per llegir a text complet dels quals s'han exclòs 5 per complir els criteris d'exclusió.

Paraules clau: Anterior Cruciate Ligament, Landing Error Scoring System, Drop Jump Test

Criteris d'inclusió

- Articles amb esportistes (nois i noies) d'edats entre 11 i 24 anys.
- Estudis de cohorts prospectius, transversals observacionals i experimentals, i casos i controls.
- Articles on es realitzi el "Drop Jump Test" com a eina pronòstica.
- Articles on s'utilitzi el "Landing Error Scoring System" com a eina d'avaluació.
- La duració de l'estudi sigui mínima de 2 anys (en el cas dels estudis longitudinals).
- Articles que utilitzin el vídeo anàlisi durant la realització del test

Criteris d'exclusió

- Estudis on únicament es treballi amb esportistes amb lesió prèvia de lligament encreuat anterior
- Estudis publicats abans del 2009
- Nivell d'evidència en l'escala CASPe per estudis casos i controls inferior a 5
- Nivell d'evidència en l'escala CASPe per estudis de cohorts inferior a 5
- Nivell d'evidència en l'escala STROBE per estudis transversals experimentals inferior a una valoració global mitja.

Evidència dels articles

Autor i any	Criteris escala CASPe per estudis casos i controls											Total/11
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Smith HC et al. (2012) [35]	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	6/11

Taula 3 (annex 1)

Autor i any	Criteris escala CASPe per estudis de Cohorts											Total/11
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Padua DA et al. (2015) [36]	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	8/11
Beese Me et al. (2015) [37]	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	7/11
Lam KC et al. (2014) [38]	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	6/11
Padua DA et al. (2009) [39]	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	5/11
Beutler A et al. (2009) [40]	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	7/11

Taula 4 (annex 2)

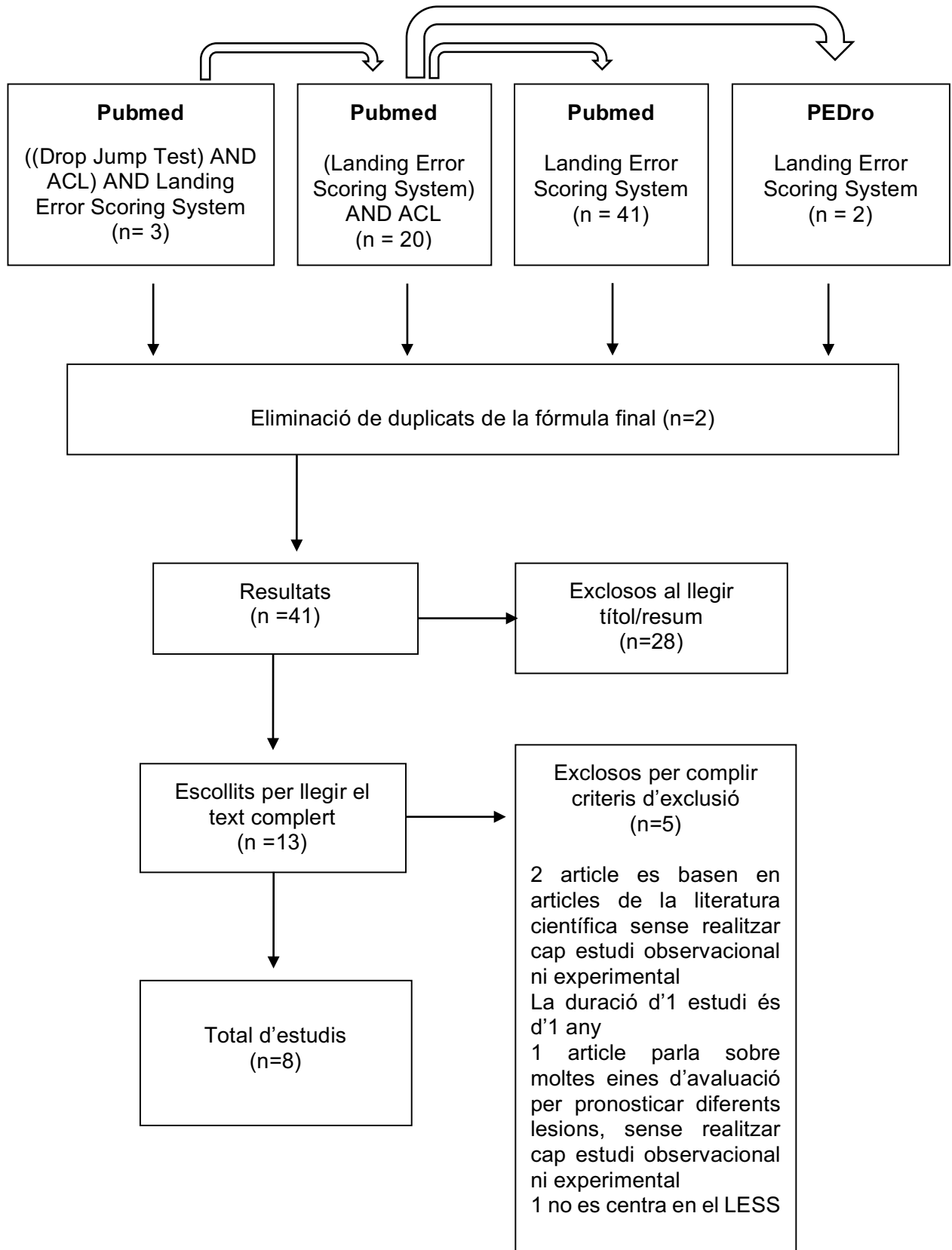
Autor i any	Criteris escala STROBE per estudis transversals experimentals											Valoració global
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Wesley CA et al. (2015) [41]	M	R	B	R	R	M	M	B	MB	MB	B	Alta
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	B	M	B	MB	B	NI	NI	MB	MB	B	MB	
	23	24	25	26	27							
	MB	MB	B	B	B							
Onate J et al. (2010) [42]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Mitja
	R	R	B	MB	B	B	B	MB	MB	MB	R	
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	R	M	B	MB	B	NI	NI	B	MB	B	MB	
	23	24	25	26	27							
	NA	NA	B	B	NI							

Taula 5 (annex 3)

Abreviatures:

M: malament R: regular B: bé MB: molt bé NI: no informa NA: no aplica

5. Diagrama de flux



6. Resultats

Fent un recull de la literatura científica actual, s'han trobat 8 articles els quals compleixen els criteris d'inclusió i d'exclusió. Tres dels articles trobats estudien l'efectivitat del LESS com a eina d'avaluació en població jove esportista i els 5 restants, són estudis on analitzen l'efectivitat del DJT mitjançant el LESS. En la Taula 6 es poden observar 6 articles observacionals:

Autor, any i nivell d'evidència	Població d'estudi i tamany mostral	Finalitat de l'estudi	Eines d'avaluació	Resultats més significatius o conclusions
Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW (2015) Nivell d'evidència → 8 [36]	829 jugadors d'elit de futbol joves (348 nois 438 noies) d'entre 11 i 18 anys	Investigar la capacitat del LESS per tal d'identificar individus amb risc de lesió del LEA en una població d'elit de futbol jove, durant el Drop Jump Test	"Landing Error Scoring System" amb vídeo anàlisi (Sony DCR-HC30)	S'ha obtingut un resultat de 7 lesionats (1 noi i 6 noies) de LEA els quals la seva puntuació LESS abans de lesionar-se va ser 6.24 ± 1.75 , i en els no lesionats 4.43 ± 1.71 . Això correlaciona els valors resultants del LESS amb el risc lesional, obtenint: com més pobre és el resultat, més probabilitats de patir una lesió té el jugador. Tot i que remarquen que es necessita més investigació sobre aquesta eina d'avaluació.
Beese Me, Joy E, Switzler CL, Hicks-Little CA (2015) Nivell d'evidència → 7	40 esportistes de gènere femení; 19 practicant diversos esports i 21 un sol esport; d'entre 13 i 17 anys	Determinar si existeixen dèficits funcionals de moviment en atletes que practiquen un sol esport en comparació a atletes que en practiquen diversos mitjançant el Drop Jump Test	"Landing Error Scoring System" amb vídeo anàlisi (Sony Handycam HD)	La puntuació mitja del LESS en les atletes que practicaven un sol esport és de 6.84 ± 1.81 i en les que practicaven més d'un esport és 6.07 ± 1.93 , obtenint uns resultats no significatius. Però en quant al percentatge d'esportistes en la classificació del LESS s'ha observat que en el grup que només practica un esport hi ha un 57% amb un resultat

[37]				pobre i un 10% amb un resultat excel·lent; i en el grup que practica diversos esports només un 37% es classifica en el resultat pobre i un 21% en l'excel·lent.
Lam KC, Valovich McLeod TC (2014) Nivell d'evidència→6 [38]	215 esportistes (116 nois i 99 noies) d'entre 18 i 21 anys	Determinar si els patrons d'aterratge de salt, segons el LESS, es diferencien segons el sexe i la història de lesions de genoll.	"Landing Error Scoring System" amb vídeo anàlisi (Sanyo Xacti VPC-CSI)	La flexió de tronc en el contacte inicial (CI), en el gènere masculí amb història lesiva prèvia (ítem valorat entre 0 i 2: 1.08 ± 0.16), es veia limitada en comparació al gènere femení (0.62 ± 0.14). A més, els nois van mostrar un aterratge de taló a dit en el contacte inicial i menys de 30 graus d'angle de flexió de genoll en el CI. En canvi en les noies, es va veure un angle elevat de valg de genoll en el CI (1.46 ± 0.13) i un angle valg de genoll al moment de flexió màxima de genoll (2.03 ± 0.17).
Smith HC, Johnson RJ, Shultz SJ, Tourville T, Holterman LA, Slauterbeck J, Vacek PM, Beynnon BD (2012) Nivell d'evidència → 6 [35]	3876 esportistes (futbol, rugby, futbol americà, hockey herba, bàsquet, gimnàstica, voleibol, lacrosse); 2021 nois i 1855 noies d'entre 14 i 23 anys	Investigar si un puntuació elevada en el LESS s'associa amb un major risc de lesió sense contacte del LEA	"Landing Error Scoring System" amb vídeo anàlisi (Canon Vixia HF200 i HV30)	El LESS no va predir, en aquest estudi, el risc de lesió del LEA, per limitacions en la investigació. Tot i que es van trobar resultats significatius en quant a les edats, trobant que els estudiants universitaris tenien millor tècnica de salt (puntuació LESS més baixa: 4.70) que els estudiants d'institut (5.91)

<p>Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE Jr, Beutler AI.</p> <p>(2009)</p> <p>Nivell d'evidència →5</p> <p>[39]</p>	<p>2691 participants (1655 nois i 1036 noies), provinents d'una acadèmia militar (esportistes); no s'especifica la edat</p>	<p>Determinar si una eina de detecció clínica (LESS) identificarà de manera fiable els subjectes que tenen un alt risc de patir una lesió.</p>	<p>“Landing Error Scoring System” amb vídeo anàlisi (DCR-HC38 Mini DV Handycam Camcorder)</p>	<p>Existeix una diferència en els resultats entre sexes, obtenint un 14% en les noies en el resultat excel·lent i un 29% a la dels nois; un 36% en les noies en el resultat pobre i un 23% en els nois.</p> <p>La classificació pobre del LESS es veu associada amb una disminució de l'angle de flexió de genoll i maluc, augment del valg de genoll i l'angle d'adducció de maluc, augment de la RI de maluc i genoll, augment del moment extensor de maluc i cisallament anterior de la tibia.</p> <p>Això implica una fiabilitat excel·lent.</p>
<p>Beutler A, de la Motte S, Marshall S, Padua DA, Boden B</p> <p>(2009)</p> <p>Nivell d'evidència→ 7</p> <p>[40]</p>	<p>2753 esportistes militars (1046 noies i 1707 nois) d'entre 18 i 24 anys</p>	<p>Determinar si els factors antropomètrics, la força muscular i el valor del LESS, prediuen una mala tècnica d'aterratge de salt en una comparativa de gèneres.</p>	<p>“Landing Error Scoring System” amb vídeo anàlisi Dinamòmetre (NexGen Ergonomics) Goniòmetre Brody Method</p>	<p>S'observa diferència entre sexes (en els homes una mitjana de 4.65 ± 1.69 i en les dones 5.34 ± 1.51).</p> <p>S'observen errors relacionats: disminució de la flexió de tronc, de maluc i de genoll en el CI, valg de genoll i els peus més separats (referència: espatlles) en el CI, aterratge asimètric dels peus, representant un 67% de la covariància entre els 17 ítems.</p>

Taula 6. LESS: “Landing Error Scoring System”; LEA: lligament encreuat anterior; CI: contacte inicial; RI: rotació interna

Padua DA et al. (2015)

Els autors del primer article van realitzar un estudi de Cohorts prospectiu l'any 2015 (*"The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury-Prevention Program in Elite-Young Soccer Athletes"*) on van definir uns criteris d'inclusió. Van agafar jugadors de futbol d'elit d'entre 11 a 18 anys; que competissin en dues lligues de nivell similar; on juguessin sempre en un camp de gespa natural; i cap dels 829 participants patissin d'una lesió o malaltia que els impedis competir.

Respecte a la taxa d'abandonament l'estudi fa referència a la pèrdua de 29 subjectes del total en els 3 anys d'estudi.

En relació a les limitacions, els autors comenten que aquest estudi ha estat amb una població petita i específica, afegint que la puntuació de LESS es veu condicionada per l'edat i el sexe, i per tant el punt de tall de l'escala LESS (en aquest cas és 5) pot ser que no sigui apropiat en totes les edats. Es necessitarien més estudis addicionals amb un tamany mostral més gran.

Beese Me et al. (2015)

El segon article es tracta d'un estudi transversal observacional realitzat l'any 2015 (*"Landing Error Scoring System Differences Between Single-Sport and Multi-Sport Female High School Aged Athletes"*) on els criteris d'inclusió que van definir són: que les jugadores que només realitzaven un esport, portessin almenys 1 any practicant-lo, i les que en practicaven més d'un, havien de competir en tots els esports durant mínim un any. Com a criteris d'exclusió: que no patissin lesions ortopèdiques que les impedis ser actives en el seu esport i en el moment de la prova.

No s'hi observa taxa d'abandonament.

Pel que fa a les limitacions, els autors consideren important nombrar aquelles limitacions que han pogut afectar als resultats: les jugadores van

saltar d'una caixa que d'amplada feia aproximadament l'amplada de les espatlles i això pot influir en l'aterratge de cadascuna. A més, havien realitzat la prova a algunes jugadores després d'un entrenament i la fatiga podria haver influït en les puntuacions del LESS, també comenten que algunes jugadores ja havien realitzat la prova prèviament i per tant, ja sabien com s'havia de saltar.

Lam KC et al. (2014)

Pel que fa al tercer article, els autors van realitzar un estudi transversal observacional l'any 2014 (*"The Impact of Sex and Knee Injury History on Jump-Landing Patterns in Collegiate Athletes: A Clinical Evaluation"*) i van definir uns criteris d'inclusió i exclusió. En els criteris d'inclusió van agafar participants menors de 18 anys que practiquessin esport. Com a criteris d'exclusió, van excloure aquelles persones que havien patit o patien una lesió, condició o malaltia que els impedisís completar amb seguretat l'aterratge del salt del DJT.

No hi ha taxa d'abandonament.

Les limitacions de l'estudi són que van incloure tots els participants en l'estudi sense excloure aquells atletes que practiquessin esports predominantment sense salt ni carrera contínua (golf, lluita lliure), cosa que va poder alterar els resultats. Per altra banda, no es van excloure ni identificar aquells individus que van tenir en un passat una formació tècnica relacionada amb salts.

Smith HC et al. (2012)

En quant al quart article, els autors van realitzar un estudi Cas control l'any 2012 (*"A Prospective Evaluation of the Landing Error Scoring System (LESS) as a Screening Tool for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk"*) on van definir uns criteris d'inclusió i exclusió. En els criteris d'inclusió van agafar esportistes de secundària i universitaris que practiquessin esports de no contacte; que es trobessin entre 14 i 23 anys; entre un pes de

55.3kg i 86.5kg; i una alçada de 159.4cm i 184.3cm. Com a criteris d'exclusió, van excloure aquells jugadors que s'havien lesionat del LEA per un mecanisme lesional per contacte o el mecanisme de lesió no estava clar i els que anteriorment havien patit una lesió del LEA.

Pel que fa a la taxa d'abandonament d'aquest estudi, és de 4 subjectes els quals van patir ruptura del lligament encreuat anterior, en algun moment durant els 3 anys d'estudi.

Relacionat amb les limitacions, els autors, després d'analitzar els resultats, van considerar que per tal de veure resultats significatius, l'estudi hauria d'haver sigut molt més ampli. A més, la puntuació del LESS la van reduir a 11 ítems, en comptes de 17.

Padua DA et al. (2009)

Els autors del cinquè article van realitzar un estudi de Cohorts prospectiu l'any 2009 (*"The Landing Error Scoring System (LESS) Is a Valid and Reliable Clinical Assessment Tool of Jump-Landing Biomechanics: The JUMP-ACL Study"*) i van definir uns criteris d'inclusió: els participants havien d'estar sans i lliures de lesions ortopèdiques en el moment de la prova. No especifiquen criteris d'exclusió.

Pel que fa a les limitacions, descriuen que la divisió en la puntuació del LESS, en excel·lent, correcte, moderada i pobre, ha estat específica del seu estudi en funció de la seva població.

Beutler A et al. (2009)

L'últim article observacional, és un estudi de Cohorts prospectiu de l'any 2009 (*"Muscle strength and qualitative jump-landing differences in male and female military cadets: The jump-ACL study"*) on especifiquen únicament uns criteris d'exclusió. Es van excloure aquells militars amb una lesió múscul-esquelètica en l'extremitat inferior o que per algun altre

motiu no poguessin realitzar les tasques de l'estudi en el moment de la recollida de dades.

No s'especifica la taxa d'abandonament i pel que fa a les limitacions, els autors comenten que el fet de realitzar l'estudi en població militar, impedeix la generalització dels resultats a tota la població jove esportista. I afegixen que el fet de classificar en "erroni" diferents patrons de moviment en el salt sense associar-ho de manera prospectiva al risc de lesió del LEA, també ha estat una limitació.

En la Taula 7, es poden veure 2 articles experimentals:

Autor, any i nivell d'evidència	Població d'estudi i tamany mostral	Finalitat de l'estudi	Eines d'avaluació	Resultats més significatius o conclusions
Wesley CA, Aronson PA, Docherty CL (2015) Nivell d'evidència→alta [41]	36 esportistes (18 nois i 18 noies) de bàsquet, futbol, futbol flag i voleibol amb una edat d'entre 18 i 20 anys	Utilitzar el LESS com a eina d'anàlisi de moviment, per determinar els efectes de l'exercici sobre la biomecànica d'aterratge en ambdós sexes mitjançant el DJT	"Landing Error Scoring System" amb vídeo anàlisi (Sony DCR-SR42 Handycam)	La puntuació del LESS en el gènere femení era major (salt més pobre): 6.3 ± 1.8 en comparació al gènere masculí: 4.9 ± 2.2 . La puntuació del LESS va augmentar en ambdós grups després de realitzar exercici i repetir de nou el DJT (fins 1.3 més).
Oate J, Cortes N, Welch C, Van Lunen BL. (2010) Nivell d'evidència→mitja [42]	19 jugadores de futbol d'entre 18 i 21 anys	Avaluar el criteri de validesa d'una eina d'avaluació d'aterratge de salt en comparació a un anàlisi de moviment tridimensional (3D) i avaluar la confiabilitat d'un avaluador expert en comparació a un novell utilitzant el LESS.	"Landing Error Scoring System" amb vídeo anàlisi (càmera d'alta velocitat: Vicon Motion Systems Ltd i Sony Mini-DV Handycam camcorder DCR-HC40)	Hi ha una alta concordança entre l'avaluador expert i les puntuacions en 3D, revelant un excel·lent acord del 100% pels ítems de: flexió de turmell en el CI, flexió de genoll, flexió de tronc en la màxima flexió de genoll i la posició del peu al CI per ambdós rotacions (RE i RI de tibia).

Taula 7. LESS: "Landing Error Scoring System"; DJT: "Drop Jump Test"; CI: contacte inicial; RE: rotació externa; RI: rotació interna

Wesley CA et al. (2015)

El primer article és un estudi transversal experimental de l'any 2015 (*“Lower Extremity Landing Biomechanics in Both Sexes After a Functional Exercise Protocol”*) on van definir diversos criteris d'inclusió: els esportistes havien d'estar involucrats en alguna activitat esportiva organitzada pel campus universitari escollit (Associació d'Atletisme Colegiat Nacional i clubs atlètics); aquests havien de portar mínim un any realitzant una activitat esportiva i realitzant el mateix esport mínim 3 dies a la setmana almenys 1 hora al dia. Com a criteris d'exclusió es van excloure aquells participants que havien patit una lesió de les extremitats inferiors en els últims 6 mesos, una lesió al cap en els últims 6 mesos, una cirurgia d'extremitats inferiors en l'últim any o algun antecedent de lesió o cirurgia de LEA. També van ser exclosos aquells que prèviament havien estat involucrats en un programa de prevenció de lesions del LEA o que van rebre instruccions formals de l'aterratge d'un salt.

No hi ha taxa d'abandonament.

Les limitacions que els autors comenten són que tot i intentar estandarditzar el nivell d'exercici entre els participants, el grau exacte de fatiga individual segueix sent desconegut tot i que s'han realitzat estudis sobre la relació del temps amb l'inici dels efectes de la fatiga.

Onate J et al. (2010)

El segon article, els autors van realitzar un estudi experimental transversal l'any 2010 (*“Expert Versus Novice Interrater Reliability and Criterion Validity of the Landing Error Scoring System”*) i van redactar uns criteris d'inclusió i exclusió. Els criteris d'inclusió, inclouen aquells subjectes que estaven lliures de lesions de maluc, lumbar, genoll o turmell en els últims 6 mesos o alguna cirurgia en els últims 2 anys. No es mostren criteris d'exclusió, com tampoc les limitacions de l'estudi.

7. Dominàncies

A continuació es poden observar diversos gràfics que permetran una millor comprensió dels resultats així com una correlació entre tots els articles seleccionats en l'apartat de resultats, en relació a la població d'estudi, el tipus d'investigació, els sistemes d'avaluació i les variables clíniques.

7.1. Població d'estudi

Les dades descriptives de la població, en el cas del gènere, s'agrupen per tipus d'estudi en funció de la seva duració (transversals i longitudinals), tal i com s'observa en les Figures 9 i 10 respectivament. Els estudis transversals reuneixen participants d'institucions, clubs i associacions atlètiques, i els longitudinals en canvi acadèmies militars, lligues i instituts. Amb això s'ha observat que els estudis transversals tenen una mostra menor en comparació als estudis longitudinals.

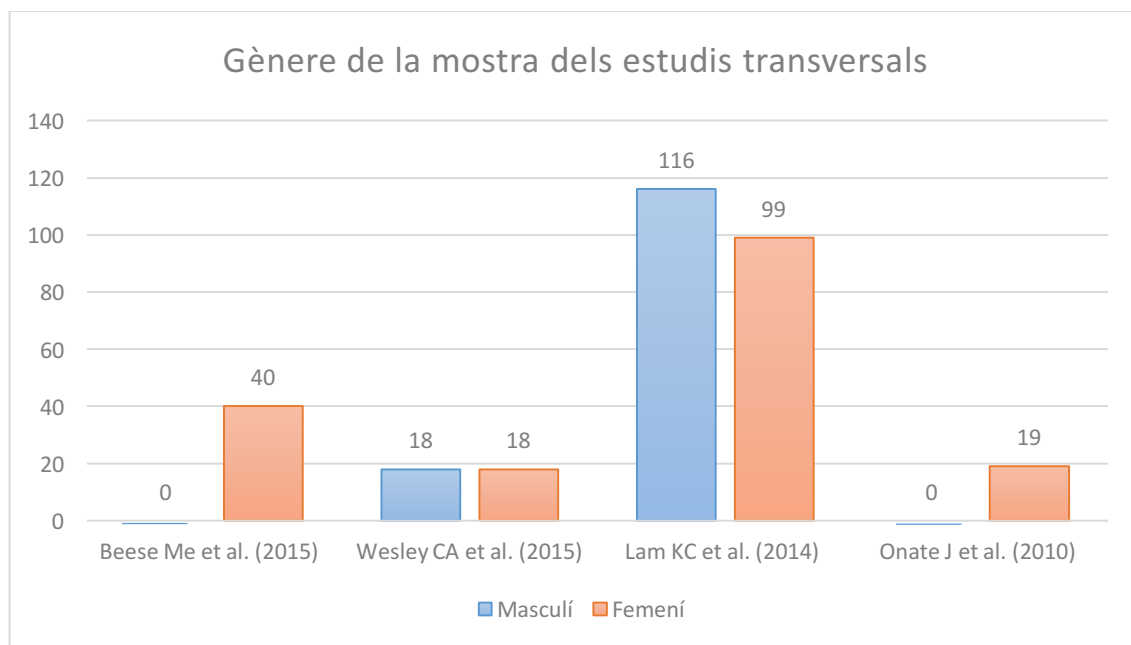


Figura 9

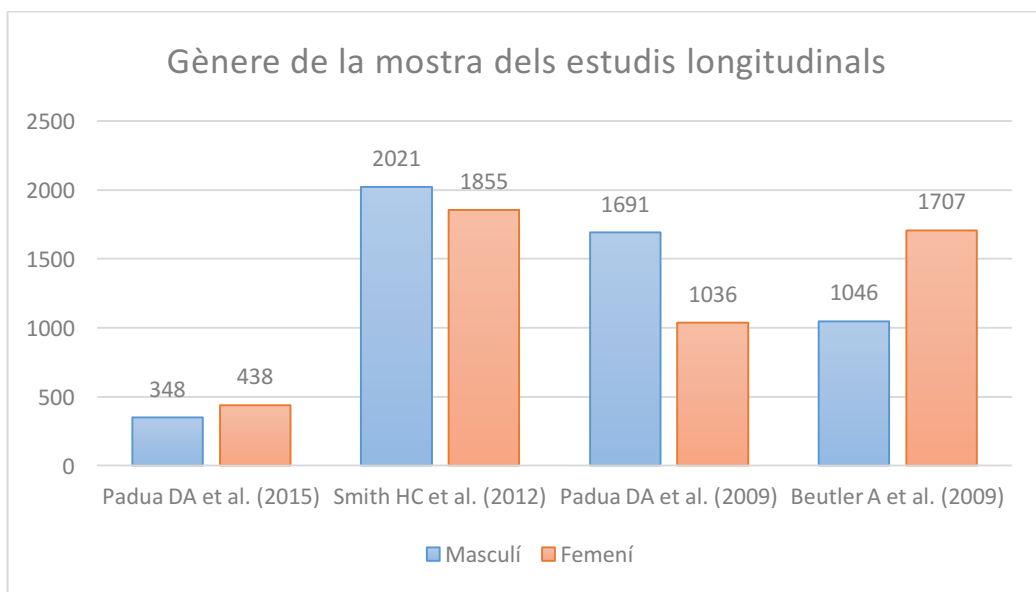


Figura 10

A la Figura 11 s'observen 7 articles on queden il·lustrades les edats de les mostres. L'article de Padua DA et al. (2009) no especifica les dades [39].

Es pot veure com les edats dels subjectes en tots els estudis van entre 11 i 24 anys. La diferència d'edat en cada article generalment és petita, excepte en dos articles on la diferència ja és de 7 [36] i de 9 anys [35]. Pel que fa la mitjana d'edat es troba entre 15,7 i 20,7 anys.

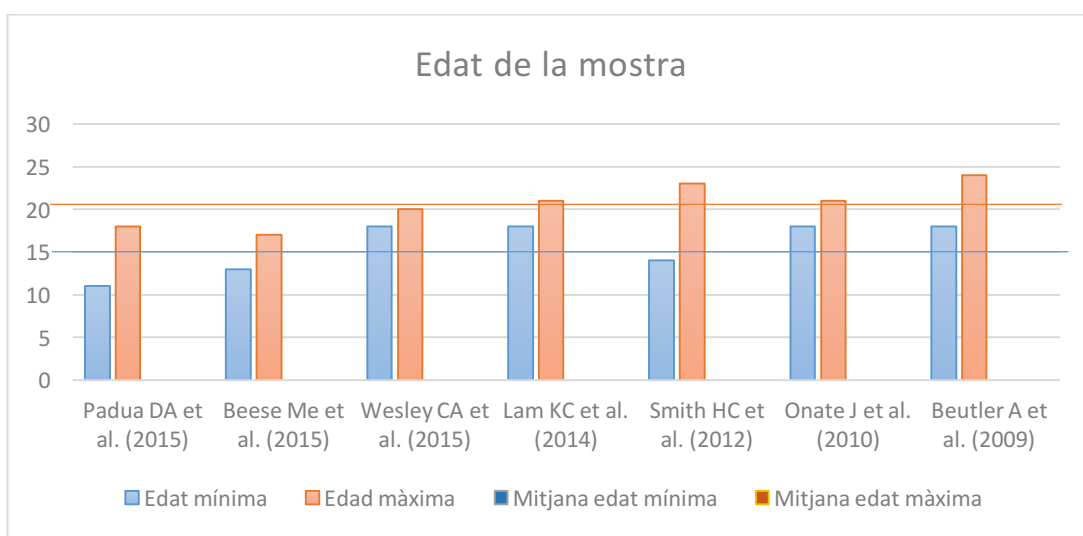


Figura 11

La Figura 12 relaciona el gènere de la mostra amb la mitjana del seu IMC. S'ha vist que en els 6 articles on apareixia l'IMC de la mostra, aquest es trobava en tots els casos dins de la normalitat (18.5-24.99) sent el de les noies més baix que el dels nois en tots els casos.

L'article de Smith HC et al. (2012) no diferenciava gènere i al fer la mitjana s'ha utilitzat la dada per ambdós sexes, l'article d'Onate J et al. (2010) es treballa només amb gènere femení, i el de Padua DA et al. (2015) i el de Beese Me et al. (2015) no especifiquen l'IMC. Pel que fa a la mitjana masculina, l'IMC es troba en 24,028 i en la femenina en 20,965.

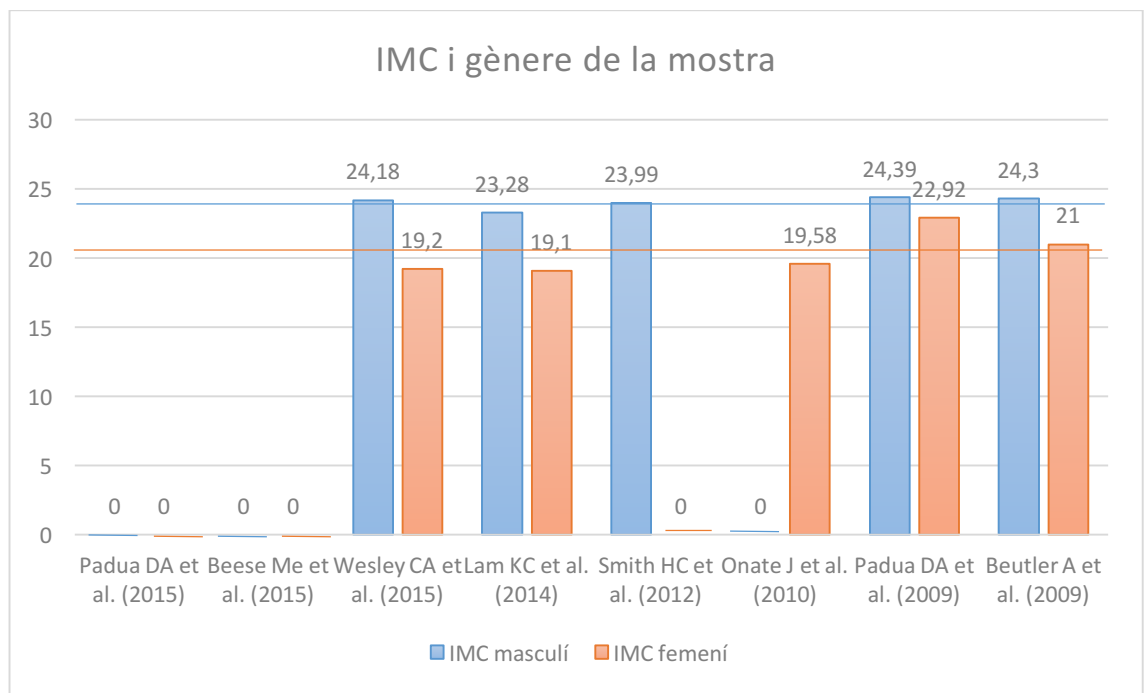


Figura 12

En la Figura 13 es pot veure la variabilitat d'esports que practiquen els participants dels diferents estudis. S'observa la diferència que marca el futbol, sent un esport predominant davant la resta. Tot seguit el segueixen el bàsquet i el voleibol, on 3 articles treballen

amb aquest grup d'esportistes, i finalment els esportistes d'acadèmies militars, que apareixen en dos articles que només treballen amb grup de militars.

El que tenen en comú els tres 3 esports amb els que més s'ha treballat, és que són esports de salt i l'anàlisi d'aquest amb el DJT és important per tal de valorar el risc de lesió

Tipologia d'esports

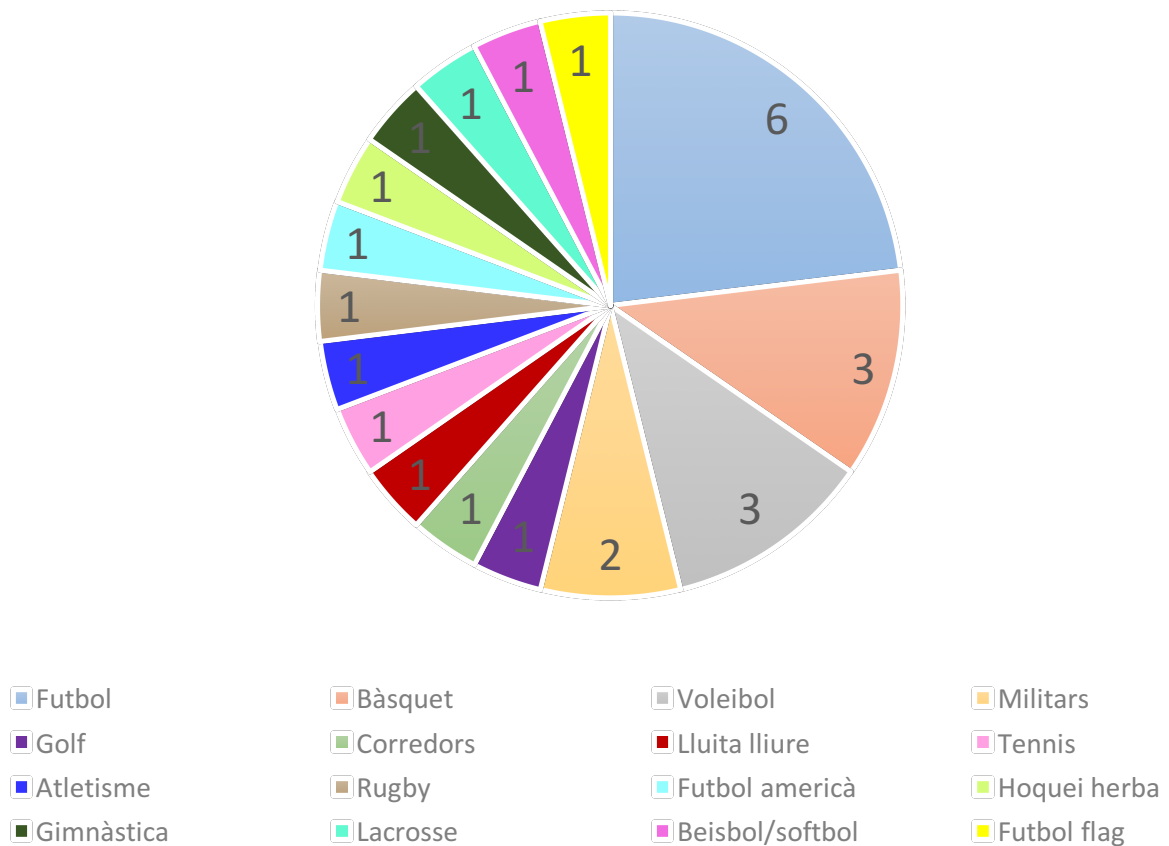


Figura 13

Pel que fa al nivell competitiu de la població d'estudi, s'ha pogut dividir en 4; interescolar on s'inclouen aquells esportistes que pertanyen a equips de nivell escolar o universitari, clubs atlètics a nivell local, acadèmies militars i per acabar lligues d'elit. Com es pot veure en la Figura 14, predominen les lligues dels equips a nivell escolar o universitari, on 3 estudis ho reflecteixen, en canvi a nivell de lligues d'elit només 1, en concret de futbol.

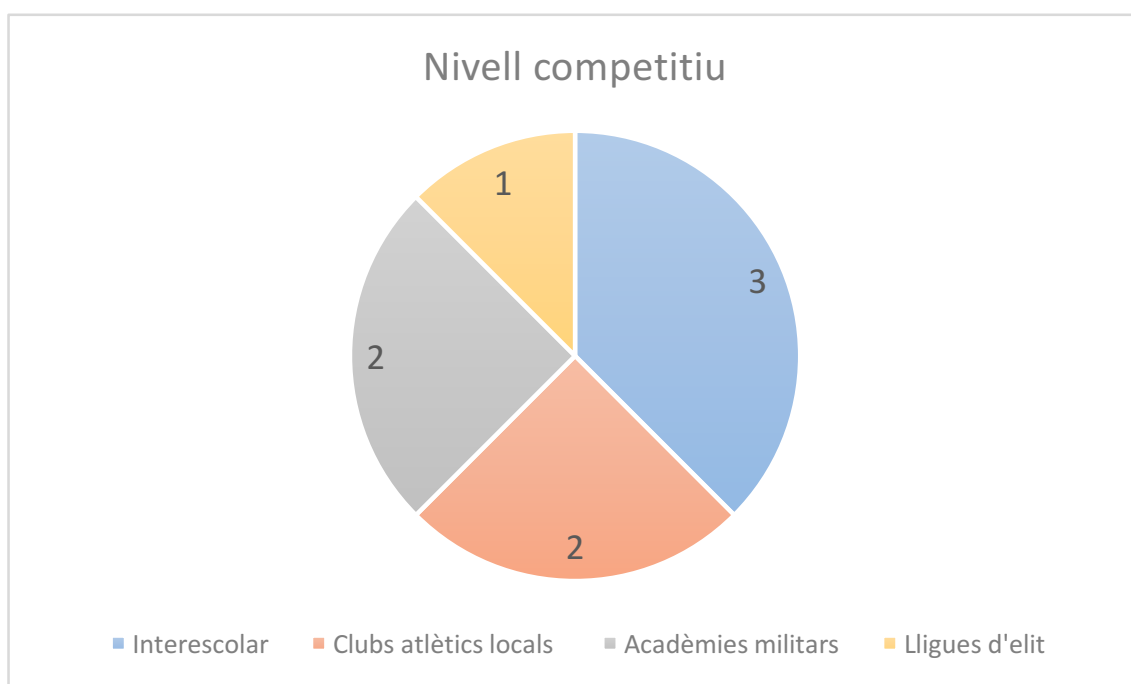


Figura 14

7.2. Tipologia d'investigació

La tipologia d'articles es pot observar en la Figura 15, on s'ha vist una diversitat d'articles; trobant articles d'estudis experimentals transversals (25%) [41,42], articles d'estudis observacionals transversals (25%) [37,38], un estudi cas control [35] i amb un 38%, 3 estudis de cohorts prospectius [36,39,40].

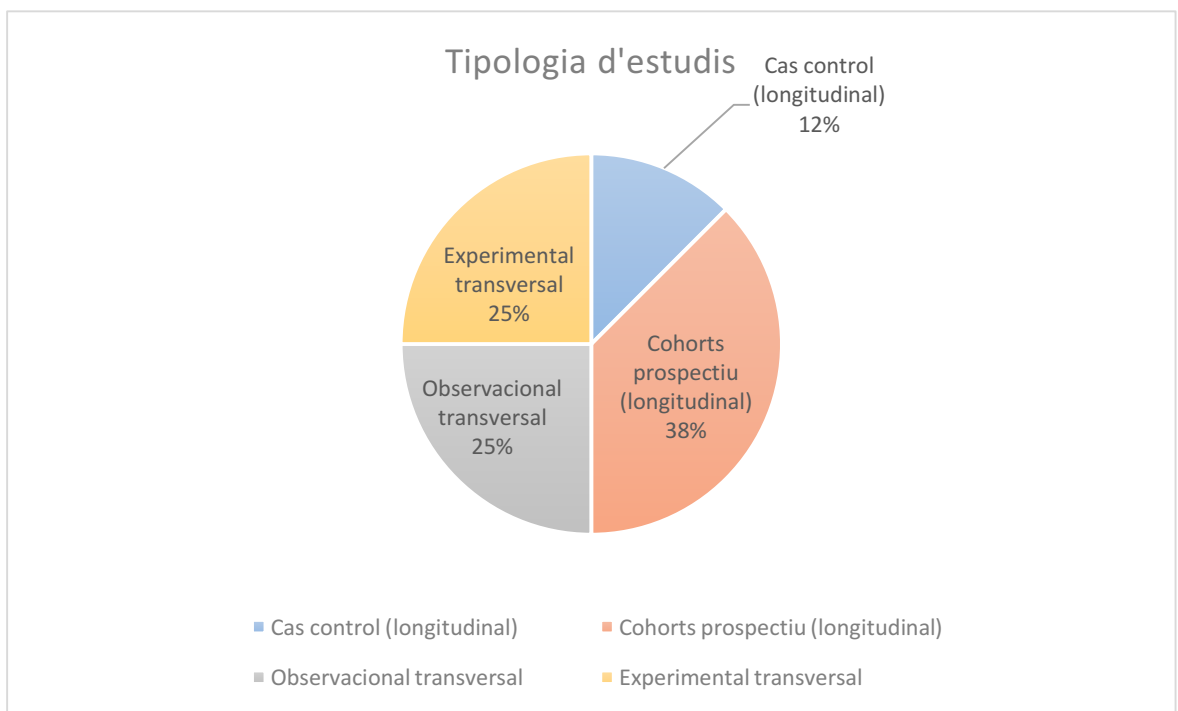


Figura 15

Tal i com s'ha vist en la Figura 15, s'han trobat un 50% d'estudis transversals i un 50% d'estudis longitudinals, els quals tenen una temporització a tenir en compte que es pot veure en la Figura 16; un article dura 5 anys [40], un altre 2 anys [39] i per últim, dos articles en duren 3 [35,36].

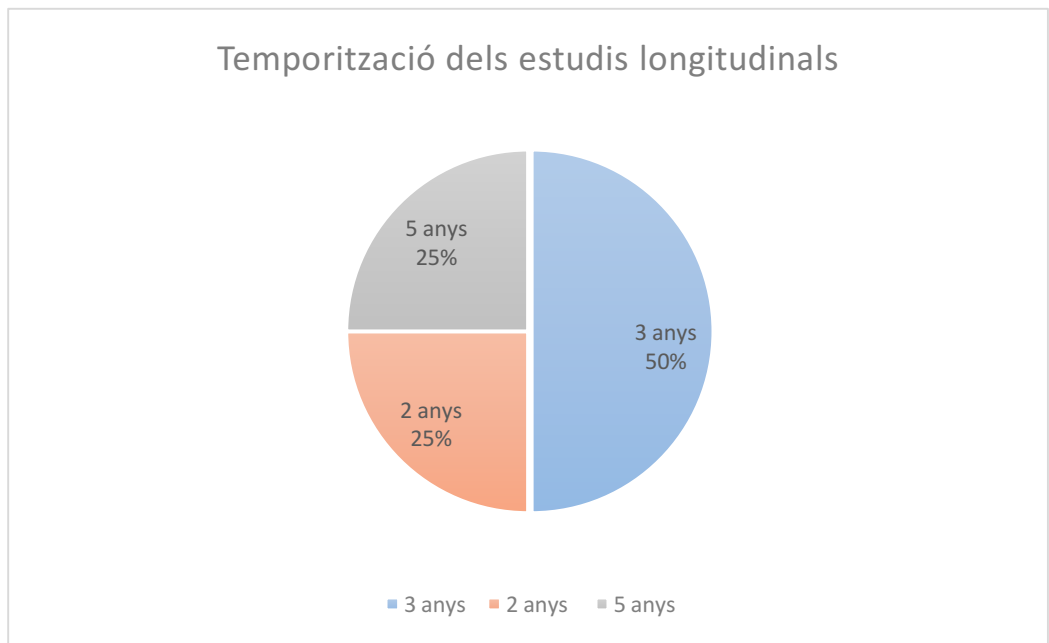


Figura 16

En la Figura 17 es pot veure la diversitat de sistemes d'avaluació en quant al nivell d'evidència dels 8 articles seleccionats; a l'article de Smith HC et al. (2012) se li ha passat l'eina d'anàlisi d'estudis de casos i controls de l'escala CASPe, als articles de Wesley CA et al. (2015) i d'Onate J et al. (2010) se'ls ha passat l'escala d'STROBE i finalment els 5 articles restants l'eina d'anàlisi d'estudis de cohorts de l'escala CASPe.

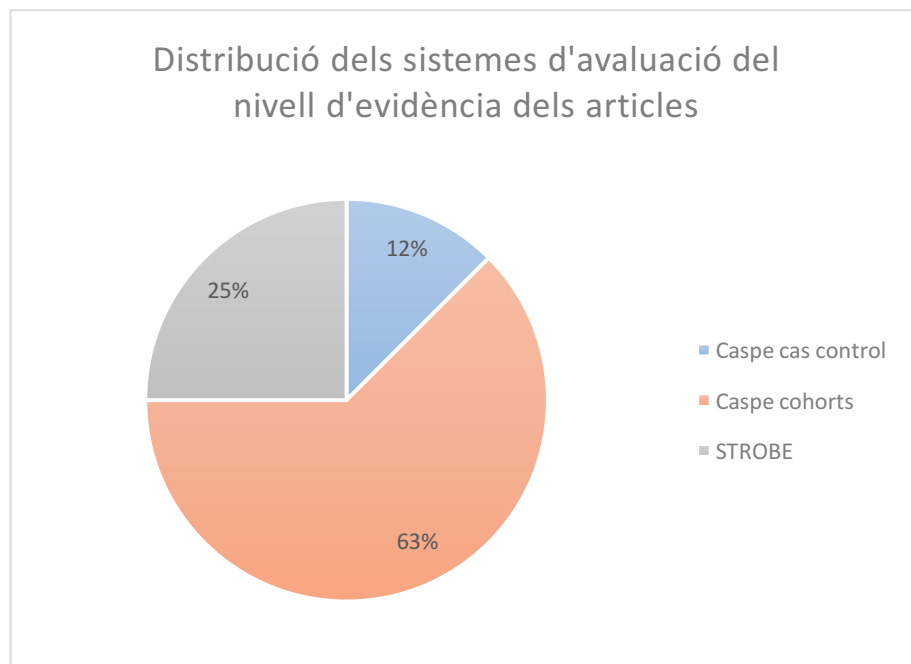


Figura 17

En el cas de l'escala d'STROBE el nivell d'evidència s'avalua amb una valoració global dividida en: baixa, mitja i alta, i per tant en la Figura 18 només s'han pogut plasmar els 6 articles que han passat l'escala CASPe, tant per casos i controls com per estudis de cohorts. Als dos estudis transversals observacionals d'aquesta revisió se'ls ha passat l'escala de CASPe per estudis de cohorts ja que els ítems que es valoraven s'adequaven al tipus d'estudi i a més no hi ha escales d'evidència que valorin els estudis transversals observacionals.

Els nivells d'evidència dels articles es valoren sobre 11, i en taronja podem observar el nivell d'evidència dels estudis que han passat l'eina d'anàlisi d'estudis de cohorts, i en blau el nivell d'evidència de l'estudi que ha passat l'eina d'anàlisi d'estudis de casos i controls. Els nivells d'evidència van d'una puntuació de 5 a 8 sobre 11.

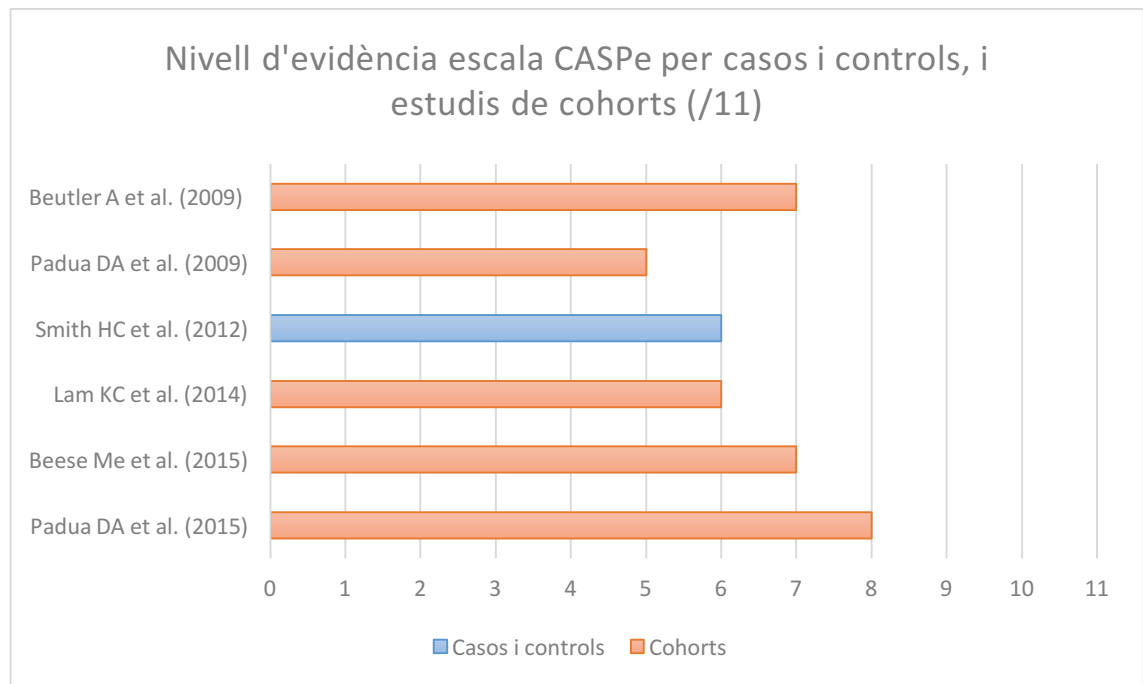


Figura 18

7.3. Anàlisi del sistema d'avaluació

En quant als sistemes d'avaluació del DJT trobem, el número i la posició dels sensors, el nombre i la posició de les càmeres, així com també la tipologia d'aquestes i per acabar l'alçada a la qual es grava el DJT.

Un 25% dels articles seleccionats especifiquen el nombre i la posició dels sensors utilitzats durant l'enregistrament del DJT. La posició d'aquests es pot observar en la Taula 8, on l'article d'Onate J et al. (2010) es basa amb el model de Helen Hayes [43] per a l'aplicació dels sensors i Padua DA et al. (2009) amb el mètode de Bell AL et al. (1990) [44]:

Posició→ Articles ↓	Acromi D i E	EIAS D i E	10 cm sobre sacre	Trocànter major D i E	Còndil femoral lateral D i E	Còndil femoral medial D i E	½ cuixa D i E	Ròtula D i E	½ cama D i E	Mal·lèol lateral del turmell D i E	Mal·lèol medial del turmell D i E	Entre 2n i 3r MTT del peu D i E	Centre del turmell D i E
Onate J et al. (2010)	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
Padua DA et al. (2009)		X	X		X	X	X		X	X	X		

Taula 8: nombre i posició dels sensors del 25% dels articles.

*D: dret; E: esquerre; EIAS: espina ilíaca anterior superior; MTT: metatarsià

En la Figura 19 es poden veure gràficament els sensors en funció de cada article. Amb els punts de color verd s'observen els sensors que només ha utilitzat l'article d'Onate J et al. (2010), en color blanc els sensors que només ha utilitzat l'article de Padua DA et al. (2009) i amb els punts de color blanc i verd els sensors que han utilitzat ambdós articles.

Es pot veure com els únics sensors que només s'utilitzen en l'article de Padua DA et al. (2009) són els del còndil femoral medial dret i esquerre, i els del mal·lèol medial del turmell dret i esquerre. Aquests els han utilitzat per tal de trobar el centre de l'articulació del genoll i del turmell, junt amb els sensors laterals dels còndils i dels mal·lèols. En canvi, l'article d'Onate J et al. (2010) sí que ha utilitzat els sensors del centre de la ròtula i del centre del turmell. També s'observa només en l'article d'Onate J et al. (2010) la utilització de sensors a nivell del tronc superior (acromi d'ambdós costats), que permet mesurar desviacions del tronc (angle de flexió, desviacions laterals...)

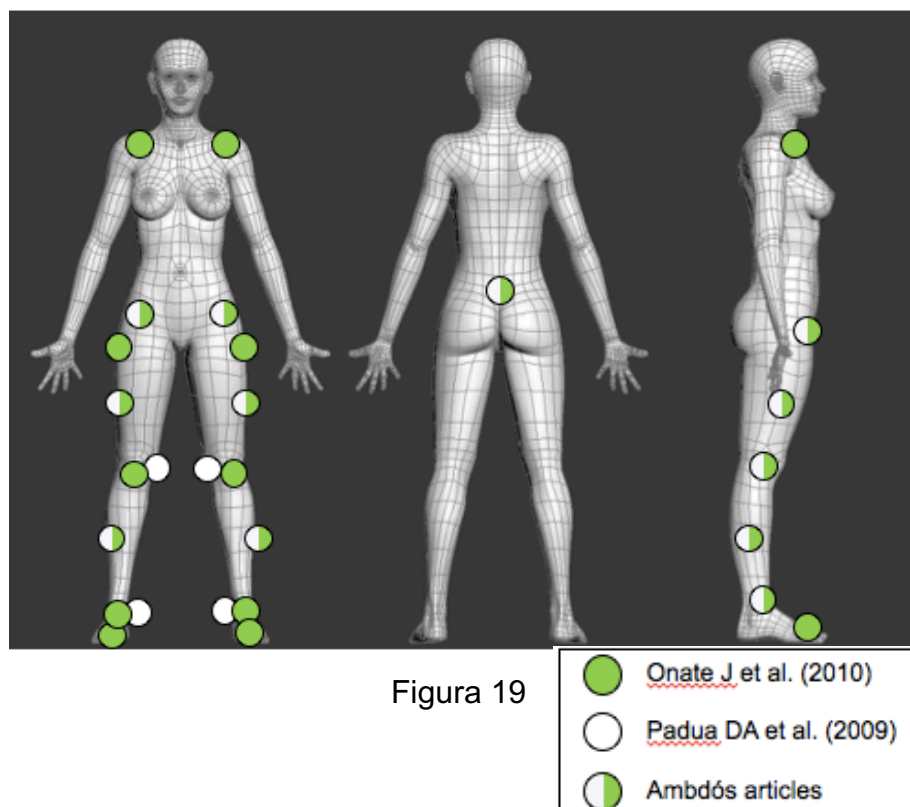


Figura 19

La Figura 20 mostra la posició i el nombre de càmeres que s'utilitzen en l'article d'Onate J et al. (2010). Es poden observar 8 càmeres d'alta velocitat (color negre) i dues càmeres estàndard (color gris) situades al pla frontal i al pla sagital dret. La distància a la qual es grava no s'especifica en l'article.

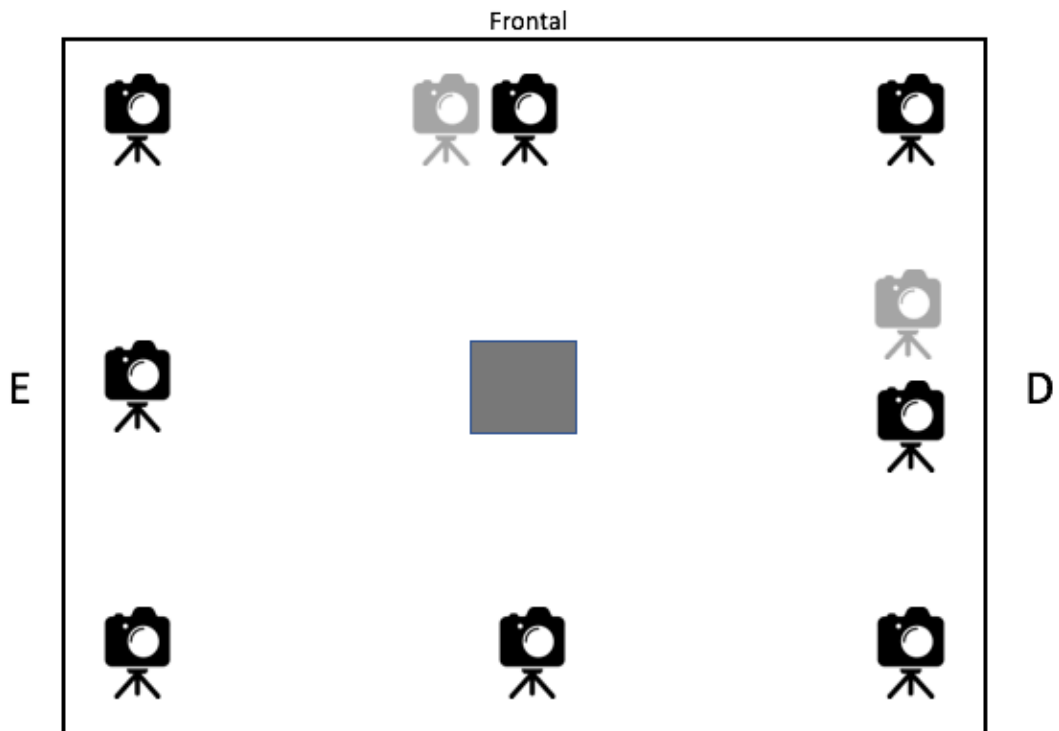


Figura 20

Pel que fa a la Figura 21, s'observa que la posició i el nombre de les càmeres varia en l'article de Wesley CA et al. (2015). S'utilitzen dues càmeres estàndard situades al pla frontal i al pla sagital esquerre a una distància de 2 metres de la plataforma de salt.

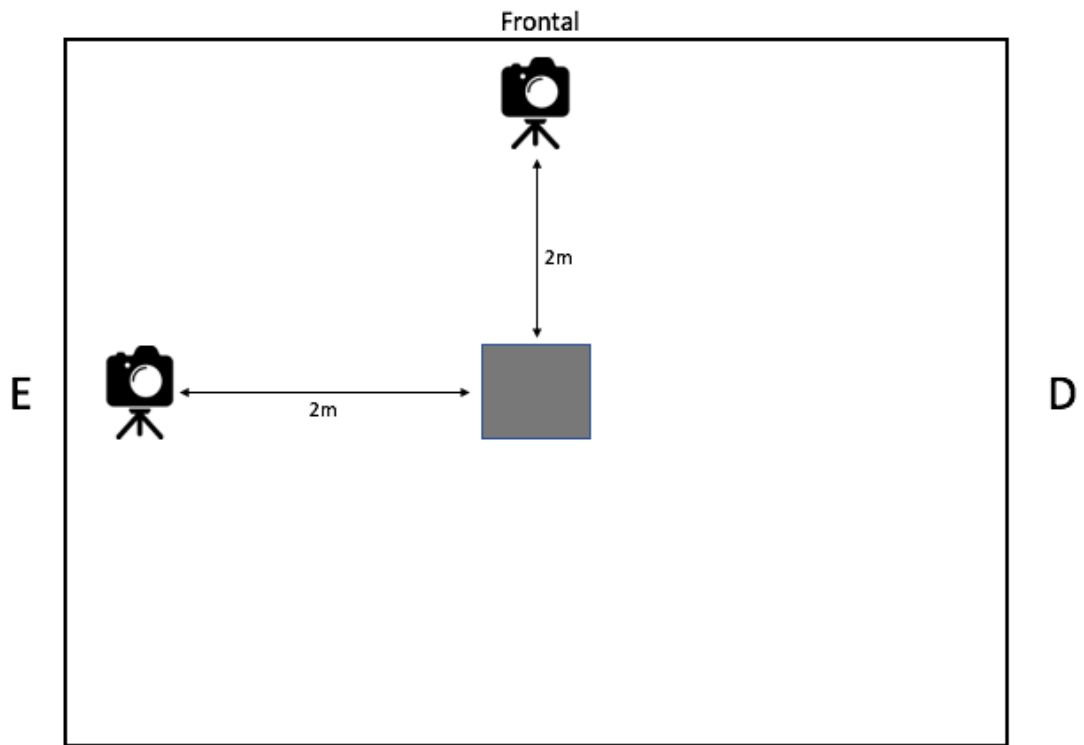


Figura 21

En la Figura 22 es mostren les diferents distàncies utilitzades en els 6 articles restants. L'article de Lam KC et al. (2014) no especifica la distància a la qual grava el test però sí la posició a la qual grava (pla frontal i pla sagital dret), els articles de Beese Me et al. (2015), Padua DA et al. (2009) i Smith HC et al. (2012) ho graven a una distància de 3,4544m en ambdós plans, l'article de Beutler A et al. (2009) grava a una distància de 4,8768m en el pla frontal i a 3,9624m en al pla sagital dret i per acabar, l'article de Padua DA et al. (2015) a una distància de 3m en ambdós plans.

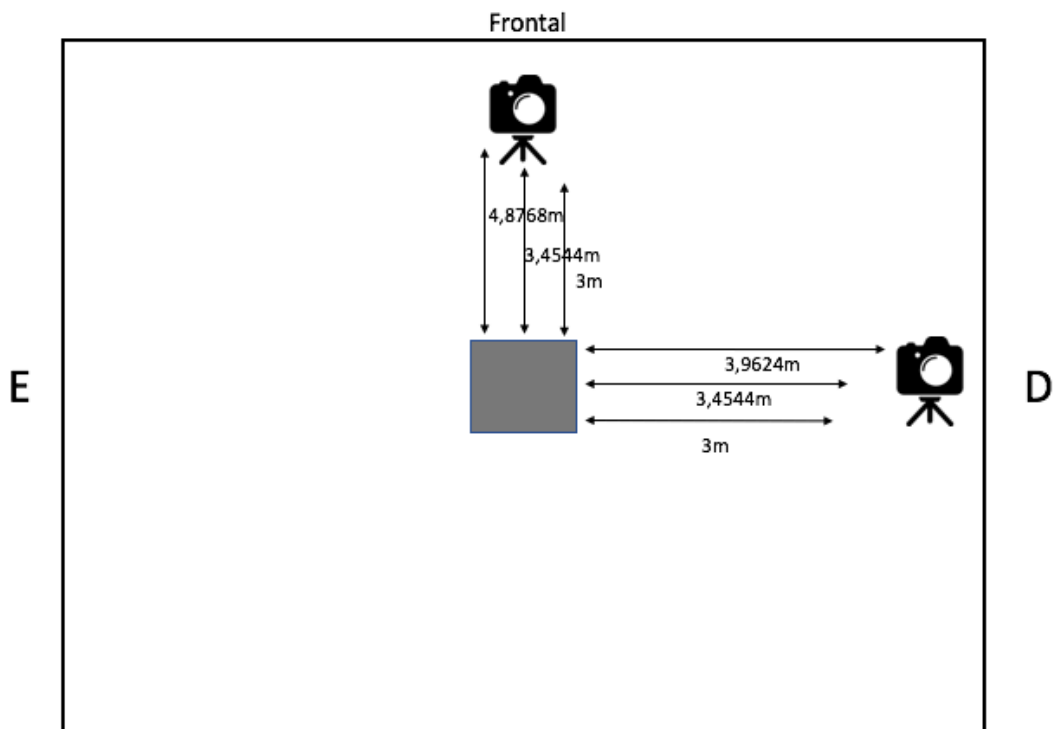


Figura 22

Per tal de veure-ho gràficament, en la Figura 23 es pot observar com un 75% dels articles seleccionats utilitzen dues càmeres situades en el pla frontal i en sagital dret, i el 25% restant utilitzen: un estudi 10 càmeres i l'altre dues càmeres en el pla frontal i en el sagital esquerre.

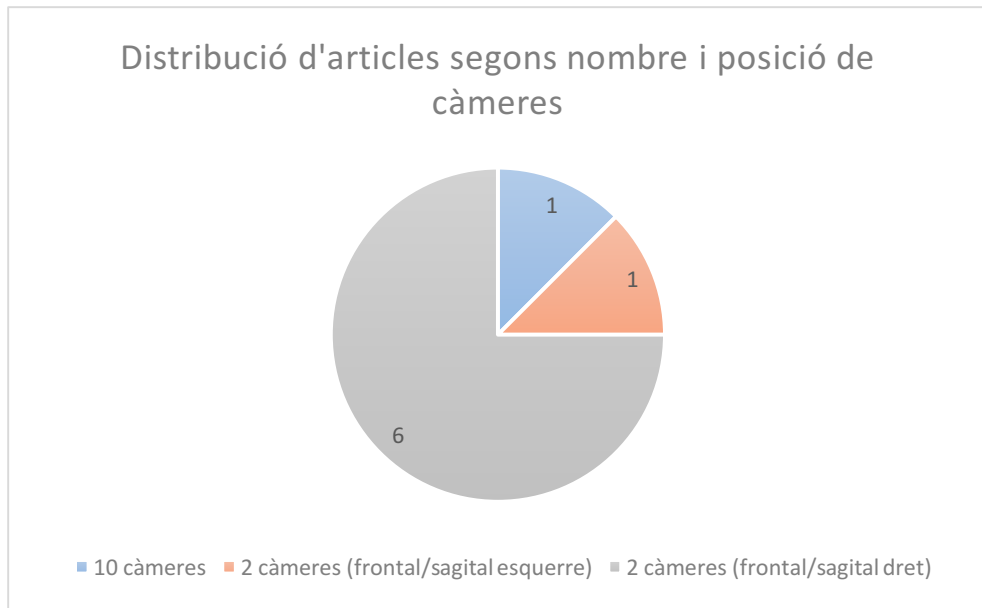


Figura 23

D'aquest 75% d'articles que utilitzen dues càmeres situades en el pla frontal i en el pla sagital dret, hi ha una variabilitat en quant a les distàncies com es pot veure en les Figures 22 i 24. Un article no especifica la distància a la qual graven, l'article de Padua DA et al. (2009) grava a 3m en ambdós plans, l'article de Beutler A et al. (2009) a 4,8768m en el pla frontal i a 3,9624m en el pla sagital dret, i per últim el 50% dels restants graven a 3,4544m en ambdós plans. S'observa una predominança per a la gravació a 3,4544m, distància que van establir Padua DA et al. en l'estudi del 2009.

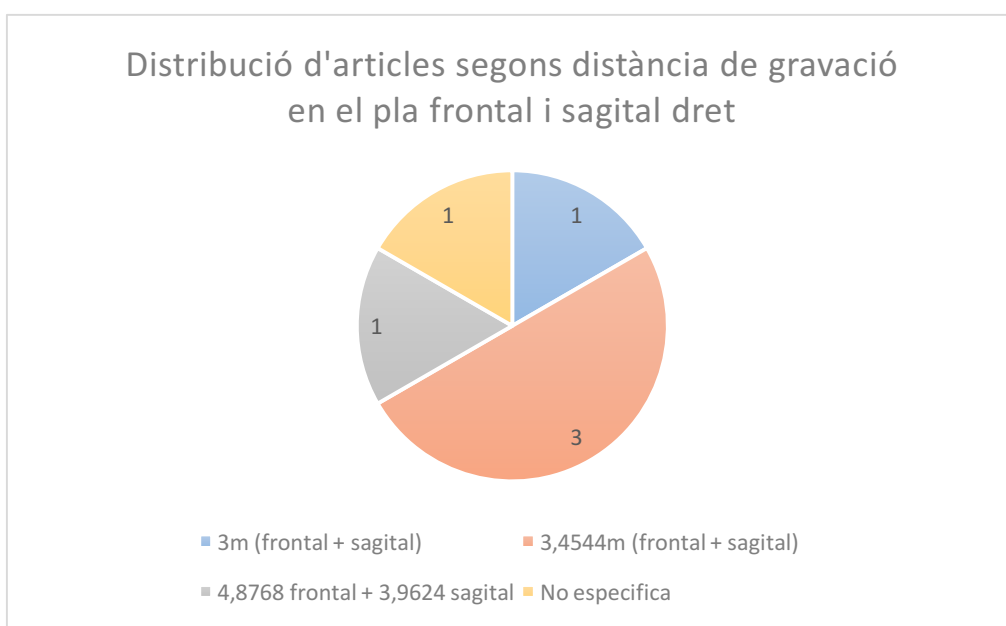


Figura 24

Pel que fa a l'alçada a la qual graven el test, només un 50% dels articles l'especifiquen, i la variabilitat és de dues alçades diferents tal i com es pot veure en la Figura 25. L'article de Wesley CA et al. (2015) grava a 0,4m d'alçada i els articles de Beese Me et al. (2015), Smith HC et al. (2012) i Padua DA et al. (2009) graven a 1,2192m. Aquests 3 articles també coincideixen amb la distància de gravació del test.

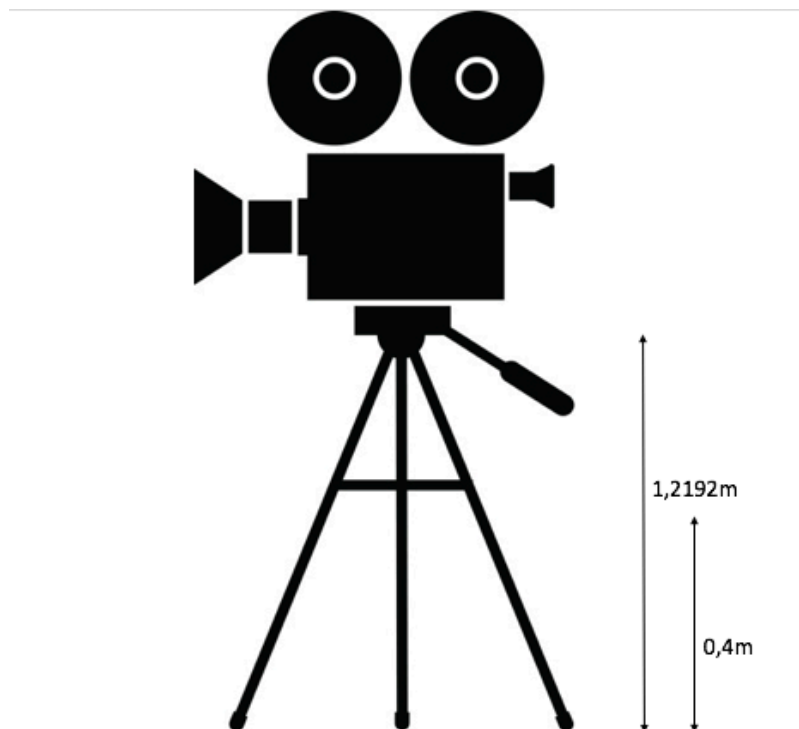


Figura 25

Pel que fa a la tipologia de càmeres que utilitzen els articles, es pot veure en la Figura 26 com un 75% utilitzen càmeres estàndard, un 12,5% no especifica el tipus de càmera que utilitzen i per últim un 12,5% utilitzen 8 càmeres d'alta velocitat i dues càmeres estàndard.

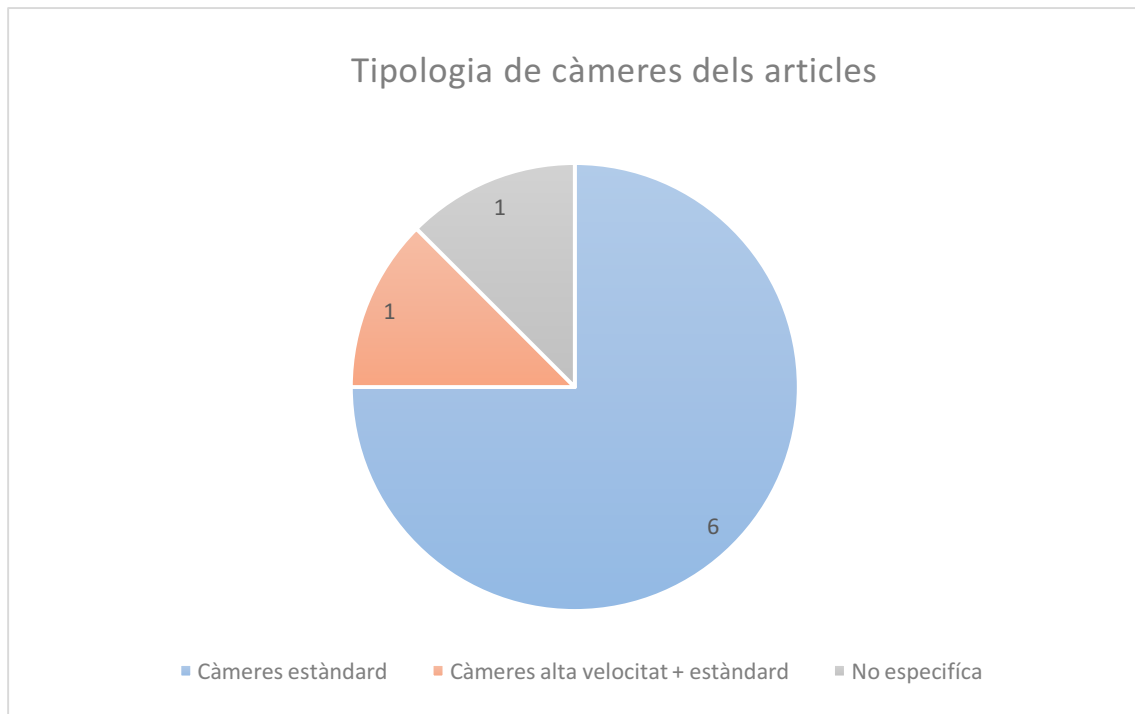


Figura 26

7.4. Variables clíniques

En la Figura 27 es pot observar que només un 50% dels articles seleccionats classifiquen els resultats de l'estudi en la classificació del LESS, on aquesta és: excel·lent, correcte, moderat i pobre.

Els articles de Wesley et al. (2015), Lam KC et al. (2014), Onate J et al. (2010) i Beutler A et al. (2009) són el 50% dels articles que no ho expliciten.

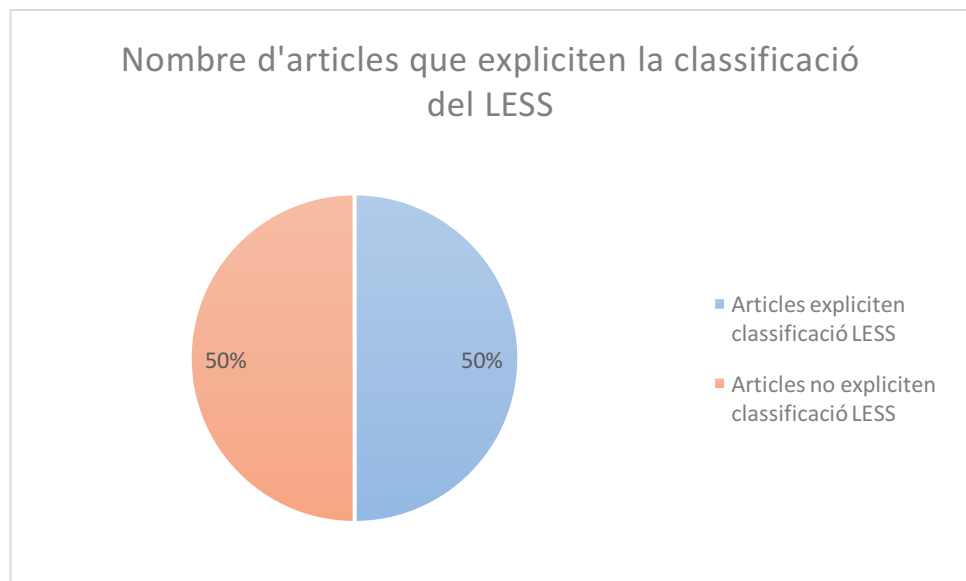


Figura 27

Del 50% dels articles que expliciten la classificació del LESS, es presenten tres agrupacions diferents: gènere, nombre d'esports que practiquen els participants i lesionats del LEA amb grup control.

Aquestes agrupacions s'han separat en dues figures; tres dels articles en la Figura 28 i un article en la Figura 29. Els articles de la Figura 28, dos d'ells són estudis longitudinals però només fan la classificació amb aquells participants que s'han lesionat, i el tercer es tracta d'un estudi transversal (Beese Me et al. (2015)), és per això que les mostres són més petites. En canvi, en la Figura 29, l'estudi és longitudinal però fa la classificació amb tots els participants de l'estudi, i per tant les mostres són més elevades.

En quant a la diferència entre sexes, en l'article de Padua DA et al. (2015) es pot observar una diferència en el nombre de lesionats sent més elevat en el gènere femení, sense que aquest nombre pertanyi al grup pobre de la classificació del LESS [36]. En l'article de Padua DA et al. (2009) s'observa que el percentatge de noies en el grup pobre és més elevat, i al mateix temps el grup excel·lent és el més baix, en canvi en els nois és a la inversa [39].

Pel que fa a l'article de Beese Me. et al (2015), és un estudi on només s'ha treballat amb noies i es pot observar com en ambdós grups la classificació pobre és més elevada que l'excel·lent. Les que practiquen un sol esport tenen la classificació del LESS més pobre en comparació a les que practiquen més d'un esport [37].

A l'article de Smith HC et al. (2012) on han treballat sobre 92 participants separats entre grup d'intervenció (lesionats del LEA) i grup cas control, extrets dels 3.876 participants, es veu un augment en la classificació pobre en el grup de lesionats i una disminució en l'excel·lent, en canvi en el grup cas control al contrari.

S'observa una relació entre una biomecànica de salt pobre i els lesionats del LEA.

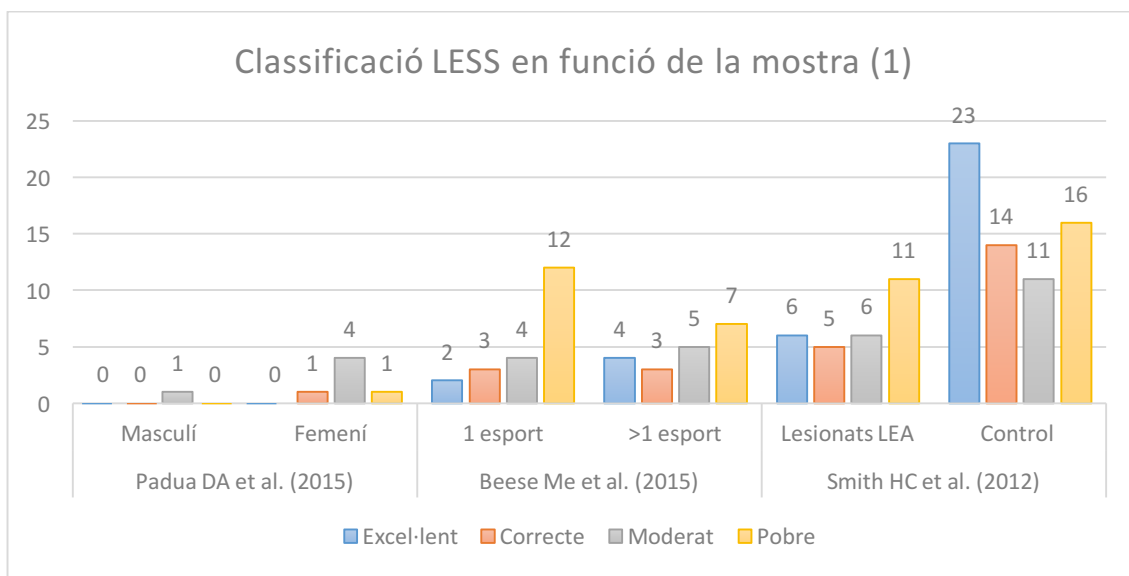


Figura 28

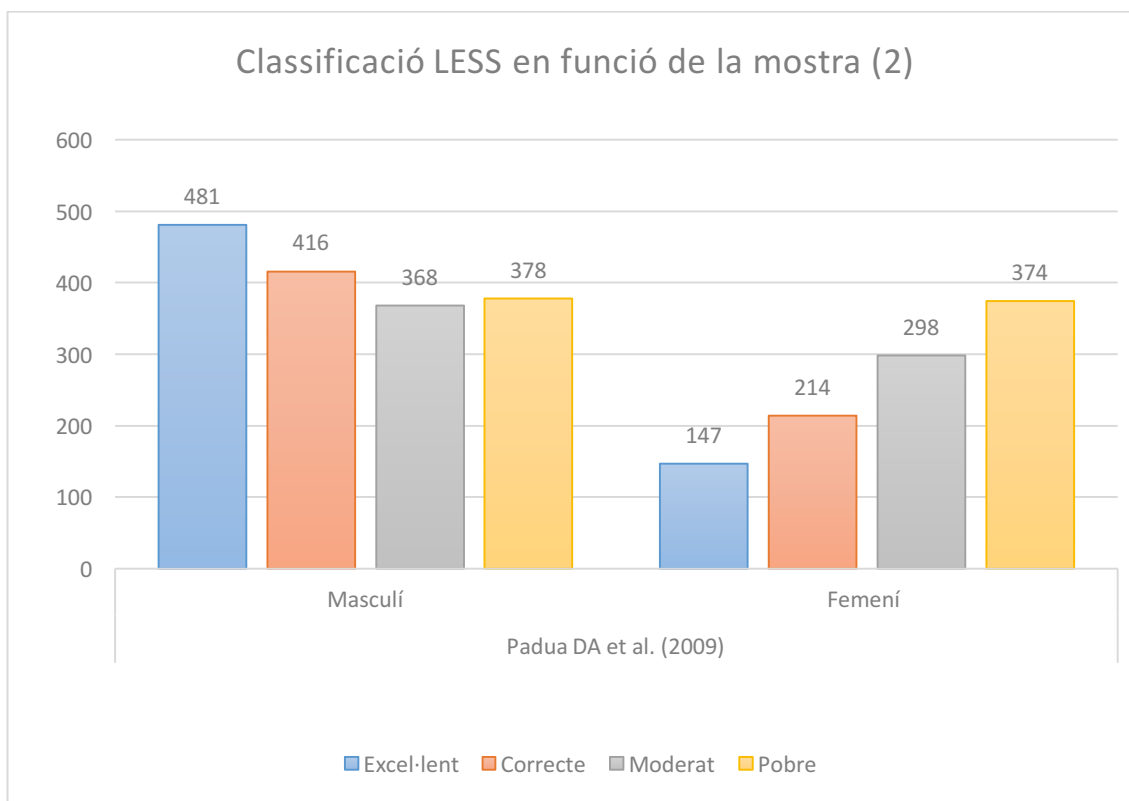


Figura 29

La Figura 30 mostra aquells ítems més predictius dels 17 de l'escala LESS, entre els quals es troben les 3 variables clíniques escollides (flexió de genoll en el contacte inicial, flexió de tronc en el moment de màxima flexió de genoll i valg de genoll en el contacte

inicial) i el nombre d'articles que destaquen aquests ítems predictius separant-ho en gènere en el cas de que l'article ho especifiqui.

Es pot veure com els ítems que més nombren els articles, són 2 de les 3 variables clíniques escollides; en primer lloc una limitació de menys de 30 graus de flexió de genoll en el contacte inicial [38,39,40,41,42] i en segon lloc un augment del valg de genoll en el contacte inicial [38,39,40,42].

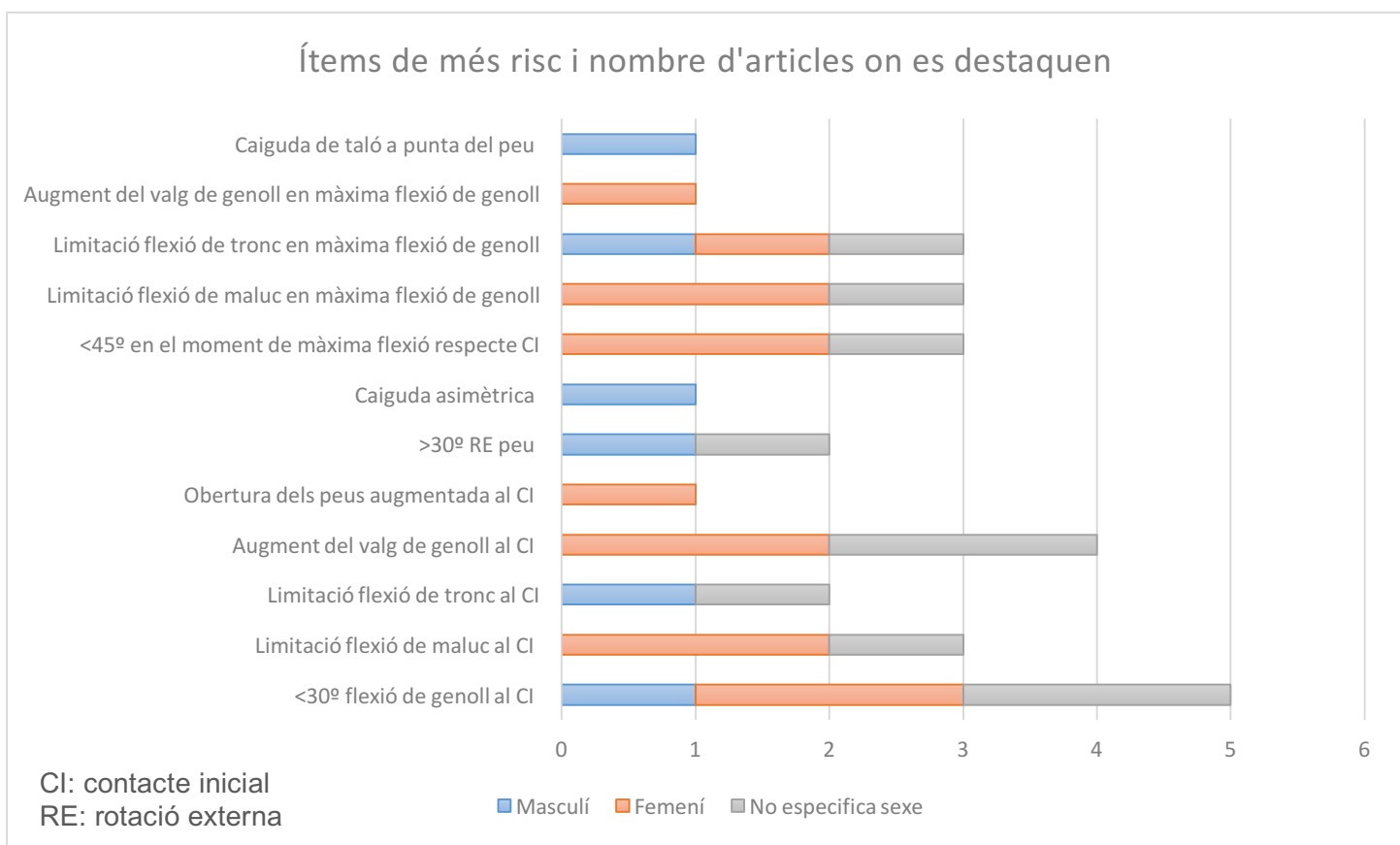


Figura 30

En les Figures 31, 32 i 33 es poden veure les tres variables funcionals, flexió de genoll al contacte inicial, valg de genoll al contacte inicial i flexió de tronc en màxima flexió de genoll respectivament, i el nombre d'articles que descriuen que són ítems d'interès per tal de detectar el risc de lesió del LEA.

On podem veure que predomina la flexió de genoll al contacte inicial, seguidament el valg de genoll i finalment la flexió de tronc, com a ítems de l'escala LESS que es mostren positius a l'hora d'analitzar el DJT de la població d'estudi dels diferents articles.

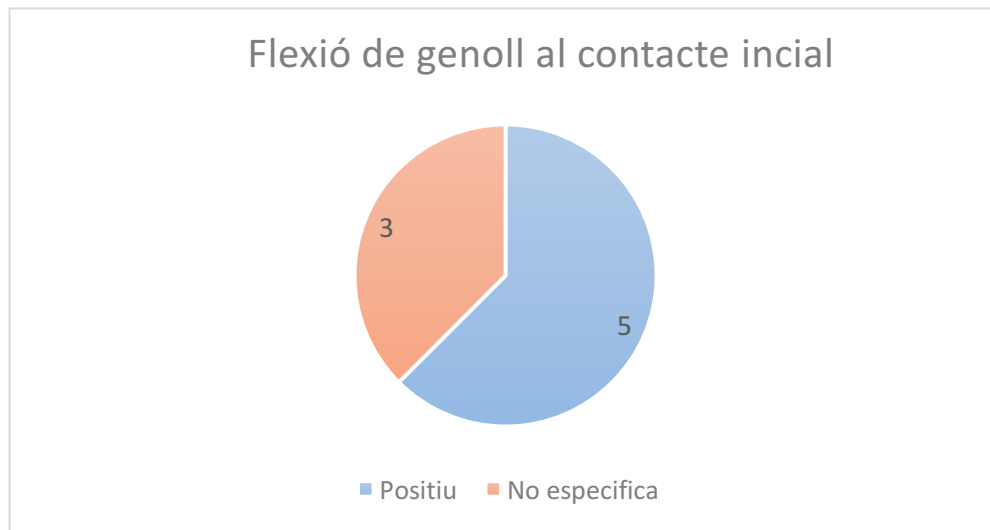


Figura 31

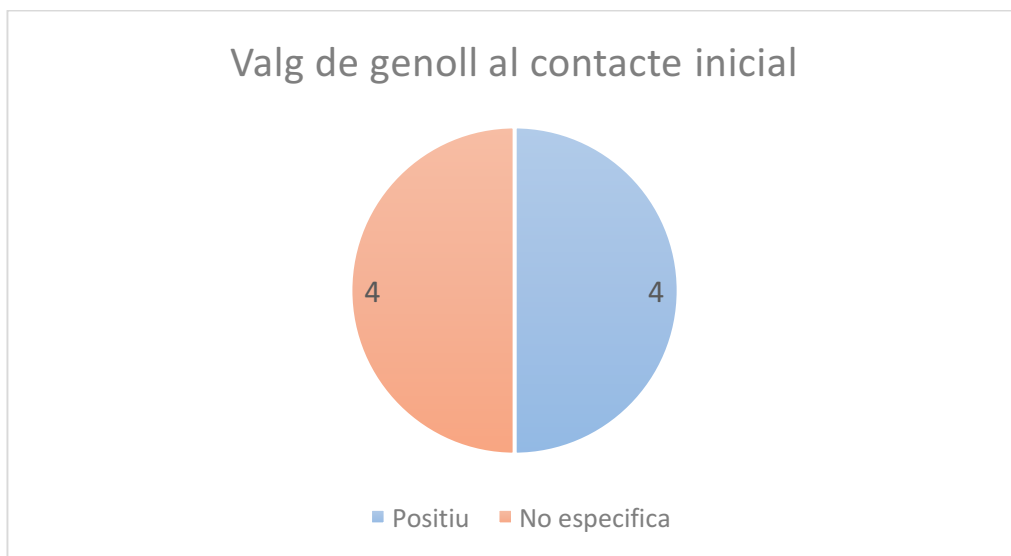


Figura 32

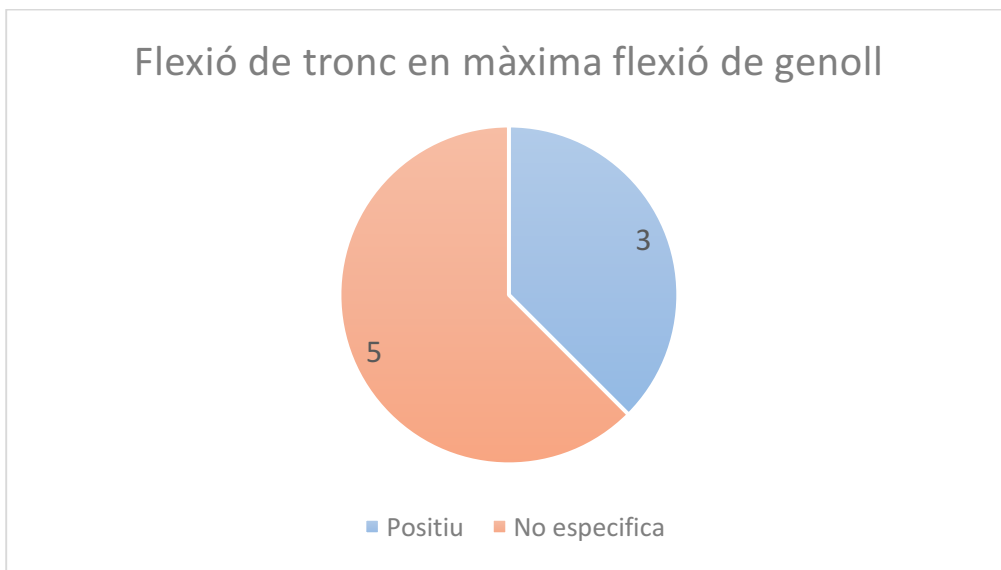


Figura 33

L'estudi de Wesley CA et al. (2015) va fer un estudi experimental on valorava la diferència de la qualitat del salt abans de fer exercici i després, així com també l'alçada a la que es saltava en la segona fase del DJT, tot passant l'escala LESS. Es pot observar en la Figura 34 com abans del test el resultat és menor que després en ambdós sexes (com més alt és el resultat, més pobre és el salt), i per tant, es veu com després d'una rutina d'exercicis la qualitat del salt és menor.

En el gènere masculí el resultat en l'escala LESS queda per sota, tant en pre-test com en post-test, del gènere femení.

Pel que fa a l'alçada del salt (Figura 35), també es veu disminuïda després de realitzar exercici físic en ambdós casos i en el cas del gènere femení segueix per sota del masculí pre-test i post-test.

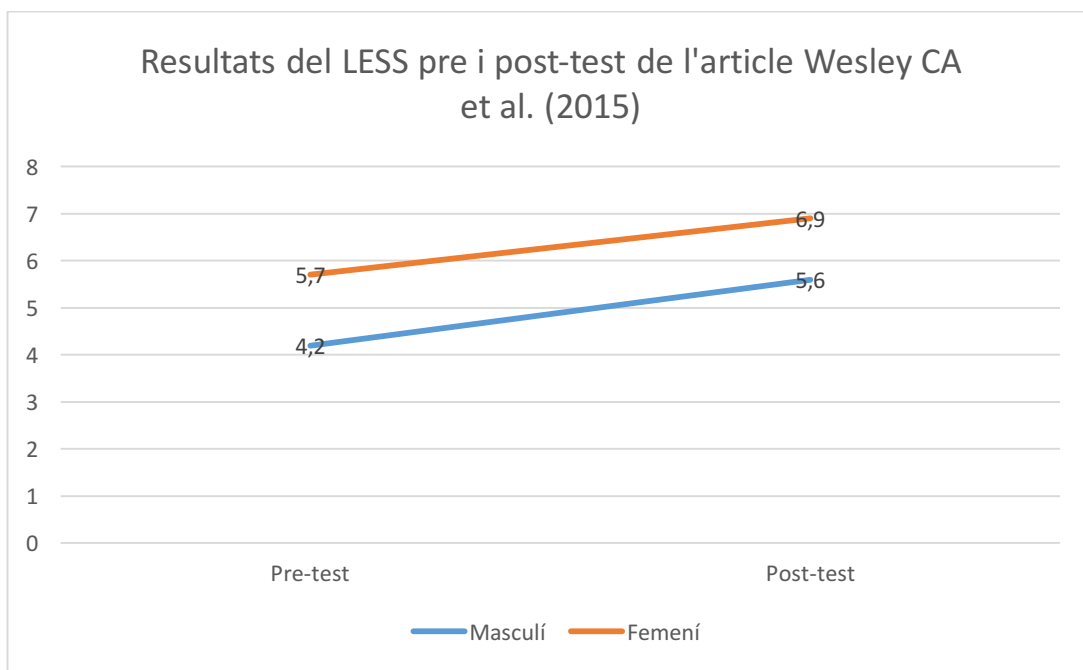


Figura 34

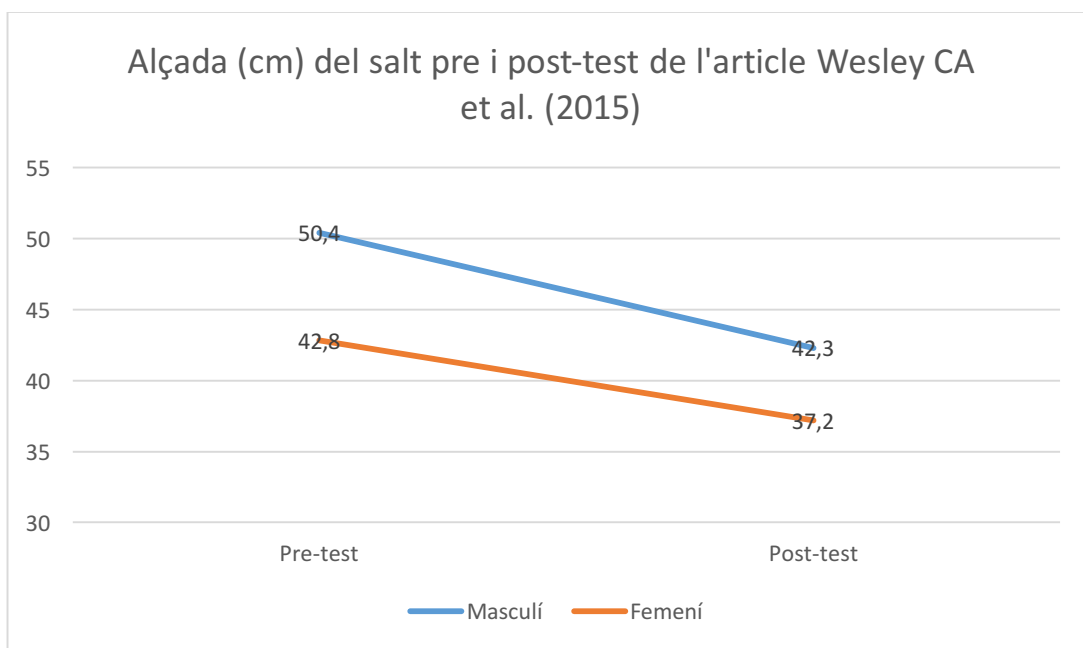


Figura 35

Per últim, la Figura 36 mostra els ítems del LESS que han sortit més positius tant en els lesionats del LEA com en els no lesionats, de l'article de Padua DA et al. (2015). Entre aquests ítems també s'hi poden observar les 3 variables clíniques.

En els no lesionats predomina: disminució de flexió de genoll (<30°) al contacte inicial, obertura dels peus augmentada al contacte inicial, rotació externa de peu >30° i augment del valg de genoll en el moment de màxima flexió de genoll. En canvi en els lesionats: una limitació a la flexió de tronc en el moment de màxima flexió de genoll, >30° RE de peu i <30° de flexió de genoll al CI.

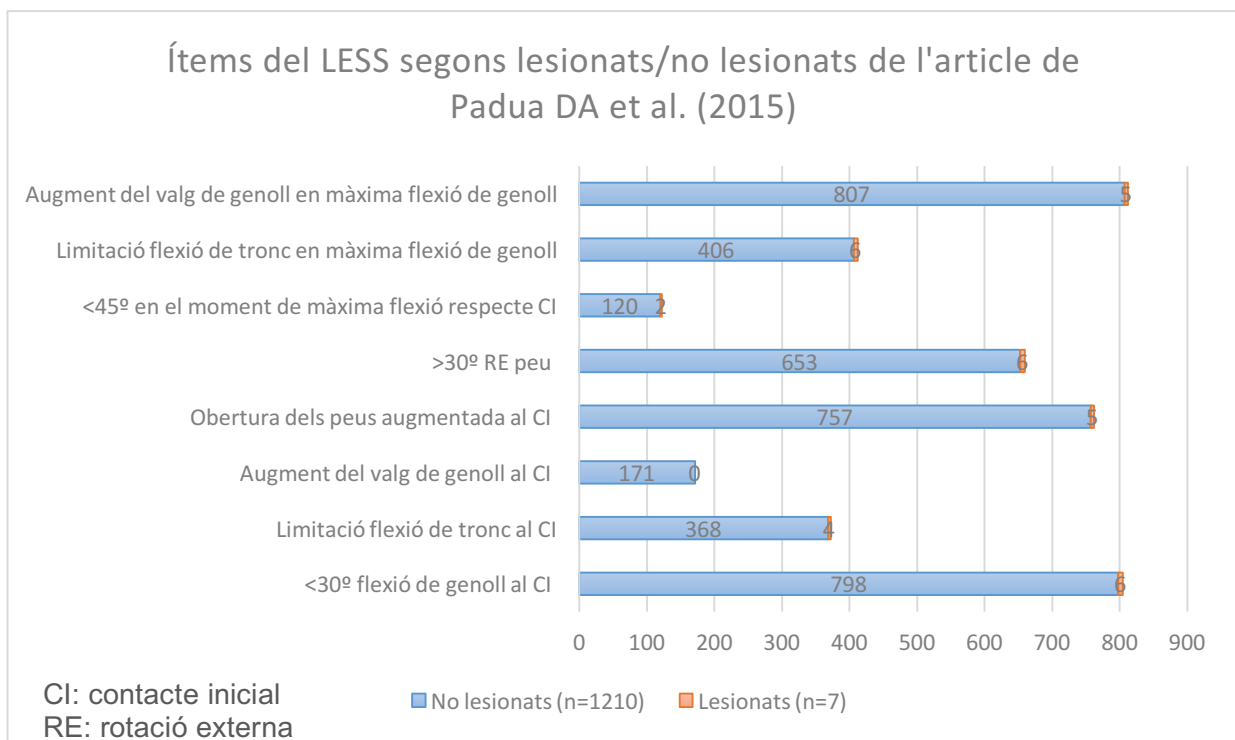


Figura 36

8. Discussió

La proposta d'aquesta revisió bibliogràfica ha sigut determinar l'efectivitat del "Landing Error Scoring System" en la detecció d'alteracions biomecàniques en població de risc de lesió del lligament encreuat anterior (esportistes d'11 a 24 anys).

S'han inclòs 8 articles, dels quals 4 són estudis transversals i 4 longitudinals, que tenen com a finalitat identificar, mitjançant el "Landing Error Scoring System", individus amb risc de lesió de lligament encreuat anterior (LEA), així com també dèficits funcionals de moviments durant la tècnica de salt.

Pel que fa a la població d'estudi, s'ha pogut veure una variabilitat mostral en quant a: tamany de la mostra, gènere, edat, tipologia d'esport i nivell competitiu.

En primer lloc, el tamany mostral dels 8 estudis seleccionats ha estat condicionat per la tipologia d'estudi. Els estudis transversals tenen un tamany més baix i els longitudinals, en canvi, més elevat.

Tenint en compte l'alta incidència de lesió del LEA per any en adolescents actius (80.000 a 250.000) [45], el tamany adequat d'un estudi amb finalitat d'identificar els factors de risc de manera prospectiva, requeriria la participació de més de 20.000 atletes, realitzant un estudi longitudinal amb una duració de 3 anys. Amb la qual cosa es tractaria de realitzar estudis amb col·laboració multicèntrica [46]. Aspecte a tenir en compte en properes línies d'investigació.

La lesió del LEA, tot i ser de 2 a 8 vegades més freqüent en el gènere femení, també té el seu impacte en el gènere masculí [47], per la qual cosa els estudis que únicament es centren en el gènere femení tenen mancances a l'hora d'interpretar resultats poblacionals.

En relació amb el gènere destaquen les puntuacions en l'escala LESS, on són més elevades les del gènere femení en comparació al masculí, i per tant, una classificació més pobre en el LESS [2,39,40]. Específicament en els ítems del LESS, caldria remarcar la tendència del gènere femení a limitar el moviment de flexió de genoll en el contacte inicial (CI) per sota de 30°, acompanyat també de limitació en la flexió de maluc al contacte inicial, així com també un augment del valg de genoll [48]. A més, en la segona part del salt, on s'han d'impulsar per tornar a fer un salt màxim, el moment de flexió màxima respecte el moment de flexió del contacte inicial també està reduït (<45° respecte el moment del CI) i la flexió de maluc en el moment de màxima flexió de genoll [49].

Tot i que la diferència en la biomecànica de salt entre gènere es fa evident en la bibliografia estudiada, no queda clara la significació estadística d'aquesta discrepància [35]. Aquest és un punt important que orienta la necessitat de fer estudis amb mostres més àmplies per poder comprovar aquestes diferències.

En quant a la diferència entre gèneres davant la pràctica d'exercici, s'ha pogut veure en l'estudi de Wesley CA et al. (2015) com després de realitzar exercici intens de curta durada, els ítems del LESS disminuïen equitativament en ambdós sexes, així com també l'alçada del salt. El que ens fa veure, és que no és necessària una fatiga de 3 hores per tenir risc de patir una lesió d'encreuats [50]. En futurs estudis caldrà plantejar la variable exercici previ o cansament abans del salt.

Referent a l'edat més prevalent de lesions del LEA, la literatura científica es mou dins d'un ventall que va de 11 a 19 anys segons les fonts consultades [2,14,50]. L'edat dels subjectes de la mostra analitzada en aquesta revisió és d'11 a 24 anys, superant en 5 anys l'edat prevalent. Aquest fet pot ser que provoqui un biaix en els resultats.

El següent punt a considerar de la variabilitat poblacional és la tipologia d'esports que practica la població d'estudi. L'únic estudi que valora solament un esport és el de Padua DA et al. (2015), treballant amb futbolistes. La resta d'estudis hi participen atletes que practiquen diferents esports (bàsquet, voleibol, gimnàstica, etc.) fins a un total de 10. Tot i així, el futbol es manté constant en 6 dels 8 articles seleccionats. El futbol és l'esport en el que més incidència hi ha de lesions del LEA, en front d'altres esports [17,51], fet que reforça la necessitat de treballar i estudiar el la biomecànica del salt en els futbolistes.

Un punt important, també és el nivell competitiu de la població estudiada, on s'ha vist una heterogeneïtat entre la que predominen les lligues interescolars, en canvi, en el cas d'esportistes d'elit només s'ha pogut analitzar 1 estudi, on a més, eren jugadors de futbol. Tenir en compte el nivell competitiu davant d'estudis que busquin analitzar el salt dels esportistes per tal de detectar el risc de patir alguna lesió a nivell de l'extremitat inferior, s'hauria de considerar important, ja que com diu Pfirrmann D et al. (2016), els jugadors joves de futbol d'elit tenen una major incidència de lesió durant els entrenaments [53].

La variabilitat poblacional esmentada fins ara, suposa una debilitat d'aquesta revisió, que hauria de servir per orientar futurs estudis cap a una homogeneïtat.

Tot i així, s'ha pogut veure en la revisió sistemàtica de Fox AS et al. (2016) que no hi ha indicacions ni restriccions a l'hora de fer un anàlisi del salt amb el LESS, en quant a l'esport que es practica ni al tipus d'atleta [32]. Aquest fet és una fortalesa d'aquesta eina, que hauria d'influir en la manera d'utilitzar-la.

D'altra banda respecte a la metodologia dels estudis i a la tipologia d'investigació dels articles seleccionats, en un primer lloc destaca com autor principal de 2 articles Padua DA, el que pot portar a un biaix de la gestió del

LESS, ja que en aquest cas ocupa un 25% dels articles, aglutinant la realitat que s'ha volgut investigar. També s'ha vist que 7 dels 8 articles segueixen el protocol del LESS descrit per aquest autor, en l'article de Padua DA et al. (2009) [39]. Que un 87,5% dels estudis segueixin el mateix protocol és una fortalesa per aquesta revisió, ja que els subjectes dels 7 estudis executen el DJT de la mateixa manera, seguint el protocol establert per un mateix autor.

Tot i així, hi ha una discrepància a nivell dels sistemes d'avaluació del LESS (nombre i posició de les càmeres, sensors electromagnètics, hardware...) en la literatura científica actual, fet que ha pogut condicionar la diversitat en els resultats dels estudis seleccionats.

Comparant els dos estudis que especifiquen la posició dels sensors amb la literatura científica, s'ha vist que els sensors més utilitzats són 9: acromi, sacre, espina ilíaca anterior superior (EIAS), trocànter major, ½ de la cuixa, còndil lateral del fèmur, ròtula, punta del peu i mal·lèol lateral del turmell.

Pel que fa a la posició i el nombre de càmeres, un 37,5% dels estudis utilitzen dues càmeres estàndard situades en el pla frontal i sagital dret a una distància de 3,4544m, i gravant a una alçada de 1,2192m. D'altra banda, tots els articles comparteixen la mateixa idea de que el LESS és una eina vàlida i fiable per detectar una mala mecànica d'aterratge del salt, sent aquest un factor clau en la lesió del LEA sense contacte, tot i que no és suficient per predir de manera concreta i amb una fiabilitat alta el risc de patir lesió de LEA [37].

Per tant, es requereix més investigació per arribar a identificar mètodes de cribratge de camp que siguin predictius de futures lesions de LEA.

S'han identificat altres eines amb recolzament a nivell científic com és el "Clinical-Based Algorithm", que de manera prospectiva serveix com a predictor de lesions de LEA en el gènere femení a partir de l'observació dels

moments d'abducció de genoll en el pic més alt durant l'aterratge de salt [53,54]. Podria ser aquesta una línia futura d'investigació, sobre la detecció de risc de lesions del LEA, més enllà de l'estudi biomecànic del salt com el que ofereix el LESS.

De manera que referent als diferents objectius plantejats en la revisió bibliogràfica no s'han pogut aportar uns resultats suficientment significatius, per la variabilitat en la tipologia d'estudis, i en la mateixa realització d'aquests. En els estudis longitudinals s'ha observat la no continuïtat de la població d'estudi, com tampoc dels ítems més significatius del LESS. Com que la mostra dels estudis longitudinals només realitzen el DJT una vegada en tota la duració de l'estudi, analitzant només una vegada aquell salt, no es pot observar si es produeix qualsevol canvi en el temps en quant a la qualitat del salt i en la variabilitat dels ítems del LESS.

Una debilitat de l'estat actual de la investigació, és l'alta variabilitat de la tipologia d'estudis que utilitzen el LESS [56] (cas control, cohorts, transversals observacionals i experimentals), i això comporta una dificultat a l'hora de comparar resultats. Davant d'això ens trobem en una situació de dubte raonable en quant al nivell d'evidència i els diferents sistemes d'avaluació. Tot això ens porta a un plantejament sobre la manera en com s'haurien de realitzar els estudis que volen analitzar el salt a partir del DJT, així com també el tipus d'estudi que s'hauria d'utilitzar (la tipologia d'investigació és clau per tal d'obtenir uns resultats comparables, perquè aquesta pot arribar a condicionar els resultats).

Hernández-Avila M et al. (2000) explica que els estudis transversals es caracteritzen per un sol mesurament en el temps en cada subjecte d'estudi, aquest fet comporta moltes limitacions metodològiques, i d'interpretació dels resultats. Són estudis útils pel plantejament dels serveis sanitaris i per mesurar l'estat de salut de la població en un punt en el temps [57].

En quant als estudis de cohorts Lazcano-Ponce E et al. (2000) plantegen que la característica que els defineix és que els subjectes d'estudi s'escullen d'acord amb la exposició d'interès, obtenint al llarg de l'estudi un grup d'exposats i un grup de no exposats, que es van seguint en el temps per comparar l'ocurrència d'algun esdeveniment d'interès [58].

Per aconseguir la finalitat que s'havien plantejat els estudis de cohorts d'aquesta revisió, que és determinar si l'eina de detecció clínica (LESS) identifica i prediu una mala tècnica d'aterratge de salt i amb això un alt risc de patir una lesió de LEA, aquesta tipologia d'estudis seria l'adequada afegint més mesures del DJT al llarg del temps.

Per tal d'arribar als diferents objectius plantejats prèviament, s'han analitzat els resultats dels articles escollits, on s'ha pogut observar que dels 17 ítems del LESS, 9 són determinants per detectar una mala mecànica de salt, entre els quals es troben les tres variables clíniques d'aquesta revisió: flexió de genoll en el CI, valg de genoll en el CI i, en menor mesura, la flexió de tronc en el moment de màxima flexió de genoll.

La flexió de genoll en el CI en menys de 30° (ítem 1 del LESS), és un factor estressant del LEA comportant risc de lesió del mateix, ja que durant la contracció del quàdriceps a un angle de 0-30° genera un cisallament anterior de la tibia que fa tensar i estressar el LEA [2,48]. Aquest ítem, és el més present en una biomecànica de salt pobre, destacant-se en 5 dels 8 articles d'aquesta revisió i el mateix passa amb el valg de genoll en el CI (ítem 5 del LESS), on s'ha nombrat en 4 articles. Pel que fa a la flexió de tronc en el moment de màxima flexió de genoll (ítem 14 del LESS) només s'ha destacat en un 37,5% de la bibliografia escollida.

Tot i que en els 8 treballs finalment no es considera el LESS com a eina d'avaluació predictiva de lesió del LEA sí que consideren aquests tres ítems com a factors de risc, sense trobar un acord entre tots.

9. Conclusions

El “Landing Error Scoring System” (LESS) en l’actualitat tal com s’ha vist en aquesta revisió és una eina d’avaluació clínica validada i fiable per identificar patrons de moviment d’alt risc durant una tasca d’aterratge de salt, però no és una eina predictiva de lesions del LEA.

D’altra banda, sí que s’ha trobat que d’entre els seus ítems en destaquen tres com a factors determinants de risc per a lesions del LEA, aquests són: la flexió de genoll a menys de 30° en el contacte inicial, l’angle de valg en el contacte inicial i la flexió de tronc en el moment de màxima flexió de genoll, que es tracta de les variables clíniques d’aquesta revisió.

Com a proposta d’aplicació i enregistrament del LESS, fonamentada en la informació recollida en tota la bibliografia analitzada durant aquest treball es planteja: realitzar el LESS basat en el protocol establert segons Padua DA et al. (2009), amb els 17 sensors següents: acromi dret (D) i esquerre (E), sacre, espines ilíaqües anterior superior (EIAS), trocànter major D i E, ½ de la cuixa D i E, còndil lateral del fèmur D i E, ròtula D i E, punta dels peus i mal·lèol lateral dels turmells. I finalment fer l’enregistrament del salt amb 2 càmeres estàndard situades al pla frontal i al pla sagital dret a una distància de 3,4544m i a una alçada de 1,2192m.

Per les properes línies d’investigació seria interessant avançar en l’ús d’aquesta eina d’avaluació i la utilitat clínica per predir futures lesions del LEA. Aspectes que s’haurien de tenir en compte en els estudis futurs són: realitzar estudis longitudinals de 3 anys de duració, amb una continuïtat d’avaluacions dels salts amb una mostra d’uns 20.000 atletes d’ambdós sexes, entre 11 i 19 anys, d’un mateix nivell competitiu, amb una homogeneïtat en l’esport practicat i amb les mateixes condicions d’escalfament previ.

10. Limitacions

Una de les dificultats que m'he trobat davant la realització d'aquesta revisió bibliogràfica és la gran variabilitat d'estudis que s'utilitzen per estudiar la tècnica del salt en atletes joves. Això m'ha portat a una diversitat en la tipologia d'articles molt elevada, i per tant una debilitat a l'hora de comparar resultats per tal d'extreure'n unes conclusions que responguin als diferents objectius plantejats.

Pel que fa a les escales de nivell d'evidència hi ha hagut una limitació ja que per als estudis transversals observacionals no s'han trobat escales que valoressin el nivell, a més per tal de valorar els 8 articles de resultats s'han hagut de passar 3 escales diferents, amb una dificultat de comparativa.

Una altra limitació és la poca bibliografia sobre aquesta eina d'avaluació, degut a la poca experiència en la utilització del mateix, i el baix volum de coneixement disponible.

11. Bibliografía

1. Bahr R, Maehlum S, Bolic T. Lesiones deportivas : diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Buenos Aires [etc.] : Editorial Médica Panamericana; 2007.
2. 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.* 1 de marzo de 2009;37(3):495-505.
3. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012;344.
4. Alanís-Blancas LM, Zamora-Muñoz P, Cruz-Miranda Á, Manuel L, Blancas A. Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. 2012;57:93-7.
5. Padua DA, DiStefano LJ, Marshall SW, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ. Retention of Movement Pattern Changes After a Lower Extremity Injury Prevention Program Is Affected by Program Duration. *Am J Sports Med.* 1 de febrero de 2012;40(2):300-6.
6. LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim K-Y, Peng J, Christoffel KK, et al. Effect of Neuromuscular Warm-up on Injuries in Female Soccer and Basketball Athletes in Urban Public High Schools. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1 de noviembre de 2011;165(11):1033.
7. Pérez Serrano L, Pérez Venegas JJ. *La Rodilla.* Barcelona [etc.] : Masson; 2000.
8. Jaime J, Arabia M, Henry W. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla.
9. Woo SL, Inoue M, McGurk-Burleson E, Gomez MA. Treatment of the medial collateral ligament injury. II: Structure and function of canine knees in response to differing treatment regimens. *Am J Sports Med.* 15(1):22-9.
10. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll MM, Wesker K. *Prometheus : texto y atlas de anatomía.* Madrid : Editorial Médica Panamericana; 2015.
11. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate

- ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* febrero de 1985;67(2):257-62.
12. Romero Rodríguez D, Tous Fajardo J. Prevención de lesiones en el deporte : claves para un rendimiento deportivo óptimo. Madrid : Editorial Médica Panamericana; 2011.
 13. Shin CS, Chaudhari AM, Andriacchi TP. The influence of deceleration forces on ACL strain during single-leg landing: A simulation study. *J Biomech.* enero de 2007;40(5):1145-52.
 14. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med.* junio de 2008;42(6):394-412.
 15. Yu B, Kirkendall DT, Garrett WE. Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: Anatomy, Physiology, and Motor Control. *Sports Med Arthrosc.* marzo de 2002;10(1):58-68.
 16. Besier TF, Lloyd DG, Ackland TR, Cochrane JL. Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc.* julio de 2001;33(7):1176-81.
 17. 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.* 19 de julio de 2009;17(7):705-29.
 18. Silvers HJ, Mandelbaum BR. Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *Br J Sports Med.* 1 de agosto de 2007;41(Supplement 1):i52-9.
 19. Ford KR, Myer GD, Schmitt LC, Uhl TL, Hewett TE. Preferential quadriceps activation in female athletes with incremental increases in landing intensity. *J Appl Biomech.* agosto de 2011;27(3):215-22.
 20. Welling W, Benjaminse A, Gokeler A, Otten B. Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: A randomized controlled trial. *Hum Mov Sci.* febrero de 2016;45:84-95.
 21. Bates NA, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Timing differences in the

- generation of ground reaction forces between the initial and secondary landing phases of the drop vertical jump. *Clin Biomech.* agosto de 2013;28(7):796-9.
22. Bates NA, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Kinetic and kinematic differences between first and second landings of a drop vertical jump task: Implications for injury risk assessments. *Clin Biomech.* abril de 2013;28(4):459-66.
 23. Gokeler A, Eppinga P, Dijkstra PU, Welling W, Padua DA, Otten E, et al. Effect of fatigue on landing performance assessed with the landing error scoring system (less) in patients after ACL reconstruction. A pilot study. *Int J Sports Phys Ther.* mayo de 2014;9(3):302-11.
 24. 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.* octubre de 2010;38(10):2025-33.
 25. Munro A, Herrington L, Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, et al. The effect of videotape augmented feedback on drop jump landing strategy: Implications for anterior cruciate ligament and patellofemoral joint injury prevention. *Knee.* octubre de 2014;21(5):891-5.
 26. Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C, Walsh C, West J. The drop-jump screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. *Am J Sports Med.* febrero de 2005;33(2):197-207.
 27. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med.* 8 de febrero de 2005;33(4):492-501.
 28. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus Knee Motion during Landing in High School Female and Male Basketball Players. *Med Sci Sport Exerc.* octubre de 2003;35(10):1745-50.
 29. Myer GD, Ford KR, Hewett TE. New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer

- analysis. *Br J Sports Med.* 1 de abril de 2011;45(4):238-44.
30. Ekegren CL, Miller WC, Celebrini RG, Eng JJ, Macintyre DL. Reliability and validity of observational risk screening in evaluating dynamic knee valgus. *J Orthop Sports Phys Ther.* septiembre de 2009;39(9):665-74.
 31. Theiss JL, Gerber JP, Cameron KL, Beutler AI, Marshall SW, Distefano LJ, et al. Jump-Landing Differences Between Varsity, Club, and Intramural Athletes. *J Strength Cond Res.* abril de 2014;28(4):1164-71.
 32. Fox AS, Bonacci J, McLean SG, Spittle M, Saunders N. A Systematic Evaluation of Field-Based Screening Methods for the Assessment of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury Risk. *Sports Med.* mayo de 2016;46(5):715-35.
 33. Padua DA, Boling MC, Distefano LJ, Onate JA, Beutler AI, Marshall SW. Reliability of the landing error scoring system-real time, a clinical assessment tool of jump-landing biomechanics. *J Sport Rehabil.* mayo de 2011;20(2):145-56.
 34. Cortes N, Onate J. Clinical Assessment of Drop-Jump Landing for Determination of Risk for Knee Injury. Dolan MG, editor. *Int J Athl Ther Train.* mayo de 2013;18(3):10-3.
 35. Smith HC, Johnson RJ, Shultz SJ, Tourville T, Holterman LA, Slauterbeck J, et al. A Prospective Evaluation of the Landing Error Scoring System (LESS) as a Screening Tool for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. *Am J Sports Med.* 1 de marzo de 2012;40(3):521-6.
 36. 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.* junio de 2015;50(6):589-95.
 37. Beese ME, Joy E, Switzler CL, Hicks-Little CA. Landing Error Scoring System Differences Between Single-Sport and Multi-Sport Female High School-Aged Athletes. *J Athl Train.* agosto de 2015;50(8):806-11.
 38. Lam KC, Valovich McLeod TC. The impact of sex and knee injury history on jump-landing patterns in collegiate athletes: a clinical evaluation. *Clin J Sport Med.* septiembre de 2014;24(5):373-9.

39. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) Is a Valid and Reliable Clinical Assessment Tool of Jump-Landing Biomechanics: The JUMP-ACL Study. *Am J Sports Med.* 1 de octubre de 2009;37(10):1996-2002.
40. Beutler A, de la Motte S, Marshall S, Padua D, Boden B. Muscle strength and qualitative jump-landing differences in male and female military cadets: the jump-acl study. *J Sports Sci Med.* 2009;8:663-71.
41. Wesley CA, Aronson PA, Docherty CL. Lower Extremity Landing Biomechanics in Both Sexes After a Functional Exercise Protocol. *J Athl Train.* septiembre de 2015;50(9):914-20.
42. Onate J, Cortes N, Welch C, Van Lunen BL. Expert versus novice interrater reliability and criterion validity of the landing error scoring system. *J Sport Rehabil.* febrero de 2010;19(1):41-56.
43. Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wootten ME, Gainey J, Gorton G, Cochran GVB. Repeatability of kinematic, kinetic, and electromyographic data in normal adult gait. *J Orthop Res.* noviembre de 1989;7(6):849-60.
44. Bell AL, Pedersen DR, Brand RA. A comparison of the accuracy of several hip center location prediction methods. *J Biomech.* 1990;23(6):617-21.
45. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, Demaio M, et al. Understanding and Preventing Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Review of the Hunt Valley II Meeting, January 2005. *Am J Sports Med.* 26 de junio de 2006;34(9):1512-32.
46. Padua DA. Executing a Collaborative Prospective Risk-Factor Study: Findings, Successes, and Challenges.
47. Stevenson JH, Beattie CS, Schwartz JB, Busconi BD. Assessing the effectiveness of neuromuscular training programs in reducing the incidence of anterior cruciate ligament injuries in female athletes: a systematic review. *Am J Sports Med.* febrero de 2015;43(2):482-90.
48. Hewett TE, Ford KR, Myer GD, Wanstrath K, Scheper M. Gender differences in hip adduction motion and torque during a single-leg agility maneuver. *J Orthop Res.* 2006;24(3):416-21.
49. Myers CA, Torry MR, Peterson DS, Shelburne KB, Giphart JE, Krong JP,

- et al. Measurements of tibiofemoral kinematics during soft and stiff drop landings using biplane fluoroscopy. *Am J Sports Med.* 2011;39(8):1714-22.
50. Hewett TE, Ford KR, Myer GD. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *Am J Sport Med.* 2006;34(3):490-8.
 51. Shea KG, Grimm NL, Ewing CK, Aoki SK. Youth Sports Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Epidemiology: Who Is Getting Injured? In What Sports? When? *Clin Sports Med.* octubre de 2011;30(4):691-706.
 52. Grimm NL, Jacobs JC, Kim J, Denney BS, Shea KG. Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Prevention Programs for Soccer Players. *Am J Sports Med.* agosto de 2015;43(8):2049-56.
 53. Pfirrmann D, Herbst M, Ingelfinger P, Simon P, Tug S. Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *J Athl Train.* mayo de 2016;51(5):410-24.
 54. McLean SG, Huang X, van den Bogert AJ. Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: Implications for ACL injury. *Clin Biomech.* octubre de 2005;20(8):863-70.
 55. Myer GD, Ford KR, Khoury J, Succop P, Hewett TE. Biomechanics laboratory-based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. *Br J Sports Med.* 1 de abril de 2011;45(4):245-52.
 56. Fox AS, Bonacci J, McLean SG, Spittle M, Saunders N. What is normal? Female lower limb kinematic profiles during athletic tasks used to examine anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Sports Med.* 29 de junio de 2014;44(6):815-32.
 57. Hernández-Avila M, Garrido-Latorre F, López-Moreno S. Diseño de estudios epidemiológicos. *Salud Publica Mex.* abril de 2000;42(2):144-54.
 58. Lazcano-Ponce E, Fernández E, Salazar-Martínez E, Hernández-Avila M. Estudios de cohorte. Metodología, sesgos y aplicación. *Salud Publica Mex.* junio de 2000;42(3):230-41.

Annexes

Annex 1

Escala CASPe per estudis de casos i controls:

A/ ¿Son los resultados del estudio válidos?

Preguntas de eliminación

<p>1 ¿El estudio se centra en un tema claramente definido?</p> <p><i>PISTA: Una pregunta se puede definir en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none">- La población estudiada.- Los factores de riesgo estudiados.- Si el estudio intentó detectar un efecto beneficioso o perjudicial.	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>2 ¿Los autores han utilizado un método apropiado para responder a la pregunta?</p> <p><i>PISTA: Considerar</i></p> <ul style="list-style-type: none">- ¿Es el estudio de Casos y Controles una forma adecuada para contestar la pregunta en estas circunstancias? (¿Es el resultado a estudio raro o perjudicial?).- ¿El estudio está dirigido a contestar la pregunta?	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

¿Merece la pena continuar?

Preguntas de detalle

<p>3 ¿Los casos se reclutaron/incluyeron de una forma aceptable?</p> <p><i>PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la validez de los hallazgos</i></p> <ul style="list-style-type: none">- ¿Los casos se han definido de forma precisa?- ¿Los casos son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)?- ¿Se estableció un sistema fiable para la selección de todos los casos?- ¿Son incidencia o prevalencia?- ¿Hay algo "especial" que afecta a los casos?- ¿El marco temporal del estudio es relevante en relación a la enfermedad/exposición?- ¿Se seleccionó un número suficiente de casos?- ¿Tiene potencia estadística?	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>4 ¿Los controles se seleccionaron de una manera aceptable?</p> <p><i>PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la generalizabilidad de los hallazgos.</i></p> <ul style="list-style-type: none">- ¿Los controles son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)?- ¿Hay algo "especial" que afecta a los controles?- ¿Hay muchos no respondedores? ¿Podrían ser los no respondedores de alguna manera diferentes al resto?- ¿Han sido seleccionados de forma aleatorizada, basados en una población?- ¿Se seleccionó un número suficiente de controles?	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

<p>5 ¿La exposición se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos?</p> <p><i>PISTA: Estamos buscando sesgos de medida, retirada o de clasificación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Se definió la exposición claramente y se midió ésta de forma precisa? - ¿Los autores utilizaron variables objetivas o subjetivas? - ¿Las variables reflejan de forma adecuada aquello que se suponen que tiene que medir? (han sido validadas). - ¿Los métodos de medida fueron similares tanto en los casos como en los controles? - ¿Cuando fue posible, se utilizó en el estudio cegamiento? - ¿La relación temporal es correcta (la exposición de interés precede al resultado/variable de medida)? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>6</p> <p>A. ¿Qué factores de confusión han tenido en cuenta los autores?</p> <p><i>Haz una lista de los factores que piensas que son importantes y que los autores han omitido (genéticos, ambientales, socioeconómicos).</i></p> <p>B. ¿Han tenido en cuenta los autores el potencial de los factores de confusión en el diseño y/o análisis?</p> <p><i>PISTA: Busca restricciones en el diseño y técnica, por ejemplo, análisis de modelización, estratificación, regresión o de sensibilidad para corregir, controlar o ajustar los factores de confusión.</i></p>	<p>Lista:</p> <p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

B/ ¿Cuáles son los resultados?

7 ¿Cuáles son los resultados de este estudio?

PISTA:

- ¿Cuáles son los resultados netos?
- ¿El análisis es apropiado para su diseño?
- ¿Cuán fuerte es la relación de asociación entre la exposición y el resultado (mira los odds ratio (OR))?
- ¿Los resultados se han ajustado a los posibles factores de confusión y, aun así, podrían estos factores explicar la asociación?
- ¿Los ajustes han modificado de forma sustancial los OR?

8 ¿Cuál es la precisión de los resultados?

¿Cuál es la precisión de la estimación del riesgo?

PISTA:

- Tamaño del valor de P.
- Tamaño de los intervalos de confianza.
- ¿Los autores han considerado todas las variables importantes?
- ¿Cuál fue el efecto de los individuos que rechazaron el participar en la evaluación?

9 ¿Te crees los resultados?

PISTA:

- ¡Un efecto grande es difícil de ignorar!
- ¿Puede deberse al azar, sesgo o confusión?
- ¿El diseño y los métodos de este estudio son lo suficientemente defectuosos para hacer que los resultados sean poco creíbles?
- Considera los criterios de Bradford Hills (por ejemplo, secuencia temporal, gradiente dosis-respuesta, fortaleza de asociación, verosimilitud biológica).

SÍ NO SÉ NO

¿Merece la pena continuar?

C/ ¿Son los resultados aplicables a tu medio?

<p>10 ¿Se pueden aplicar los resultados a tu medio?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Los pacientes cubiertos por el estudio pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área.- Tu medio parece ser muy diferente al del estudio.- ¿Puedes estimar los beneficios y perjuicios en tu medio?	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>11 ¿Los resultados de este estudio coinciden con otra evidencia disponible?</p> <p><i>PISTA:</i></p> <p><i>Considera toda la evidencia disponible: Ensayos Clínicos aleatorizados, Revisiones Sistemáticas, Estudios de Cohorte y Estudios de Casos y Controles, así como su consistencia.</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

Taula 8

Annex 2

Escala CASPe per estudis de cohorts:

A/ ¿Son los resultados del estudio válidos?

Preguntas de eliminación

1 ¿El estudio se centra en un tema claramente definido?

SÍ

NO SÉ

NO

PISTA: Una pregunta se puede definir en términos de

- La población estudiada.
- Los factores de riesgo estudiados.
- Los resultados "outcomes" considerados.
- ¿El estudio intentó detectar un efecto beneficioso o perjudicial?

2 ¿La cohorte se reclutó de la manera más adecuada?

SÍ

NO SÉ

NO

PISTA: Se trata de buscar posibles sesgos de selección que puedan comprometer que los hallazgos se puedan generalizar.

- ¿La cohorte es representativa de una población definida?
- ¿Hay algo "especial" en la cohorte?
- ¿Se incluyó a todos los que deberían haberse incluido en la cohorte?
- ¿La exposición se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos?

¿Merece la pena continuar?

Preguntas de detalle

3 ¿El resultado se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos?

SÍ NO SÉ NO

PISTA: Se trata de buscar sesgos de medida o de clasificación:

- ¿Los autores utilizaron variables objetivas o subjetivas?
- ¿Las medidas reflejan de forma adecuada aquello que se supone que tiene que medir?
- ¿Se ha establecido un sistema fiable para detectar todos los casos (por ejemplo, para medir los casos de enfermedad)?
- ¿Se clasificaron a todos los sujetos en el grupo exposición utilizando el mismo tratamiento?
- ¿Los métodos de medida fueron similares en los diferentes grupos?
- ¿Eran los sujetos y/o el evaluador de los resultados ciegos a la exposición (si esto no fue así, importa)?

4 ¿Han tenido en cuenta los autores el potencial efecto de los factores de confusión en el diseño y/o análisis del estudio?

SÍ NO SÉ NO

PISTA: Haz una lista de los factores que consideras importantes

- Busca restricciones en el diseño y en las técnicas utilizadas como, por ejemplo, los análisis de modelización, estratificación, regresión o de sensibilidad utilizados para corregir, controlar o justificar los factores de confusión.

Lista:

<p>5 ¿El seguimiento de los sujetos fue lo suficientemente largo y completo?</p> <p><i>PISTA:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Los efectos buenos o malos deberían aparecer por ellos mismos.</i> - <i>Los sujetos perdidos durante el seguimiento pueden haber tenido resultados distintos a los disponibles para la evaluación.</i> - <i>En una cohorte abierta o dinámica, ¿hubo algo especial que influyó en el resultado o en la exposición de los sujetos que entraron en la cohorte?</i> 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
--	---

B/ ¿Cuáles son los resultados?

<p>6 ¿Cuáles son los resultados de este estudio?</p> <p><i>PISTA:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>¿Cuáles son los resultados netos?</i> - <i>¿Los autores han dado la tasa o la proporción entre los expuestos/no expuestos?</i> - <i>¿Cómo de fuerte es la relación de asociación entre la exposición y el resultado (RR)?</i> 	
<p>7 ¿Cuál es la precisión de los resultados?</p>	

C/ ¿Son los resultados aplicables a tu medio?

<p>8 ¿Te parecen creíbles los resultados?</p> <p><i>PISTA: ¡Un efecto grande es difícil de ignorar!</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Puede deberse al azar, sesgo o confusión? - ¿El diseño y los métodos de este estudio son lo suficientemente defectuosos para hacer que los resultados sean poco creíbles? <p><i>Considera los criterios de Bradford Hill (por ejemplo, secuencia temporal, gradiente dosis-respuesta, fortaleza de asociación, verosimilitud biológica).</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>9 ¿Los resultados de este estudio coinciden con otra evidencia disponible?</p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>10 ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los pacientes cubiertos por el estudio pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área. - Tu medio parece ser muy diferente al del estudio. - ¿Puedes estimar los beneficios y perjuicios en tu medio? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>11 ¿Va a cambiar esto tu decisión clínica?</p>	

Taula 9

Annex 3

Escala STROBE per estudis transversals experimentals:

Berra S et al. Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales

Tabla 1. Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales						
	El aspecto se logra:				No informa	No aplica
	Muy bien	Bien	Regular	Mal		
a. Pregunta u objetivo de investigación						
1. En la formulación de la pregunta o del objetivo se menciona adecuadamente la población de estudio, las variables principales (independientes y dependientes) y el tipo de relación/comparación entre ellas						
<i>En resumen, el estudio se basa en una pregunta de investigación claramente definida</i>						
b. Participantes						
2. Se indican los criterios de inclusión y de exclusión de participantes, así como las fuentes y los métodos de selección						
3. Los criterios de elección son adecuados para dar respuesta a la pregunta o el objetivo del estudio						
4. La población de estudio, definida por los criterios de selección, contiene un espectro adecuado de la población de interés: Considerar en qué medida la población de estudio es representativa de toda la población de interés (población general, de escolares, etc.). Observar si grupos específicos dentro de esa población de estudio (p. ej., por nivel de instrucción o de formación, por ocupación, por país de procedencia, etc.) están proporcionalmente representados. Si el estudio se realiza en usuarios para luego inferir los resultados a una población mayor, este punto no está bien cubierto						
5. Se hizo una estimación del tamaño, el nivel de confianza o la potencia estadística de la muestra para la estimación de las medidas de frecuencia o de asociación que pretendía obtener el estudio						
6. Se informa del número de personas potencialmente elegibles, las inicialmente seleccionadas, las que aceptan y las que finalmente participan o responden. Si se comparan grupos, se indica esta información para cada grupo						
<i>En resumen, la muestra es adecuada y similar a la población base; se minimiza la posibilidad de sesgo de selección</i>						
c. Comparabilidad entre los grupos estudiados						
Si no se comparan grupos, responder «no aplica» a todos los enunciados de esta dimensión						
7. Las características de los grupos que se comparan están bien descritas. Por ejemplo, si se estudia un problema de salud, deben describirse los grupos por características sociodemográficas y otras variables que podrían modificar los resultados						
8. Las poblaciones de origen de los participantes de cada grupo son semejantes. Según la selección, ambas poblaciones tienen características similares, de tal manera que sean comparables en todo, excepto en el factor de estudio o de clasificación en uno u otro grupo						
9. Se utilizaron las mismas estrategias y técnicas de medición en todos los grupos; se midieron las mismas variables en todos los grupos						
10. No se produjeron pérdidas (por falta de medición, abandono, migración, etc.) que afecten a una parte de la muestra. Arbitrariamente, se podría considerar como alta una pérdida del 20% de la muestra; las pérdidas no deberían afectar al tamaño muestral mínimo necesario y sus causas no deberían ser diferentes entre los grupos						
<i>En resumen, los grupos estudiados son comparables; se minimiza la posibilidad de sesgo de selección</i>						

Tabla 1. Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales (continuación)

	El aspecto se logra:				No informa	No aplica
	Muy bien	Bien	Regular	Mal		
d. Definición y medición de las variables principales						
11. Se exponen claramente cuáles son las variables de exposición, resultado, confusoras o modificadoras						
12. Las variables principales tienen una adecuada definición conceptual (teórica) y operacional (escala de medición, sistema de clasificación, criterios diagnósticos, etc.)						
13. Los instrumentos de medición de las variables principales tienen validez y fiabilidad conocidas y adecuadas (se citan estudios que lo analizaron); se han adaptado culturalmente si las versiones originales provienen de lugares con lenguas o culturas diferentes (se citan los estudios que lo hicieron)						
14. Las técnicas de medición de las variables principales se describen suficientemente, son adecuadas y –si aplica– son las mismas para los grupos. Considerar la posibilidad de sesgos de memoria (alguno de los grupos puede recordar mejor algo del pasado) o del entrevistador (por conocimiento de la exposición o del problema de salud)						
<i>En resumen, la medición de las variables principales se realizó de forma adecuada; se minimiza la posibilidad de sesgos de información</i>						
e. Análisis estadístico y confusión*						
15. El análisis estadístico estuvo determinado desde el inicio del estudio						
16. Se especifican las pruebas estadísticas utilizadas y son adecuadas						
17. Se trataron correctamente las pérdidas de participantes, datos perdidos u otros efectos del diseño de la muestra (diferentes probabilidades de selección) o de la exclusión de casos para algunos análisis						
18. Se tuvieron en cuenta los principales elementos de confusión posibles en el diseño y en el análisis En el diseño deberían incorporarse variables teóricamente asociadas o determinantes del problema estudiado. En el análisis, la estimación del resultado principal debería estratificarse o ajustarse por esas variables						
<i>En resumen, el análisis es adecuado y se minimiza la posibilidad de confusión</i>						
Valoración global de la validez interna						
Considerar las dimensiones b-e	Muy bien	Bien	Regular	Mal		
<i>En resumen, el diseño del estudio permite minimizar los sesgos y el efecto de confusión</i>						
f. Resultados						
19. Se incluyen resultados de todos los participantes o se indica el número de datos no disponibles						
20. Se presentan los resultados planteados en los objetivos y todos los de interés, de manera clara y comprensible						
21. Se presentan medidas brutas y ajustadas, indicando las variables por las que se ajustan los resultados y justificando cuáles se incluyeron (o no) en el análisis						
22. Se presentan estimaciones de la significación estadística de las diferencias entre grupos (p. ej., valores de p) o de la precisión de los resultados (p. ej., intervalos de confianza)						
<i>En resumen, los resultados están bien descritos, son útiles y precisos</i>						

(Continúa)

Tabla 1. Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales (continuación)

	El aspecto se logra:				No informa	No aplica
	Muy bien	Bien	Regular	Mal		
g. Conclusiones, validez externa y aplicabilidad de los resultados						
23. Las conclusiones dan respuesta a los objetivos del estudio						
24. Las conclusiones presentadas se basan en los resultados obtenidos						
25. Los resultados de este estudio pueden extrapolarse a la población de interés de la presente revisión. Analizar similitudes y diferencias de ambas poblaciones (la del estudio y la de interés del lector) considerando el contexto espacial y temporal (p. ej., la prevalencia de la exposición), los criterios de inclusión, la definición y la medición de la exposición y el resultado, el nivel de confianza de las estimaciones, etc.						
26. La discusión considera implicaciones de la aplicación de los resultados, beneficios, seguridad y costes de su aplicación						
<i>En resumen, los resultados del estudio son generalizables a la población y contexto en que interesa aplicarlos</i>						
h. Conflicto de intereses						
27. Se menciona la fuente de financiación del estudio o los autores declaran la existencia o ausencia de conflictos de intereses						
<i>En resumen, los conflictos de intereses no condicionan los resultados ni las conclusiones del estudio</i>						
Valoración global de la calidad del estudio	Alta	Media	Baja			
La calidad de la evidencia aportada por el estudio es ³						

²Si bien la definición de confusión implica una relación causal, se utiliza este término para indicar la necesidad de tener en cuenta otras variables que pueden modificar el estimador de la asociación estudiada.

³Como orientación, la calidad del estudio se puede considerar alta si la mayoría de los enunciados resumen se responden como «muy bien» o «bien»; media si la validez interna es calificada como «regular», o la mayoría de los enunciados resumen se responden como «bien» o «regular», y baja si la validez interna es calificada como «mal», o la mayoría de los enunciados resumen se responden como «regular» o «mal».

Taula 10