



Institutionen för hälsovetenskaper
Fysioterapeutprogrammet

Utbildningsprogram
i fysioterapi 180 hp

Examensarbete 15 hp
Hösten 2023

**Effekten av preventiva åtgärder för att förebygga främre
korsbandsskador i samband med icke-kontakt skador: en
semi-systematisk litteraturstudie.**

Författare

Amanda O Persson, Louise Lindoff, Maria Holmerup
Fysioterapeutprogrammet
Lunds Universitet
am1288pe-s@student.lu.se, lo8580li-s@student.lu.se,
ma0118ho-s@student.lu.se

Handledare

Frida Eek, Leg. Sjukgymnast, Docent
Institutionen för Hälsovetenskaper,
Lunds Universitet, Box 157
221 00 Lund
frida.eek@med.lu.se

Examinator

Jenny Älmqvist Nae, Leg.Sjukgymnast, Adjunkt, Phd,
Institutionen för hälsovetenskaper,
Lunds universitet
Jenny.almqvist_nae@med.lu.se

Abstrakt

Bakgrund: Knäskador är vanligt förekommande hos ungdomar och antalet främre korsbandsskador (ACL skador) har ökat under de senaste åren, där unga kvinnor drabbas i större utsträckning. Vanliga riskfaktorer är nedsatt neuromuskulär kontroll som vid till exempel landningar eller riktningförändringar, bristande bålstabilitet samt individens anatomi. En ökad frekvens av ACL-skador hos ungdomar har medfört att många olika preventiva åtgärder har tagits fram.

Syfte: Syftet med litteraturstudien är att sammanställa befintlig evidens kring effekten av preventiva åtgärder för att minska risken för korsbandsskador som sker utan kontakt.

Studiedesign: Semisystematisk litteraturstudie

Metod: Litteratursökningen utfördes genom databaserna PubMed, Cinahl och PEDro. Utifrån in- och exkluderingskriterier skapades ett urval. Inklusionskriterier för studien var att artiklarna skulle vara skrivna på engelska, relatera till frågeställningarna, vara tillgängliga i fulltext, vara RCT-studier, ej vara äldre än 20 år gamla samt innehålla preventiva åtgärder riktade mot ACL-skador. Exklusionskriterierna var att artiklarna inte fick innehålla individer med tidigare ACL skada samt att den vetenskapliga kvaliteten skulle vara lägre än 4 enligt PEDro-scale. Inkluderade artiklar lästes av alla tre författare oberoende av varandra och sammanställdes därefter i en tabell. Kvalitetsgranskningen genomfördes enligt PEDro Scale.

Resultat: 28 RCT-studier inkluderades. I studierna undersöktes 7 olika preventiva åtgärder; verbal/visuell feedback (n=14), plyometrisk träning (n=5), neuromuskulärt program (n=3), skadeförebyggande program (n=6), bålövningar (n=2), träning med vikt och balans samt knäortos (n=5). Åtta av fjorton artiklar visade på positiva resultat, så som mjukare och mer korrekt landning, av verbal/visuell feedback. Plyometrisk träning gav varierande resultat i jämförelse med övriga interventioner, t.ex. signifikant förbättrad hopp- och landningsteknik samt lägre kraftutveckling vid landning. Två av tre artiklar påvisar en signifikant minskad skadeincidens efter genomförande av ett neuromuskulärt program. Sex artiklar undersökte olika skadeförebyggande program, vilka visar på varierande resultat. Två av två studier visade på att bålträning minskar knävalgus. Studierna som studerade effekterna av vikt- och balansträning gav varierande resultat. Användandet av knäortos studerades av en artikel och visar på positiva kortvariga effekter.

Slutsats: Sammanfattningsvis visar denna semisystematiska litteraturstudie att det finns många olika preventiva åtgärder för ACL-skada som visar på varierande resultat vad gäller förändring av potentiella riskfaktorer och skadeincidens. Jämförelser mellan de olika studiernas effekter försvåras då inkluderade studier undersöker olika effekter. Däremot är det svårt att dra en konkret slutsats då studien inte inkluderar en metaanalys.

Nyckelord: Anterior cruciate ligament, ACL-skada, skadeförebyggande

Abstract

Background: Knee injuries are common in adolescents and the number of ACL-injuries has increased in recent years, where young women suffer to a greater extent. Common risk factors are impaired neuromuscular control, for example during landings or change of directions, impaired core stability and the individual anatomy. An increase in ACL-injuries in youth has resulted in the development of different preventive measures.

Purpose: The purpose with this study is to compile existing evidence regarding the effect of preventive measures to reduce the risk of non-contact anterior cruciate ligament injuries.

Study design: Semi-systematic literature review

Method: The literature search was performed using PubMed, Cinahl and PEDro. A selection was created based on inclusion and exclusion criteria. The inclusion criteria for this study were that the articles should be written in English, relate to the questions, be available in full text, be RCT studies, not be older than 20 years old and contain preventive measures against ACL injuries. The exclusion criteria were that the articles were not allowed to contain individuals with a previous ACL injury and that the scientific quality would be lower than 4 according to the PEDro-scale. Included articles were read by all three authors independent of each other and compiled in a table. The quality review was made using the PEDro Scale.

Results: 28 RCT-studies were included. The studies investigated 7 different preventions; verbal/visual feedback (n=14), plyometric training (n=5), neuromuscular programming (n=3), injury preventing program (n=6), core exercises (n=2), weight- and balance training, and knee orthosis (n=5). Eight out of fourteen articles showed positive results, such as softer and more controlled landing, following verbal/visual feedback. Plyometric training showed varied results in comparison to other interventions. For example significantly improved jump- and landing technique and decreased ground reaction force. Two out of three articles showed a significant decrease in injury frequency following a neuromuscular program. Six articles investigated different injury prevention programs, which had varying results. Two of the studies showed that core training reduces valgus posture in the knee. The studies which investigated effects of weight- and balance training had varying results. Use knee orthosis was studied by one article and showed positive effects on short terms.

Conclusion: In summary this Semi-systematic literature review show that there are many different injury prevention methods för ACL-injury that show different results concerning changes in potential risk factors and injury incidence. Comparisons between the effects of the various studies will be harder as the studies included examine different effects and outcomes. In addition it is hard to draw a concrete conclusion as this semi-systematic literature review does not include a meta-analysis.

Keywords: Anterior cruciate ligament, ACL-injury, injury prevention

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	4
1.1 Anatomi	4
1.2 Incidens & prevalens ACL-skada	4
1.3 Skademekanism	4
1.4 Riskfaktorer för ACL-skada	5
1.5 Konsekvenser av ACL-skada	6
2. Syfte	7
3. Frågeställningar	7
4. Metod	7
4.1 Studiedesign	7
4.2 Sökstrategi	7
4.3 Urval	7
4.3.1 Inklusionskriterier:	8
4.3.2 Exklusionskriterier:	8
4.3.3 Urvalsprocess	8
4.4 Databearbetning, dataanalys & dataextrahering	8
4.5 Kvalitetsgranskning	9
4.6 Etisk granskning	9
5. Resultat	10
5.1 Urvalsresultat	10
5.2 Artiklarnas vetenskapliga kvalitet	10
5.3 Studerade preventionsprogram	10
5.3.1 Visuell feedback/Verbal feedback	11
5.3.2 Plyometrisk träning / Snabbhet- och spänsträning	12
5.3.3 Skadeförebyggande program	12
5.3.4 Bål/coreövningar	13
5.3.5 Friviktsträning / maskinviktsträning / balansträning	14
5.3.6 Knäortos	14
6. Diskussion	36
6.1 Sammanfattning av resultatet	36
6.2 Resultatdiskussion	36
6.3 Metoddiskussion	41
7. Klinisk relevans	42
8. Framtida forskning	43
9. Konklusion	43
Referenser	44
Bilagor	52

1. Bakgrund

1.1 Anatomi

I knäleden löper ligamentum cruciatum anterior, det främre korsbandet (ACL). ACL fäster medialt på area intercondylaris anterior på tibia och löper sedan bakåt, uppåt och lateralt för att fästa medialt på den laterala femurkondylen. Korsbandet har en viktig funktion för knäleden då det stabiliserar och förhindrar att tibia glider framåt i förhållande till femur (1).

1.2 Incidens & prevalens ACL-skada

Allt fler knäskador rapporteras bland ungdomar och unga vuxna i åldrarna 14-24 och förekommer mer frekvent i olika typer av sporter (2). I bollsporter har knäskador visat sig stå för ca 40% av alla skador och kan komma att påverka individens hälsa negativt (3). Uppskattningsvis drabbas mellan 30 och 78 per 100 000 personer per år och prevalensen för ACL-rupturer är högre bland ungdomar och unga vuxna än hos vuxna (2, 4). Detta kan bero på att ungdomar i högre utsträckning än vuxna (25+) deltar i sporter där ACL-skada är vanligt förekommande (2).

ACL-ruptur är en knäskada som har framkommit som en vanlig akut idrottsskada och ger en stor påverkan på idrottare i sporter med mycket hopp, landningar och riktningsförändringar (4, 5). Det har även kommit att bli den mest frekvent studerade skadan inom ortopedin (2). Det är en allvarlig skada som för många gör det svårt att återgå till sin aktiva sport (6). Gymnastik, fotboll, handboll, basket, volleyboll och judo har i tidigare studier visat sig ha hög förekomst av ACL-rupturer (5, 6).

Skadan kan delas in i två huvudkategorier – kontakt och icke-kontakt skada. Kontaktskada kan i sin tur delas in i två underkategorier som direktkontakt och indirekt kontakt. Direktkontakt innebär kontakt direkt riktat mot knäet, medan indirekt innebär direkt kontakt mot andra kroppsdelar som leder till en ACL-ruptur (5). Icke-kontakt skada innebär istället en skada som sker utan kontakt, och kan t.ex. uppstå vid landning eller vridning av knät vid plötslig riktningsändring (7). Enligt tidigare studier orsakades 72% av ACL-skadorna vid icke-kontakt (8).

1.3 Skademekanism

ACL-skador sker ofta vid upprepade kraftiga riktningsförändringar, hård landning och plötslig inbromsning. Mekaniskt sker ACL-skador när ledbandet spänns överdrivet och en

stor kraft uppstår i extenderat läge. En icke-kontakt skada uppstår när en person utvecklar stora krafter och stor momentkraft i knäet på ett sådant sätt som belastar korsbandet på ett överdrivet sätt (9). Studier har visat att minskad knäflexion vid bl.a landningar och riktningsförändringar ger en ökad spänning och kraft på korsbandet. Stor reaktionskraft vid markkontakt, vGRF, i samband med landning och riktningsförändringar bidrar till ökad spänning i ACL genom ökad quadriceps kontraktion (9).

1.4 Riskfaktorer för ACL-skada

Det finns både externa och interna riskfaktorer. Externa faktorer kan vara underlaget, utrustningen, väderleken och typ av sport. Interna faktorer kan vara skelettets anatomi, hormoner, genetik, neuromuskulär kontroll och biomekaniska faktorer. Från puberteten och framåt har det visat sig att kön kan vara en riskfaktor för ACL-skada (8). Kvinnor har 2 till 8 gånger högre risk att drabbas av en ACL-skada än män inom samma sport (4).

Det har även påvisats att idrottare som håller på med någon typ av lagsport har ökad risk för just ACL-rupturer då de ofta upprepar samma rörelsemönster som sidosteg och plötsliga riktningsändringar (10).

Studier har visat på att bristande bålstabilitet är en riskfaktor för att en ACL-skada ska ske, framför allt bland kvinnor (11). Ryggmuskulatur, magmuskler och muskler i bäckenbotten utgör bålstabilitet. Neuromuskulär kontroll i bålen är viktig för en god rörelsebalans och nedsatt bålstabilitet kan påverka stabilitet i nedre extremitet negativt och leda till instabilitet (12). En studie från 2007 kom fram till att kvinnor med bristande bålstabilitet och proprioception, kroppens förmåga att bibehålla eller återuppta en rörelse eller position efter ett störningsmoment, kan öka risken att drabbas av en ACL-skada hos kvinnor (12).

Enligt studier där neuromuskulär kontroll och biomekanik studerades konstaterades det att minskad knä, höft- och bålflexion gav ökad risk för ACL-ruptur, men även ökad valgus och reaktionskraft vid markkontakt visade sig vara vanligare bland skadade individer (13). Det har även påvisats att biomekaniken är "sämre" vid oplanerade än planerade rörelser. En hypotes kring andra riskfaktorer hos kvinnor har gjorts som innefattar minskad knä- och höftflexion och ökad muskelaktivitet i quadriceps, men det behövs mer forskning kring detta för att kunna dra dessa slutsatser (13, 14, 15). Det finns ett flertal studier som har visat på quadriceps bidrag till belastning av ACL. Quadriceps påverkan har dock visat sig vara beroende av hur stor knäflexionen är. Vid knäflexion på mindre än 30-50° bidrar quadriceps

till en ökad ACL-belastning genom ökad anterior skjuvkraft av tibia i förhållande till femur samt ökad valgus. Vid större knäflexionsvinklar har däremot quadriceps en mindre inverkan på ACL-belastningen (16).

Hamstrings agerar antagonist till quadriceps och har istället förmågan att bidra med en skjuvkraft posterioert av tibia i förhållande till femur, och kan på så sätt bidra till att avlasta ACL, men precis som med quadriceps så är hamstrings inverkan också beroende av knäflexionsvinkeln. Vid knäflexionsvinklar på över 20-30° kan hamstrings bidra till minskad belastning av ACL genom skjuvkraft posterioert av tibia. Är knäflexionsvinkeln mindre än 20-30° befinner sig dock inte hamstrings i en fördelaktig position för att producera den posteriora skjuvkraften. Små knäflexionsvinklar, där quadriceps befinner sig i en biomekaniskt fördelaktig position samtidigt som hamstrings befinner sig i en mindre fördelaktig position, vid t.ex. landningar är således en riskfaktor för att en ACL-skada ska uppstå. Ytterligare en muskel som har visat sig påverka knäts rörelse är gluteus medius. Genom dess funktion som höftabduktor kan den bidra till minskad valgus av knät – som i vissa fall anses vara en riskfaktor för ACL-skada (16, 17).

Stiff landning, dvs hårda landningar med lite knäflexion och hög reaktionskraft vid markkontakt, har visat samband med ökad risk att drabbas av en ACL-skada (18). En studie har visat att det inte finns ett samband mellan valgus och knävinkel eller mellan valgus och reaktionskraft (18).

Ledlaxitet är en intern riskfaktor som ger ökad risk att drabbas av en ACL-skada, och man har kunnat se att ledlaxitet framför allt är vanligt bland yngre kvinnor. Både aktiva och passiva strukturer bidrar till knäts stabilitet. De aktiva strukturerna är till exempel musklerna medan de passiva till exempel är ligamenten. Vid ledlaxitet har de passiva strukturerna ett större rörelseomfång och detta ställer ett större krav på aktiva strukturer som behöver stabilisera mer. Vid ledlaxitet tenderar knät att hamna i valgus i större utsträckning än om man inte är ledlax, samt att de med ledlaxitet och/eller rörligare hamstrings har en tendens att landa med mindre knäflexion vilket, som tidigare nämnt, orsakar en större belastning på ACL (16, 19, 20).

1.5 Konsekvenser av ACL-skada

Tidig korsbandsskada kan leda till knäledsdegeneration och artros hos den drabbade. Symtom på artros, som minskat rörelseomfång och smärta, kan uppstå redan efter 6 månader bland de

som genomgått en rekonstruktion av ACL (21). Prevalensen för artros efter en korsbandsskada varierar mellan 13% och 78% (4). Kronisk instabilitet i knät är ytterligare en konsekvens som kan uppstå till följd av ACL-skada, framför allt då patienten inte genomgått kirurgisk behandling. Risken för meniskskada och broskskada ökar efter skada på ACL, och i kombination med förändrad kinematik i knäleden kan detta leda till tidig artrosutveckling. I en studie har man sett att även de patienter som inte har varit i behov av kirurgisk behandling till följd av ACL-skada har haft en påverkan på kinematiken i knät (9, 22).

På grund av den höga förekomsten av ACL-rupturer, och då framför allt de som sker utan kontakt, är det primära syftet med studien att sammanställa evidens kring effekterna av de preventiva åtgärder som studerats.

2. Syfte

Syftet med litteraturstudien är att sammanställa befintlig evidens kring effekten av preventiva åtgärder för att minska risken för korsbandsskador som sker utan kontakt.

3. Frågeställningar

- Vilka preventiva åtgärder har studerats för ACL-skador inom det granskade urvalet?
- Vilka effekter har de preventiva åtgärderna givit?

4. Metod

4.1 Studiedesign

Semi-systematisk litteraturstudie uppbyggd efter PRISMA riktlinjer (23), se bilaga 1.

4.2 Sökstrategi

Sökning efter artiklar har gjorts i databaserna PubMed, Cinahl och PEDro. Dessa databaser har valts då de innehåller ett stort urval av RCT-studier inom aktuellt område. Några återkommande sökord var: Anterior cruciate ligament injuries, prevention, non-contact, landing task och cutting movement. Samtliga sökord och sökkombinationer ses i bilaga 2-4.

4.3 Urval

För urvalskriterier använde vi oss av PICO-modellen (*population, intervention, comparison, outcome*) (24). Populationen utgjordes av atleter inom sporter där icke-kontakt ACL-skador förekommer, intervention var de preventiva åtgärderna riktade mot att förebygga ACL-skador. *Comparison* i detta fall innebar att studierna har en interventionsgrupp som

jämförs med en kontrollgrupp och/eller annan interventionsgrupp, där kontrollgruppen inte erhåller interventionen/interventionerna som studeras. Studierna ska ha interventionsgrupper där interventionerna ska vara preventiva åtgärder som syftar till att minska risken för korsbandsskador. Med *outcome* menas det aktuella utfallet i inkluderade artiklar, dvs biomekaniska förändringar, förändring av landningsteknik och teknik vid riktningförändringar eller förändring av skadeförekomst.

4.3.1 Inklusionskriterier:

- Preventiva åtgärder riktade mot ACL-ruptur
- RCT-studie
- Ej äldre än 20 år (publicerad från 2003 och framåt)
- Tillgänglig i full-text
- Ska vara skriven på engelska
- Relatera till frågeställningarna

4.3.2 Exklusionskriterier:

- Studier som inkluderar personer med tidigare ACL-skada.
- Artiklar med lägre än 4 poäng enligt PEDro-Scale

4.3.3 Urvalsprocess

Sökresultatet kontrollerades och dubletter av artiklar identifierades. För att granska artiklarna övergripligt har alla abstrakten lästs för att se om de är relevanta eller inte utifrån syfte och frågeställning. Flödesschema från PRISMA användes för att redovisa urvalet av artiklar.

4.4 Databearbetning, dataanalys & dataextrahering

Samtliga artiklar har lästs av alla tre författare oberoende av varandra. Ur de inkluderade artiklarna har författare, publiceringsland och år extraherats. Urval av deltagare beskrivs utifrån vilka som har inkluderats, antal i kontrollgrupp respektive interventionsgrupp, ålder, könsfördelning och bortfall. Utfallsmåttet, d.v.s vilka tester eller utfallsmått som använts för att mäta eventuella förändringar har extraherats. Beskrivning av vilken intervention som genomförts och vad den inneburit samt vad interventionen har gett för resultat extraheras också. Vid dataanalys görs en deskriptiv beskrivning av inkluderade studiers resultat utifrån dataextraheringen och indelning utefter den preventiva åtgärdens karaktär.

4.5 Kvalitetsgranskning

Artiklarna som preliminärt inkluderades efter att abstrakt lästes, är lästa i full-text och analyserade oberoende av varandra. Vid granskning av artiklarna användes PEDro Scale för RCT-studier, se bilaga 5. PEDro Scale utgörs av elva kriterier, varav tio av dessa besvaras med ja eller nej. Denna skala används för att bedöma artiklarnas vetenskapliga kvalitet där en högre poäng motsvarar en högre vetenskaplig kvalitet. Artiklar som får nio till tio poäng anses ha mycket hög vetenskaplig kvalitet medan de som får sex till åtta anses ha hög kvalitet. Artiklar med fyra till fem poäng har måttlig vetenskaplig kvalitet och artiklar med lägre än fyra poäng har bristande vetenskaplig kvalitet (25). Samtliga författare har granskat artiklarna och vid olika tolkningar har artikeln i fråga diskuterats och konsensus kring poäng har uppnåtts.

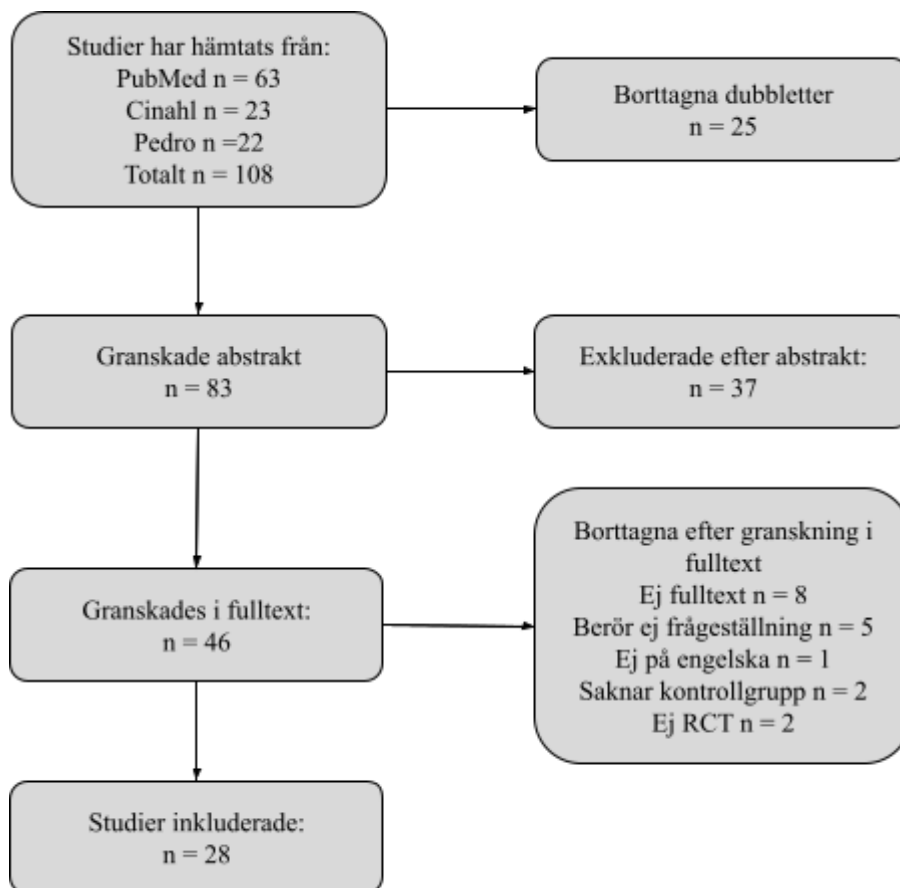
4.6 Etisk granskning

Vår litteraturstudie kräver inget etiskt godkännande eftersom den bygger på andra studier och inte omfattar några nya forskningsförsök.

5. Resultat

5.1 Urvalsresultat

Totalt inkluderades 28 artiklar i vår studie och artiklarna som har inkluderats redovisas i tabell 1. Samtliga inkluderade artiklar var RCT-studier. Totalt lästes 83 abstrakt för att ta reda på om de var relevanta för studien, se figur 1.



Figur 1. Flödesschema över urvalet av artiklar utformat enligt PRISMA-modell

5.2 Artiklarnas vetenskapliga kvalitet

Kvalitetsnivån hos de inkluderade artiklarna varierade något. En artikel hade måttlig, 24 artiklar hade hög och tre artiklar hade mycket hög vetenskaplig kvalitet, se tabell 1.

5.3 Studerade preventionsprogram

De preventiva åtgärder som har studerats i de granskade artiklarna är olika typer av feedback, som tex verbal och visuell feedback, skadepreventiva uppvärmningsprogram innehållande olika träningsformer, träning för bålstabilitet, plyometrisk träning, neuromuskulär träning samt användande av ortos.

5.3.1 Visuell feedback/Verbal feedback

Två artiklar studerade visuell feedback där deltagarna fick observera sitt utförande av studiens övningar (26, 27). Hos interventionsgruppen kunde signifikanta skillnader påvisas av en artikel gällande större range of motion, RoM, i knät, större knäflexion, större dorsalflexion i fotled och lägre valgusmoment (26). Medan en artikel redovisar signifikant större reaktion vid markkontakt, vGRF, hos interventionsgruppen så redovisar den andra signifikant lägre vGRF (26, 27). Utöver detta redovisar denna artikel icke signifikanta resultat avseende maximal främre skjuvkraft av tibia samt knäflexion vid initial markkontakt mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen (27).

Sju artiklar har studerat effekten av olika sorters verbal feedback, som t.ex. instruktioner gällande kinematik eller internt och externt fokus vid utförande av övningar (26, 27, 28, 29, 30, 31). Signifikant större knäflexion har påvisats av fyra artiklar i interventionsgruppen (27, 28, 29, 30). Interventionsgruppen i två artiklar visade på motsatt resultat, en artikel visade på större maximal knäflexion medan den andra artikeln visade på lägre maximal knäflexion (27, 32). I tre olika artiklar redovisades icke signifikanta skillnader avseende knäflexion mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen (28, 29, 30). Signifikant större skillnad i knäflexionsvinkel, större knäflexion vid initial markkontakt, lägre bålflexion vid maximal knäflexion, lägre landing error scoring system, LESS score, samt större avstånd mellan fötter har respektive påvisats av en artikel i interventionsgruppen (27, 32). Samtidigt som en studie påvisat större knäflexion vid initial markkontakt i interventionsgruppen så redovisar en annan studie att det inte finns några signifikanta skillnader avseende den variabeln mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen (27). I interventionsgruppen i en annan artikel har signifikant större valgus kunnat påvisats medan en annan artikels resultat visar på signifikant lägre valgus, samt att två artiklar visar på icke signifikanta skillnader gällande valgus mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen (29, 30, 32). Signifikanta skillnader gällande större höftflexion inom interventionsgruppen presenteras i två artiklar, medan en av artiklarna samtidigt presenterar icke signifikanta skillnader avseende höftflexion mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen (28, 30). Tre artiklar redovisar signifikant lägre vGRF i interventionsgruppen men samtidigt redovisar en av de tre artiklarna icke signifikanta skillnader avseende vGRF mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen (27, 28, 30). Icke signifikanta skillnader gällande valgusmoment och maximal främre skjuvkraft av tibia kunde påvisas mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen i respektive artikel (26, 27).

Av inkluderade artiklar har fyra av studierna undersökt effekten av visuell och verbal feedback i kombination, alltså att interventionsgruppen erhållit både visuell och verbal feedback vid utförande av studiens övningar (27, 31, 33, 34). I interventionsgruppen har större maximal knäflexion kunnat påvisats av tre artiklar medan en artikel redovisat icke signifikanta skillnader avseende knäflexion mellan grupperna (27, 31, 33, 34). Signifikanta skillnader avseende större maximal höftflexion samt lägre vGRF i interventionsgruppen redovisas i två artiklar (27, 31, 33). Resterande signifikanta skillnader; större dorsalflexion i fotled, större maximal bålflexion, större avstånd mellan knän vid landning, större knäflexion i interventionsgruppen, är resultat som respektive redovisats i en artikel (27, 33, 34). Variabler där inte signifikanta effekter har påvisats i någon studie mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen är maximal främre skjuvkraft av tibia, knäflexion vid initial markkontakt, maximal höftadduktion, maximalt höftadduktionsmoment, maximal valgus, maximalt valgusmoment, maximal höftextension samt maximalt knäextension, se tabell 2 (27, 31).

5.3.2 Plyometrisk träning / Snabbhet- och spänsträning

Fem artiklar studerade plyometrisk träning och dess effekt på kraftutveckling i samband med hopp, bålstabilitet och biomekanik i nedre extremitet vid riktningsändringar, biomekaniska faktorer med hopp-landning på kraftplatta, dynamisk balans och proprioception i knä vid landning samt EMG mätning av muskler och vid riktningsändring. (35, 36, 37, 38, 39). En artikel påvisade signifikant lägre vGRF, förbättrad hopp- och landningsteknik och lägre kraftutveckling vid landning medan en annan visade på signifikant större bäckenrotation vid sidohopp och signifikant lägre bålrotation vid riktningsändring och sidohopp i interventionsgruppen jämfört med kontrollgruppen (35, 36). Genom spänstprogram påvisades signifikant större muskelaktivitet i mediala hamstrings i interventionsgruppen, dock sågs inga signifikanta skillnader avseende knäflexion, maximal knäflexion, valgus eller vGRF mellan grupperna. (39). En annan artikel kunde inte påvisa några signifikanta skillnader mellan grupperna. Resultatet var icke signifikant gällande vGRF, styrkevariabler, muskelaktivering för hamstrings och gluteus medius, höftflexion vid initial markkontakt, maximal höft- och knäflexion samt tid spenderad i maximal höft- och knäflexion mellan interventionsgruppen och kontrollgruppen, se tabell 2 (37).

5.3.3 Skadeförebyggande program

Nio olika artiklar har studerat skadeförebyggande program med varierande innehåll. Programmen har inkluderat bland annat styrketräning, rörlighet, balans, plyometrisk träning,

stretchning, teknikträning och neuromuskulär träning (40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48). En artikel visade på signifikant större muskelaktivitet i biceps femoris, signifikant lägre muskelaktivitet i vastus lateralis samt semitendinosus hos interventionsgruppen (40). Två av artiklarna undersökte det neuromuskulära uppvärmningsprogrammet *Knäkontroll* och båda presenterar en signifikant lägre skadeincidens i interventionsgruppen samt att en av artiklarna redovisar lägre självrapportering av knäproblem bland handbollsspelare (41, 42).

Två artiklar visade på signifikant större knäflexion hos interventionsgruppen (43, 46). En av de två artiklarna redovisade även signifikant större avstånd mellan knäna, större höftflexion, dorsalflexion i fotleden, större maximal knäflexion samt signifikant lägre maximalt valgusmoment, lägre hamstrings-quadriceps kvot, maximalt knäextensionmoment i interventionsgruppen. Samma artikel observerade inga signifikanta skillnader mellan grupperna angående höjden i en hopplandningsuppgift och maximal inåtrotation i knät (43). En artikel visade på icke signifikanta skillnader gällande valgus- och varusmoment mellan grupperna, medan ytterligare en annan artikel visade på signifikant lägre knävinkel i frontalplanet i interventionsgruppen (40, 48). Två artiklar påvisade signifikant lägre LESS score i interventionsgruppen (45, 47).

I en artikel redovisades inga signifikanta skillnader mellan grupperna gällande höftflexion, höftabduktion eller inåtrotation i höft vid landning samt knäflexion och valgus vid enbens eller jämfota landning (44). En artikel observerade inga signifikanta skillnader angående knäflexion vid riktningssändring och vGRF mellan grupperna medan en annan artikel visade på inga signifikanta skillnader i landningsteknik och LESS score i åldrarna 14-17 år mellan grupperna, se tabell 2 (46, 47).

5.3.4 Bål/coreövningar

Två studier undersökte olika bålstabiliserande övningar och program (49, 50). Studierna visade på olika resultat, den ena studien visade på signifikant ökad aktivitet i semitendinosus i interventionsgruppen medan den andra inte visade på någon signifikant skillnad i muskelaktivering av hamstrings mellan grupperna. Båda studierna visade på lägre valgus i interventionsgrupperna. Resterande signifikanta skillnader som respektive påvisades av en studie var större inåtrotation i höft, större dorsalflexion, större uthållighet av bålmuskulatur, större bålflexion, större muskelaktivering i rectus abdominis, vastus medialis och semitendinosus, lägre muskelaktivering i rectus femoris samt lägre höftabduktion i interventionsgrupperna (49, 50). I två artiklar förekommer det inga signifikanta effekter

mellan grupperna avseende bål- och bäckenrotation, inåtrotation i knä, quadriceps- och hamstringstyrka, se tabell 2 (49, 50).

5.3.5 Friviktsträning / maskinviktsträning / balansträning

Träning med fria vikter har studerats i två artiklar, och utöver friviktsträning studerades även maskinviktsträning samt balansträning av den ena artikeln (51, 52). En av artiklarna som undersökte styrketräning med fria vikter visade på en signifikant större knäflexion vid bilateralt drop jump i interventionsgruppen medan man inte kunde se några signifikanta skillnader vid unilateralt drop jump mellan grupperna (51). Signifikant större knäflexion påvisades vid sidosteg med plötslig riktningssändring i de grupper som utförde balansträning, maskinviktsträning samt gruppen som kombinerade balans- och maskinviktsträning. Studiens resultat visade även på signifikant större maximal inåtrotation i knät vid sidosteg med plötslig riktningssändring vid friviktsträning samt signifikant lägre maximal intern rotation i knät vid balansträning. Signifikant lägre maximalt valgusmoment kunde ses i sidosteget i balansgruppen medan både balansgruppen och maskinviktsgruppen erhöll signifikant lägre maximalt varusmoment. I maskinviktsgruppen visade man även på signifikant större maximal knäflexion vid sidosteget medan inga signifikanta skillnader kunde ses angående maximal knäflexion mellan balansgruppen och maskin+balansgruppen, se tabell 2 (52).

5.3.6 Knäortos

En artikel studerade kinematiken i knät vid användande av ortos samt bibehållande av kinematiken efter avvecklade ortos. Efter användning av knäortos i 4 veckor erhöll deltagarna signifikant större maximal knäflexion och signifikant lägre vGRF vid stop jump och plötslig riktningssändring. Förändringarna var kortvariga och 4 veckor efter avvecklade ortos hade de börjat återvända till ursprungliga värden, se tabell 2 (53).

Tabell 1 - Dataextrahering från artiklarna

Författare, land & år	Urval (Antal i interventionsgrupp och kontrollgrupp, bortfall, ålder; könsfördelning)	Intervention (vilken intervention/preventiv åtgärd som har använts, under hur lång tid)	Utfallsmått (vad och när det mäts) (vad och när det mäts, inte vad man vill mäta. Har man något specifikt som mäts. Ex kvaliteten på nedhopp från box.	Resultat (vad hade interventionen för resultat/effekt)	Pedro Score (poäng enligt pedro score, max 10 poäng)
Visuell och verbal feedback					
Benjaminse A, Otten B, Gokeler A et al. 2017. (26)	<p>Total n= 90 Kvinnor 18+: n= 45 Män 18+: n= 45</p> <p>Män Interventionsgrupp (VIS): n= 15 Interventionsgrupp (VER): n= 15 Kontrollgrupp: n= 15</p> <p>Kvinnor Interventionsgrupp (VIS): n= 15 Interventionsgrupp (VER): n= 15 Kontrollgrupp: n= 15</p> <p>Framgår ej antal bortfall.</p>	<p>Interventionsperiod: 3 sessioner Session 1 Session 2: 1 vecka efter session 1 Session 3: 4 veckor efter session 1</p> <p>Visuell feedback och verbal feedback vid plötsliga riktningssändringar med kraftplatta.</p> <p>VIS: video feedback, deltagarna observerade sitt bästa försök bakifrån. VER: fick specifika instruktioner angående kinematik.</p> <p>Kontrollgrupp fick ingen feedback.</p>	<p>Primärt utfallsmått: vGRF, vinklar ur sagittalplan, rörelseomfång och moment i nedre extremitet och i bålen</p> <p>Sekundärt utfallsmått: Valgus/varus moment i knä</p> <p>Riktningssändringar med kraftplatta utfördes vid baslinjen och efter varje session, 1 vecka samt 4 veckor efter.</p>	<p>Jämförelser session 3 (MÄN): Primärt utfallsmått: VIS vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större RoM i knä Större vGRF Större knäflexionsmoment Större dorsalflexion i fotled</p> <p>VER vs Kontrollgrupp Inga signifikanta skillnader</p> <p>Sekundärt utfallsmått: VIS vs Kontrollgrupp: Signifikant: Lägre valgusmoment</p> <p>VER vs Kontrollgrupp: Icke-signifikant: Angående valgusmoment</p> <p>Större förbättring i VIS än VER hos män</p> <p>Jämförelser session 3</p>	6

				<p>(KVINNOR): Primärt utfallsmått: VIS vs Kontrollgrupp: Signifikant: Lägre vGRF</p> <p>VER vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större knäflexion</p> <p>Oberoende av vilken grupp: Icke-signifikant: Dorsalflexion i fotled RoM i knä</p> <p>Sekundärt utfallsmått: VER vs Kontrollgrupp: Icke-signifikant: Angående varusmoment</p> <p>Ingen signifikant förbättring/försämring i VIS eller VER hos kvinnor.</p>	
<p>Ericksen HM, Thomas AC, Gribble OA et al. USA. 2015. (28)</p>	<p>Totalt n = 36 Kvinnor 18-24 år</p> <p>Kontrollgrupp n = 12 st RTF+PRF (Interventionsgrupp) n =12 st PRF (Interventionsgrupp) n = 12 st</p> <p>Bortfall: 0</p>	<p>En interventionssession</p> <p>Interventionsgrupp: Innan interventionen fick RTF+PRF och PRF en föreläsning om syftet med interventionen. Genomförde 3x6 drop jumps. RTF+PRF fick feedback under och efter hopp. PRF fick feedback efter hopp</p> <p>Kontrollgrupp: Ingen feedback vid hoppen. Ingen föreläsning</p>	<p>Primärt utfallsmått: Rörelsedata i samband med hopp från 30 cm hög box där deltagarna landade på en kraftplatta.</p> <p>Tester genomfördes vid baslinje och direkt efter interventionen.</p>	<p>Jämförelse PRF vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större höftflexion vid landning. Icke-signifikant: Angående knäflexion och vGRF</p> <p>Jämförelse RTF+PRF vs Kontrollgrupp: Signifikant Större knäflexion, höftflexion Lägre vGRF vid landning.</p>	7

<p>Oñate JA, Guskiewicz KM, Marshall SW, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. USA. 2005. (27)</p>	<p>Total n= 51 18-25 år</p> <p>Interventionsgrupp (expert) n= 12 Interventionsgrupp (själv) n= 12 Interventionsgrupp (kombo) n= 13 Kontrollgrupp n= 14</p> <p>Bortfall Interventionsgrupp (expert) n= 1 Bortfall Interventionsgrupp (själv) n= 4 Bortfall Interventionsgrupp (kombo) n= 3 Bortfall Kontrollgrupp n= 3</p>	<p>Interventionsperiod: 3 sessioner och uppföljning 1 vecka efter</p> <p>Videoband feedback. Verbal feedback beroende på interventionsgrupp.</p> <p>Interventionsgrupp (expert): instruktioner om kinematik Interventionsgrupp (själv): observerade sin egen video Interventionsgrupp (kombo): feedback som expertgruppen + självgruppen</p> <p>Kontrollgrupp: ingen feedback</p>	<p>Primärt utfallsmått Hopplandningsuppgift</p> <p>Tester utfördes vid baslinjen och 1 vecka efter interventionsperioden.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp efter 1 vecka: Interventionsgrupp (själv) vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större knäflexion Större skillnad i knäflexionsvinkel från initial kontakt till maximal knäflexion Större maximal knäflexion Lägre vGRF</p> <p>Interventionsgrupp (expert) vs Kontrollgrupp: Signifikant: Lägre vGRF</p> <p>Kombogrupp: Signifikant: Större knävinkel Större knäflexionsvinkelskillnad från initial kontakt till maximal knäflexion Större maximal knäflexion Lägre vGRF</p> <p>Samtliga grupper: Icke signifikant: Maximala proximala främre tibiala skjuvkrafter Knäflexion vid markkontakt</p>	<p>6</p>
--	---	---	---	---	----------

Taylor JB, Ford KR, Schmitz RJ et al. USA. nov 2018 (29)	<p>Totalt = 97 Basket och fotbollspelare. Flickor 13-19 år.</p> <p>Kontrollgrupp n = 21 st basketspelare och 28 fotbollsspelare Interventionsgrupp n = 21 st basketspelare och 27 fotbollsspelare</p> <p>Bortfall: Kontrollgrupp = 5, Interventionsgrupp = 5</p>	<p>2-3 ggr/v; 6v.</p> <p>Interventionsgrupp: Uppvärmningsprogram på 20-25 min. Progression av övningarnas svårighet. Verbal feedback av coach.</p> <p>Kontrollgrupp: Tränade på som vanligt.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Olika landningsuppgifter där knäflexion och valgus mäts med kamerautrustning.</p> <p>Analys av deltagarna vid baslinje och 2,5 veckor efter avslutad intervention.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp fotboll: Icke signifikant Valgus Knäflexion</p> <p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp basket: Signifikant: Större valgus Större knäflexion</p>	7
Verbal feedback					
Dalvandpour N, Zareei M, Abbasi H et al. Iran. 2021. (30)	<p>Totalt n = 42 st Manliga fotbollsspelare 17-19 år</p> <p>Kontrollgrupp n = 14 st Interventionsgrupp (EF) n =14 st Interventionsgrupp (IF) n =14 st Bortfall: Kontrollgrupp n = 3 st, EF n = 2 st, IF n = 2 st.</p>	<p>Minst 3ggr/v; 8v</p> <p>Interventionsgrupp: Uppvärmningsprogram antingen internt eller externt fokus och olika instruktioner vid genomförandet</p> <p>Kontrollgrupp: tränade på som vanligt.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Landningsteknik vid enbenslandning drop jump på kraftplatta.</p> <p>Mätningar gjordes vid baslinjen och efter interventionen.</p>	<p>Jämförelse EF vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större knäflexion Större höftflexion Lägre valgus Lägre vGRF</p> <p>Jämförelse IF vs Kontrollgrupp Signifikant: Lägre Valgus</p> <p>Icke-signifikant: Angående höftflexion Angående knäflexion</p>	7

<p>Ericksen HM, Thomas AC, Gribble PA, Armstrong C, Rice M, Pietrosimone B. USA. 2016. (31)</p>	<p>Totalt n=48 Kvinnor 18-30 år</p> <p>TF n=16 TF+RTF n=16 Kontrollgrupp n=16 Bortfall: 0</p>	<p>3 ggr/v; 4 v Hopp till landning från höjd.</p> <p>TF: Genomgång av övningen. 6 set hopp-landa. Självutvärdering av sitt utförande följt av bekräftelse eller rättning efter varje set.</p> <p>TF+RTF: Samma som TF + feedback i digital representation av kroppssegmenten vid utförandet.</p> <p>Kontrollgrupp: träning som vanligt.</p>	<p>Analys av knäflexion, knäextension, valgus, höftflexion, höftextension och höftadduktion vid drop-jump.</p> <p>Reaktionskraft vid markkontakt, vGRF.</p> <p>Uppföljning efter vecka 4 samt en vecka efter avslutad intervention.</p>	<p>Jämförelse TF & TF+RTF vs Kontrollgrupp Signifikanta skillnader i båda interventionsgrupper:</p> <ul style="list-style-type: none"> - större maximal knäflexion - större maximal höftflexion - lägre vGRF <p>Icke signifikanta skillnader mellan interventionsgrupper och Kontrollgrupp:</p> <ul style="list-style-type: none"> - maximal höftadduktion - maximalt höftadduktionsmoment - maximal valgus - maximalt valgusmoment - maximal höftextension - maximalt knäextensionsmoment <p>Vid uppföljning: båda grupper hade svårt att bibehålla de biomekaniska förändringarna.</p>	<p>6</p>
---	---	---	---	--	----------

<p>Nyman E Jr, Armstrong CW. USA. 2015. (34)</p>	<p>Total n=24 Kvinnliga gymnaster 14-16 år</p> <p>Interventionsgrupp n=12 Kontrollgrupp n=12 Bortfall: 0</p>	<p>3 ggr/v; 4 v</p> <p>Interventionsgrupp: 20 drop-landing med visuell och verbal feedback i form av digital representation av kroppssegmentet vid utförandet.</p> <p>Kontrollgrupp: 20 drop-landing utan feedback.</p>	<p>Analys av maximal knäflexion samt minsta avstånd mellan knän vid drop-jump.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp Signifikant ökning av maximal knäflexion samt avstånd mellan knän vid drop-jump.</p>	<p>7</p>
<p>Parsons JL, Alexander MJ. Kanada. 2012. (33)</p>	<p>Total n= 19 Kvinnor 12-14 år</p> <p>Interventionsgrupp n= 10 Kontrollgrupp n= 9 Bortfall Interventionsgrupp n= 1 Bortfall Kontrollgrupp n= 2</p>	<p>Interventionsperiod: Ett pass Uppföljning under 4 veckors tid.</p> <p>Verbal och videofeedback på hopplandningsmekanik (spikhopp).</p> <p>Interventionsgrupp & Kontrollgrupp: Utförde samma landningsuppgift</p> <p>Kontrollgrupp: Ingen feedback Interventionsgrupp: Videofeedback: Feedback från olika vinklar Observation i normal fart och i slowmotion Verbalfeedback: Instruktioner om kinematik och feedback vid observation av video.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Matchliknande spik hopp</p> <p>Kontrollgrupp: Tester utfördes vid baslinjen och efter 4 veckor.</p> <p>Interventionsgrupp: Tester utfördes vid baslinje, efter interventionen, vid 2 veckor och vid 4 veckor.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp efter 4 veckor: Primärt utfallsmått: Statistisk signifikant: Större dorsalflexion i fotlederna Större maximal höftflexion Större maximal bålflexion</p> <p>Icke signifikant: Större maximal knäflexion</p>	<p>7</p>
<p>Welling W, Benjaminse A, Gokeler A, Otten B. Nederländerna.</p>	<p>Totalt n=40 Bollsportutövare, kvinnor & män</p> <p>IF n=10</p>	<p>Drop-jumps 2x10 med olika former av feedback. Intervention utförd vid ett tillfälle.</p> <p>IF: Fokus på kroppen; extendera knän så</p>	<p>Primärt utfallsmått: LESS-score vid utförande av drop-jump.</p> <p>Tester genomfördes vid baslinje, efter</p>	<p>Jämförelse IF vs Kontrollgrupp: Signifikant - lägre maximal knäflexion</p>	<p>8</p>

2015. (32)	<p>EF n=10 VI n=10 Kontrollgrupp n=10</p> <p>(Könsfördelning 50/50 samtliga grupper)</p> <p>Bortfall: 0</p>	<p>snabbt som möjligt vid markkontakt. Möjlighet till feedback i form av varje drop-jumps LESS-score.</p> <p>EF: Fokus på rörelseeffekten; tryck dig från golvet så hårt som möjligt vid markkontakt. Möjlighet till feedback i form av varje drop-jumps LESS-score.</p> <p>VI: video på expertutförande. Möjlighet till feedback i form av varje drop-jumps LESS-score.</p> <p>Kontrollgrupp: inga instruktioner, ingen feedback.</p>	<p>interventionen, samt en vecka senare för retentionstest.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - lägre bålflexion vid maximal knäflexion <p>Jämförelse EF vs Kontrollgrupp: Signifikant</p> <ul style="list-style-type: none"> - förbättrat LESS-score efter intervention och vid retentionstest - större knäflexion vid initial markkontakt efter intervention och retentionstest - bredare mellan fötterna vid landning <p>Jämförelse VI vs Kontrollgrupp: Signifikant</p> <ul style="list-style-type: none"> - förbättrat LESS-score efter intervention och vid retentionstest - större knäflexion vid initial markkontakt efter intervention och retentionstest - bredare mellan fötterna vid landning <p>Samtliga grupper: Icke signifikant Avseende valgus vid varken test efter intervention eller retentionstest.</p>	
------------	---	--	---	---	--

Plyometrisk träning / Snabbhet och spänsträning					
<p>Alikhani R, Shahrjerdi S, Golpaigany M, Kazemi M. Kanada. 2019 (38)</p>	<p>Totalt 22 st Kvinnliga badmintonspelare 15-25 år.</p> <p>Kontrollgrupp n = 10st Interventionsgrupp n = 12st Bortfall: 0</p>	<p>3 ggr/v; 6v.</p> <p>Interventionsgrupp: Plyometrisk träningsprogram 20 min långt.</p> <p>Kontrollgrupp: Tränade på som vanligt.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Dynamisk balans och proprioception i knä vid olika landningsuppgifter.</p> <p>Sekundärt utfallsmått: Knäflexion mätt med goniometer.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Primärt utfallsmått: Signifikant: Förbättrad dynamisk balans.</p> <p>Sekundärt utfallsmått: Signifikant: Större knäflexion vid landning.</p> <p>Icke signifikanta resultat framgår ej</p>	<p>6</p>
<p>Irmischer BS, Harris C, Ronald PP et al. USA. 2004 (35)</p>	<p>Totalt n = 32 Kvinnor 20-28 år som utövade aerobisk träning.</p> <p>Kontrollgrupp n = 16 st Interventionsgrupp (KLIP) n = 16 st Bortfall: Kontrollgrupp n = 2 st, Interventionsgrupp n = 2 st</p>	<p>2ggr/v; 9 v</p> <p>Interventionsgrupp: Plyometriskt träningsprogram KLIP. Varade i 20 min med progression av svårighet i övningarna.</p> <p>Kontrollgrupp: fick ingen intervention.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Kraftutveckling i samband olika hopp.</p> <p>Sekundärt utfall: Höjd vid vertikalt maxhopp Landningsteknik vid hopp</p> <p>Mättes med kamerautrustning vid baslinje och i samband med avslutad interventionsperiod.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Primärt utfall: Signifikant: Lägre kraftutveckling vid landning Lägre vGRF</p> <p>Sekundärt utfall: Signifikant: förbättrad hopp-och landningsteknik</p> <p>Icke-signifikant: Förändring gällande maximalt vertikall hopp.</p>	<p>6</p>

<p>Lephart SM, Abt JP, Ferris CM, Sell TC, Nagai T, Myers JB, Irrgang JJ. USA. 2005. (37)</p>	<p>Totalt n=27 Kvinnor 12-15 år</p> <p>Interventionsgrupp Plyo n=14 Kontrollgrupp Basic (kontrollintervention) n=13 Bortfall: 0</p>	<p>3 ggr/v; 8 v Två faser. Fas ett identiskt för båda grupper.</p> <p>Fas 1: rörlighets-, styrke- och balansövningar.</p> <p>Fas 2 (Interventionsgrupp plyo): fas 1 + plyometriska och snabbhet/spänstövningar.</p> <p>Fas 2 (Kontrollgrupp basic): fas 1 fast ökad volym.</p>	<p>Isokinetisk knäflexion och extension. Isometrisk höftabduktion. Jump-landing på kraftplatta.</p> <p>EMG-mätning vid ovanstående.</p> <p>Analys av knäflexion, valgus höftflexion, höftabduktion och adduktion vid jump-landing.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp (plyo) vs Kontrollgrupp (basic): Inga signifikanta skillnader avseende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - styrkevariablerna - reaktionskraft, vGRF, vid jump-landing - hamstringaktivering - aktivering av gluteus medius vid jump-landing - höftflexion vid initial markkontakt vid jump-landing - maximal höftflexion vid jump-landing - maximal knäflexion vid jump-landing - tid spenderad i maximal knäflexion och maximal höftflexion vid jump-landing 	<p>7</p>
<p>Weltin E, Gollhofer A, Morneix G. Tyskland. 2016 (36)</p>	<p>Totalt n = 28 st Kvinnor 18-24 år som spelar handboll, fotboll eller basket.</p> <p>Kontrollgrupp n = 14 st Interventionsgrupp n = 14 st Bortfall: Interventionsgrupp n = 2 st, Kontrollgrupp n = 2 st</p>	<p>3 ggr/v; 4 v</p> <p>Interventionsgrupp: Plyometrisk träning samt bålstabiliserande övningar 20-40 min.</p> <p>Kontrollgrupp: Tränade på som vanligt.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Bålstabilitet och biomekanik i nedre extremitet vid oförutsedda riktningsförändringar.</p> <p>Tester gjordes vid baslinje och direkt efter avslutad intervention</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant: Lägre bålrotation vid riktningsförändringar. Lägre bålrotation och ökad bäckenrotation vid sidohopp</p> <p>Icke signifikanta resultat framgår ej</p>	<p>7</p>

Wilderman DR, Ross SE, Padua DA. USA. 2009. (39)	Totalt n=30 Basketspelare kvinnor 17-24 år Interventionsgrupp n=15 Kontrollgrupp n=15 Bortfall: 0	4 ggr/v; 6 v Interventionsgrupp: Snabbhet/spänsträning. Övningar med fokus på snabbt fotarbete och rätt teknik. Kontrollgrupp: träning som vanligt	EMG mätning av vastus medialis, rectus femoris, medialis och laterala hamstrings vid maximal isometrisk muskelkontraktion och plötslig riktningssändring i sidled. Analys av knäflexion vid initial markkontakt, maximal knäflexion och valgus vid plötslig riktningssändring i sidled. Kraft vid markkontakt, vGRF mätt med kraftplatta.	Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant - Större aktivering av medialis hamstrings. Icke signifikant: - Knäflexion vid initial markkontakt - Maximal knäflexion - Valgus - vGRF.	7
Skadeförebyggande program					
Asker M, Hägglund M, Waldén M, Källberg H, Skillgate E. Sverige. 2022. (42)	Total n=435 Handbollsspelare 14-19 år Kontrollgrupp n=217 KnäG n=218 Bortfall Kontrollgrupp n=5 Bortfall KnäG n=2	>3 ggr/v; 1 år KnäG: Handbollsmodifierad version av <i>Knäkontroll</i> . Kontrollgrupp: Träning som vanligt.	Primärt utfallsmått: Skadeincidens Sekundärt utfallsmått: Frågeformulär, t.ex. OSTRC-O samt formulär om handbollsexponering samlades in varje vecka.	Primärt utfall knäG vs Kontrollgrupp: Signifikant: Lägre skadeincidens Sekundärt utfall knäG vs Kontrollgrupp: Signifikant: Lägre rapportering av förlorad speltid relaterat till knäskada Betydande knäproblem Knäproblem överhuvudtaget i knäG jämfört med i Kontrollgrupp. Icke signifikanta resultat framgår ej	7

<p>DiStefano LJ, Padua DA, DiStefano MJ, Marshall SW. USA. 2009. (47)</p>	<p>Total n= 27 fotbollslag Fotbollsungdomar 10-17 år. 40% pojkar och 60% flickor</p> <p>Kontrollgrupp (Generell intervention) n = 155 st (14 lag) Interventionsgrupp (Stratified intervention) n =155 st (13 lag) Bortfall: 137 st</p>	<p>Den generella interventionen var ett IPP uppvärmningsprogram. Den stratifierade interventionen delades in i 3 subgrupper beroende på hur knäna var vid landning. Detta för att individanpassa övningarna i uppvärmningsprogrammet.</p> <p>3-4 ggr/v</p> <p>Deltagare mellan 10-13 år Interventionsperiod 9 månader Deltagare mellan 14-17 år Interventionsperiod 4 månader</p>	<p>Primärt utfallsmått: Vertikalt dropphopp bedömt med LESS</p> <p>Testsessioner genomfördes vid baslinje och efter avslutad interventionperiod.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp deltagare 14-17 år: Icke-signifikant: Angående landningsteknik och LESS score.</p> <p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp deltagare 10-13 år: Signifikant Förbättrad landningsteknik Lägre LESS score.</p> <p>Deltagare med dålig landningsteknik hade signifikant större förändring gällande landningsteknik och LESS score efter intervention oavsett uppvärmningsprogram.</p>	<p>7</p>
<p>Lim B-O, S. Lee Y, G. Kim J et al. USA. 2009 (43)</p>	<p>Total n= 24 Kvinnor 15-17 år</p> <p>Interventionsgrupp n= 12 Kontrollgrupp n= 12 Bortfall Interventionsgrupp n= 1 Bortfall Kontrollgrupp n= 1</p>	<p>Interventionsperiod: 8 veckor, framgår ej hur många gånger i veckan.</p> <p>Interventionsgrupp: Skadeförebyggande program som uppvärmning. Innehåller stretchning, styrka, plyometrisk träning och rörlighet.</p> <p>Kontrollgrupp: Träning som vanligt</p>	<p>Primärt utfallsmått: Maximala vertikall hopp med kraftplatta.</p> <p>Tester utfördes vid baslinjen och efter interventionsperioden, 8 veckor.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp efter 8 veckor: Signifikant: Större knäflexion Större avstånd mellan knäna Större höftflexion Större dorsalflexion i fotled Större maximal knäflexion Lägre maximalt valgusmoment Lägre hamstrings-quadriiceps kvot Lägre maximala</p>	<p>7</p>

				knäextensionsmoment Icke signifikant: Höjden på hoppet Maximal intern rotation i knä	
Myer GD, Stroube BW, DiCesare CA, Brent JL et al. USA. 2013. (48)	Total n= 38 Kvinnor 14-16 år Framgår ej antal per grupp Interventionsgrupp n= Kontrollgrupp n= Bortfall Interventionsgrupp n= 1 Bortfall Kontrollgrupp n= 0	Interventionsperiod: 3 ggr/v; 7 v Interventionsgrupp och Kontrollgrupp: Samma träningschema som spelades in för att kunna ge feedback. Interventionsgrupp fick feedback medan Kontrollgrupp inte fick feedback. Träningspassen innehöll motståndsträning, plyometrisk träning och teknikträning.	Primärt utfallsmått: Vertikalt dropp hopp. Tester utfördes vid baslinjen och efter interventionsperioden, 7 veckor.	Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp efter 7 veckor: Signifikant: Lägre knävinkel i frontalplan Icke signifikanta resultat framgår ej	6
Pryor JL, Root HJ, Vandermark LW, Pryor RR, Martinez JC, Trojian TH, Denegar CR, DiStefano LJ. USA. 2017. (45)	Totalt n=122 (12 lag) Fotbollsspelare män & kvinnor 8-14 år Interventionsgrupp n=6 lag; n=43 (efter bortfall) Kontrollgrupp n=6 lag; n=46 (efter bortfall) Bortfall n=33 spelare	3 ggr/v; 8 v Preventionsprogram som uppvärmning. Programmet bestod av rörlInterventionsgrupphet, styrka bål+nedre extremitet, snabbhet, plyometri och balans. Två säsonger. Säsong 1 ledde professionell tränare interventionen. Säsong 2 ledde lagens coach interventionen. Interventionsgrupp: Preventionsprogrammet utfördes både säsong 1 och 2. Kontrollgrupp: Tränade som vanligt säsong 1, utförde preventionsprogrammet säsong 2.	Analys av jump-landing med LESS. Uppföljning efter säsong 1 och efter säsong 2.	Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: - Interventionsgrupp förbättrat LESS score efter säsong 1. Ytterligare förbättring av LESS score efter säsong 2. - Kontrollgrupp Förbättring av LESS score efter säsong 2. Ingen signifikant skillnad i interventionens effektivitet oavsett administratör eller tidigare exponering.	5

Taylor JB, Ford KR, Schmitz RJ et al. USA. oct 2018 (44)	<p>Totalt n = 97 st Kvinnor 13-19 år gamla.</p> <p>Kontrollgrupp n = 49 st Interventionsgrupp n = 48 st: Bortfall: Kontrollgrupp n = 5, Interventionsgrupp n = 3</p>	<p>2-3 ggr/v; 6v.</p> <p>Interventionsgrupp: Genomförde ett uppvärmningsprogram som tog 20-25 min.</p> <p>Kontrollgrupp tränade på som vanligt</p>	<p>Primärt utfallsmått: Landningsteknik vid enbenslandningar samt jämfotalandningar.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Icke-signifikant: Angående: Höftflexion Höftabduktion Inåtrotation i höft vid enbenslandning. Knäflexion Valgus Inåt-och utåtrotation av knä</p>	8
Waldén M, Atroshi I, Magnusson H et al. Sverige. 2012. (41)	<p>Totalt n = 309 lag Fotbollslag där deltagarna var flickor 12-17 år.</p> <p>Kontrollgrupp n = 155 lag Interventionsgrupp n = 154 lag Bortfall: 46 lag i Kontrollgrupp (8 före säsongens start), 33 lag i Interventionsgrupp (10 före säsongens start)</p>	<p>2ggr/v</p> <p>Interventionsgrupp: Neuromuskulärt uppvärmningsprogram med fokus på knäkontroll och bålstabilitet. Tog 15 min och genomfördes under hela fotbollssäsongen 2009.</p> <p>Kontrollgrupp: Tränade fotboll som vanligt.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Skadeincidens</p> <p>Uppföljning av förekomst av ACL-skador 2009 bland deltagarna</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant lägre skadeincidens</p>	9
Yang C, Yao W, Garrett WE et al. Kina. 2018. (46)	<p>Totalt = 40 st Basket-och volleybollspelare i åldrarna 18-22. 22 män och 18 kvinnor.</p> <p>Kontrollgrupp n = 9 män och 9 kvinnor. Interventionsgrupp n = 9 män och 9 kvinnor Bortfall: totalt 4 st</p>	<p>3ggr/v; 4 v</p> <p>Interventionsgrupp: Plyometrisk träning och styrketräning för att förbättra landningsteknik.</p> <p>Kontrollgrupp: tränade på som vanligt</p>	<p>Primärt utfallsmått: Knäkontroll och vGRF vid tvära riktningssändringar och plötsliga stopp efter hopp.</p> <p>Mätningar genomfördes vid baslinje, direkt efter avslutad intervention samt 4, 8 och 16 v efter avslutad intervention.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp (män): Signifikant: Större knäflexion vid markkontakt efter plötsligt stopp efter hopp vid tester 16 v</p> <p>Icke-signifikant: Angående knäflexion vid tvär riktningssändring</p>	6

				Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp (kvinnor): Icke-signifikant: Angående knäflexion och vGRF vid tvär riktningssändring och plötsligt stopp.	
Zebis MK, Andersen LL, Brandt M et al. Danmark. 2015. (40)	Totalt n= 58 Kvinnor 15-16 år Interventionsgrupp: n= 20 Kontrollgrupp: n= 20 Bortfall n= 18 innan interventionens start	Interventionsperiod: 3 ggr/v; 12 v Interventionsgrupp: Neuromuskulära uppvärmningsprogram. Progression av övningarnas svårighet. Kontrollgrupp: Uppvärmning som vanligt	Primärt utfallsmått: Standardiserad riktningssändring med kraftplatta. Tester utfördes vid baslinjen och efter 12 veckor, interventionsperiodens slut.	Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Interventionsgrupp: Statistiskt signifikant: Primärt utfall: Lägre aktivitet i vastus lateralis Lägre aktivitet i semitendinosus Sekundärt utfall: Högre aktivitet i biceps femoris Icke signifikant: Valgus moment Varus moment.	9
Bål / Core träning					
Jeong J, Choi DH, Shin CS. Sydkorea. 2021. (50)	Total n=58 Män 20-24 år Interventionsgrupp n=34 Kontrollgrupp n=24	3 ggr/v; 10 v Interventionsgrupp: Bålövningar statiskt och dynamiskt. Ökad intensitet v. 6-10	Rörelseanalys av bål, höft, knä och ankel vid plötslig riktningssändring. EMG-mätning vid rörelsen. Test av uthållighet bål.	Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant: - Större uthållighet bål	7

	Bortfall Interventionsgrupp=2 Bortfall Kontrollgrupp=8	Kontrollgrupp: Träning som vanligt	Test utfördes vid baslinjen och efter interventionsperioden.	<ul style="list-style-type: none"> - Större bålflexion vid initial markkontakt - Lägre höftabduktion - Lägre valgus - Större muskelaktivering av rectus abdominus, vastus medialis, semitendinosus - Lägre muskelaktivering av rectus femoris <p>Ingen signifikant skillnad avseende quadriceps- eller hamstringstyrka.</p>	
Whyte EF, Ritcher C, O'Connor S, Moran KA. Irland. 2017 (49)	<p>Totalt n = 32 Män över 18 år som spelade Gaelic fotboll på collegenivå.</p> <p>Interventionsgrupp (DCS) n = 16 st Kontrollgrupp n = 16 st Bortfall: Interventionsgrupp n = 1 st</p>	<p>3 ggr/v; 6v</p> <p>Interventionsgrupp: Olika dynamiska core stabiliseringsövningar (DCS) med progression av övningarna. DCS tog 10-14 min att genomföra.</p> <p>Kontrollgrupp: tränade på som vanligt.</p>	<p>Primärt utfallsmått: Bålstabilitets påverkan på knäkontroll vid olika oväntade side-cutting och crossover-cutting rörelser.</p> <p>Tester utfördes 14-21 dagar innan interventionen påbörjades och senast 10 dagar efter avslutad intervention.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp side-cutting: Signifikant: Större inåtrotation i höft Lägre valgus i knä.</p> <p>Icke-signifikant: Angående bål och bäckenrotation. Angående dorsalflexion i fotled</p> <p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp</p>	6

				<p>crossover-cutting: Signifikant: Större dorsalflexion i fotled</p> <p>Icke signifikant: Angående valgus och inåtrotation i knä. Angående bål och bäckenrotation</p>	
Friviktsträning / maskinträning / balans					
<p>Cochrane JL, Lloyd DG, Besier TF et al. Australien. 2010. (52)</p>	<p>Total n= 50 Män</p> <p>Interventionsgrupp: Balansgrupp n= 10 Friviktgrupp n= 10 Maskinviktsgrupp n= 10 Maskin-balansgrupp n= 10</p> <p>Kontrollgrupp n= 10</p> <p>Total bortfall n= 2, framgår ej ur vilka grupper</p>	<p>Interventionsperiod: 3ggr/v; 12v</p> <p>4 olika träningsprogram</p> <p>Interventionsgrupp: Balansgrupp: träning med olika balansbrädor Friviktsgrupp: träning med fria vikter Maskinviktsgrupp: träning med isotoniska maskiner Maskin-balansgrupp: träning med redskap från balansgruppen + maskinviktsgruppen</p> <p>Kontrollgrupp: Vanlig teamträning</p>	<p>Primärt utfallsmått: Sidosteg med plötslig riktningssändring.</p> <p>Tester utfördes vid baslinjen och efter interventionsperioden, 12 veckor.</p>	<p>Jämförelse efter 12 veckor:</p> <p>Balansgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant: Lägre maximalt valgusmoment Lägre maximal intern rotation i knät Större knäflexion Lägre maximalt varusmoment</p> <p>Friviktsgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större maximal intern rotation i knät</p> <p>Maskinviktsgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större maximal knäflexion</p>	7

				<p>Större knäflexion Lägre maximalt varusmoment</p> <p>Maskin-balansgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant: Större knäflexion</p> <p>Balansgrupp & maskin-balansgrupp: Icke signifikant: Maximal knäflexion</p>	
<p>McCurdy K, Walker J, Saxe J, Woods J. USA. 2012.(51)</p>	<p>Totalt n=27 Kvinnor 19-22 år</p> <p>Interventionsgrupp n=okänt Kontrollgrupp n=okänt Bortfall: okänt</p>	<p>2 ggr/v; 8 v</p> <p>Interventionsgrupp: Styrketräning med fria vikter. Stegring varje vecka.</p> <p>Kontrollgrupp: Träning som vanligt</p>	<p>Analys av valgus, knäflexion och höftflexion vid bi- och unilateralt drop-jump.</p>	<p>Jämförelse Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp: Signifikant</p> <ul style="list-style-type: none"> - Större knäflexion vid bilateralt drop-jump. <p>Icke signifikant:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Förändring vid unilateralt drop-jump. 	7

Knäortos vid sportutövande					
Liu H, Wu W, Yao W, Spang JT, Creighton RA, Garrett WE, Yu B. USA. 2014. (53)	Totalt n=28 Kvinnor & män Grupp A n=14 Grupp B n=14 Bortfall: 2 grupp A, 2 grupp B. (2 män & 2 kvinnor)	8v – uppdelat i två 4v perioder. Sportutövande med knäortos med motstånd i knäextension. Grupp A: Utan ortos v 1-4. Med ortos v 5-8. Grupp B: Med ortos v 1-4. Utan ortos v 5-8.	Rörelseanalys och mätning av reaktionskraft vid markkontakt, vGRF, vid stop-jump och plötslig riktningssändring. Test vid baslinje och efter vecka 4 och efter vecka 8.	Jämförelse Grupp A vs Grupp B: Grupp A inga signifikanta skillnader under vecka 1-4. Signifikant ökning av maximal knäflexion och minskad vGRF efter 4 veckors sportutövande med ortos jämfört med 4 veckor utan ortos i både grupp A & B. Grupp B hade åter ökat i vGRF 4v efter ortos tagits av.	9

VIS: visuell feedback, VER: verbal feedback, RoM: range of motion, vGRF: reaktionskraft vid markkontakt, RTF: real-time feedback, PRF: postresponse feedback, LESS: landing error scoring system, EF: Externt fokus, IF: Internt fokus, TF: traditionell feedback, VI: video instruktioner, KLIP: knee ligament injury prevention, KnäG: knäkontroll grupp, DCS: dynamic core stability

Tabell 2 - Sammanställning av studerade preventiva åtgärder

Preventiva åtgärder	Signifikant förbättrat Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp	Signifikant försämrat Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp	Icke signifikanta förändringar Interventionsgrupp vs Kontrollgrupp	Antal artiklar
Visuell/video feedback	<p>Större</p> <ul style="list-style-type: none"> • RoM i knä • Knäflexion • Dorsalflexion • Maximal höftflexion • Maximal knäflexion • Maximal bålflexion • Avstånd mellan knän • Knäflexionsvinkelskillnad från initial kontakt till maximal knäflexion <p>Lägre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valgusmoment • vGRF (26 kvinnor, 27, 28 RTF+PRF) 	<p>Större</p> <ul style="list-style-type: none"> • vGRF (26 för män) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valgusmoment • Dorsalflexion • RoM i knä • Maximal knäflexion • Knäflexion • Maximal proximal tibial skjuvkraft • vGRF (28 PRF) 	5 st (26, 27, 28, 29)
Verbal feedback	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knäflexion • Dorsalflexion • Höftflexion • Maximal höftflexion • Maximal knäflexion • Maximal bålflexion • Avstånd mellan knäna <p>Lägre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vGRF 	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valgus (basket) <p>Lägre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bålflexion (IF) • Maximal knäflexion (IF) • Knäflexion (IF) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valgusmoment • Knäflexion • Höftflexion, • Dorsalflexion • RoM i knä. 	9 st (26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34)
Plyometrisk träning / Snabbhet- och spänsträning	<p>Större</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivering av mediala hamstrings • vGRF 		<ul style="list-style-type: none"> • Knäflexion, • Maximal knäflexion • Valgusmoment • vGRF 	5 st (35, 36, 37, 38, 39)

	<p>Bättre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landningsteknik • Dynamisk balans 		<ul style="list-style-type: none"> • Styrka • Muskelaktivering för hamstrings • Aktivering av gluteus medius • Höftflexion vid initial markkontakt • Maximal höftflexion • Tid spenderad i maximal knäflexion och maximal höftflexion 	
Neuromuskulär träning	<p>Större</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivitet i biceps femoris <p>Lägre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivitet i vastus lateralis • Risk för acl-skada • Skadeincidens • Rapportering av förlorad speltid relaterat till knäskada • Rapportering av betydande/generella knäproblem 	<p>Större</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Lägre</p> <ul style="list-style-type: none"> • aktivitet i semitendinosus 	<ul style="list-style-type: none"> • Valgus moment • Varus moment 	3 st (40, 41, 42)
Skadeförebyggande program	<p>Större</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knäflexion • Avstånd mellan knäna • Höftflexion • Dorsalflexion • Maximal knäflexion <p>Lägre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valgus/varus (knävinkel i frontalplan) • Risk för ACL-skada 	<p>Större</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valgusmoment <p>Lägre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hamstrings-quadriceps kvot 	<ul style="list-style-type: none"> • Höftflexion, • Höftabduktion • Inåtrotation i höft vid landning • Knäflexion • Valgus vid enbens/jämfota landning • Maximal inåtrotation i knä • Höjden på en hopplandningsuppgift • Knäflexion vid riktningssändring • vGRF • Landningsteknik och LESS score 	6 st (43, 44, 45, 46, 47, 48)

Bål/core-övningar	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bålflexion • Aktivering i semitendinosus • Aktivering i vastus medialis <p>Lägre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivering av rectus femoris • Valgus • Höftadduktion 	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inåtrotation i knä 	<ul style="list-style-type: none"> • Quadicepsstyrka • Hamstringsstyrka 	2 st (49, 50)
Friviktsträning	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knäflexion 	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inåtrotation i knä 		2 st (51, 52)
Maskinviktsträning	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximal knäflexionsvinkel • Maximal knäflexion 			1 st (52)
Balansträning	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knäflexion <p>Lägre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valgusmoment • Varusmoment • Inåtrotation i knä 			1 st (52)
Knäortos vid sportutövande	<p>Större:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximal knäflexion (efter användning av ortos) <p>Lägre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vGRF ((efter användning av ortos) 			1 st (53)

vGRF: reaktionskraft vid markkontakt, RTF: real-time feedback, PRF: postresponse feedback, LESS: landing error scoring system, RoM: range of motion, IF: internt fokus

6. Diskussion

6.1 Sammanfattning av resultatet

Nio olika interventioner som kan användas som preventiva åtgärder för ACL-skada har studerats. Av de 28 inkluderade artiklarna undersökte sju artiklar verbal feedback med varierande fokus på instruktionerna (26-32), nio artiklar undersökte olika typer av skadeförebyggande program (40-48), fem artiklar undersökte plyometrisk träning/spänst program (35-39), fyra artiklar undersökte visuell/video och verbal feedback kombinerat (27, 31, 33, 34), två artiklar undersökte visuell/video feedback (26, 27), två artiklar undersökte bål/core-övningar (49-50), två artiklar undersökte styrketräning med olika typer av vikter som fria vikter och maskinvikter men även balansträning (51-52). En studie undersökte effekten av användandet av knäortoser (53). Interventionerna påvisar både signifikanta och icke signifikanta effekter avseende rörelsemönster, som t.ex. knäflexion, bålflexion, valgus, vGRF och muskelaktivering, samt avseende skadeincidens.

6.2 Resultatdiskussion

I kvalitetsgranskningen av artiklar var det enbart en inkluderad artikel som tilldelades 5 poäng vilket anses vara av måttlig vetenskaplig kvalitet, vilket tas i beaktning vid diskussion av resultatet. Majoriteten av inkluderade artiklar tilldelades 7 av 10 poäng enligt PEDro-scale, vilket anses vara av bra vetenskaplig kvalitet (25). En vanlig domän som ett flertal inkluderade artiklar inte fick poäng för var 8e frågan då de inte redovisade antalet deltagare och/eller bortfall.

Ett antal inkluderade artiklar har brister när det kommer till redovisning av antal deltagare samt bortfall. I Benjaminse et al's och McCurdy et al's studie framgår inte om något bortfall skett eller ej (26, 51). I McCurdy et al's studie framgår dessutom inte antalet deltagare i varje grupp, enbart det totala antalet deltagare (51). Pryor et al och DiStefano et al redovisar inte hur många bortfall som skett inom respektive grupp, utan enbart det totala bortfallet redovisas, och Cochrane et al's studie är ytterligare en studie som inte presenterar vilka grupper bortfallen skett i (45, 47, 52). I Myer et al's studie framgår det inte hur många deltagare som ingår i varje grupp, enbart det totala antalet deltagare redovisas samt bortfallet i respektive grupp (48).

I studien av Waldén et al hoppar 79 av 309 lag av, vilket ger en compliance på ca 75% vilket gör att artikeln inte får poäng för det enligt PEDro scale. I studien är det dock fortfarande ett

stort deltagarantal och fördelningen mellan interventionsgrupp och kontrollgrupp är fortsatt relativt jämn. Trots låg compliance kan resultaten därför anses trovärdiga (54). Tidigare forskning har visat på att preventiva åtgärder för ACL-skador kan vara effektiva, både för att sänka skadeincidensen men också genom att påverka och mildra riskfaktorerna hos fotbollsspelare. Den effektivaste preventionsåtgärden verkar i den tidigare forskningen vara olika skadeförebyggande program som inkluderat många olika aspekter (64).

Att antal deltagare i varje grupp, samt antal bortfall inom grupperna inte framgår i artiklarna kan bidra till viss bias. Om ett stort antal bortfall t.ex. skett i interventionsgruppen, som oftast inte är särskilt stor i RCT-studier, så kan det vara svårt att med säkerhet generalisera de resultat man får fram i studien till en större population eftersom enstaka individers resultat kan påverka medelvärde/median positivt eller negativt. Det kan även bidra till att resultaten blir icke signifikanta eller signifikanta där andra liknande studier med större interventionsgrupper får fram motsatt resultat. Detta är något som bör tas hänsyn till vid tolkning av resultaten, och studiernas resultat bör därför tolkas med försiktighet (54).

Taylor et al undersökte ett uppvärmningsprogram med verbal feedback som i tidigare studier visade sig erhålla fina resultat angående skadefrekvensen för ACL-skador. Det intressanta i detta fallet är att studien inte gav de resultat som författarna hoppades på. Resultaten som redovisades var signifikant större valgus och knäflexion i interventionsgruppen som spelade basket samt inga signifikanta resultat angående valgus och knäflexion i interventionsgruppen som spelade fotboll. Den stora frågan är då vad som skiljer sig åt i de olika studierna (29).

En studie som undersökte effekten av verbal och visuell feedback delade in deltagarna efter kön. Det intressanta med denna studie var att männen hade störst förbättring av visuell feedback medan de kvinnliga grupperna inte hade någon specifik skillnad mellan visuell eller verbal feedback (26).

Två artiklar jämför en intervention med en kontrollintervention där den första studien undersöker plyometriska och spänstövningar och den andra undersöker IPP, injury prevention program, som är ett uppvärmningsprogram (37, 47). I den ena studiens resultat kan man se signifikanta skillnader inom grupperna, men inga signifikanta skillnader vid mellangruppsjämförelse. Detta kan bero på att båda grupperna utför likartad träning. De icke signifikanta mellangruppskillnaderna kan således bero på att båda grupper ökat sin träningsvolym och utifrån Lephart et al's resultat verkar inte plyometrisk träning ha någon

ytterligare effekt på ACL förebyggande aspekter jämfört med vanlig styrketräning, men eftersom enbart en studie jämför dessa två interventioner krävs ytterligare forskning för att antaganden kring detta ska kunna säkerställas (37). I den andra studien där man jämför uppvärmning programmet, IPP, med ett stratifierat individanpassat uppvärmningsprogram. Efter genomförd intervention visar resultatet att de individer som initialt bedömdes ha sämst landningsteknik, enligt LESS, var de som hade störst förbättring av sitt LESS-score, medan de individer som initialt hade ett bra LESS-score inte förbättrades signifikant (47). LESS är förknippat med en ökad risk för ACL-skada (55). De individer med lägre LESS-score förbättras i störst utsträckning efter genomgången IPP. Detta kan tyda på att IPPs som detta har störst effekt hos de individer som har en ökad risk för ACL-skada (55). Individerna med ökad risk för ACL-skada bör därför erhålla preventiva åtgärder som riktar in sig på svagheter som kan vara bidragande faktorer till den ökade skaderisken. För att undersöka effekten av individualiserade IPPs jämfört med generaliserade IPPs krävs ytterligare forskning (47).

Sex av studierna har haft interventioner bestående av olika preventionsprogram som inkluderat flera olika träningsformer (43, 44, 45, 46, 47, 48). Programmen har visat sig vara effektiva för att minska olika riskfaktorer för ACL-skada, dock är det svårt att dra slutsatser kring vad som bidragit till förändringen i riskfaktorerna.

Ett program bestod av plyometrisk samt hopp-och landningsteknik vilket gav minskad valgus medan ett annat program som blandade plyometrisk träning, rörlighet, styrka och stretchning, inte hade en effektiv inverkan på valgus (43, 48). En annan studie jämförde plyometrisk träning och styrketräning vilket inte hade någon påverkan på valgus men påverkade knäflexionen vid landning (46). Dessa program var snarlika varandra men hade skilda resultat. En fråga man kan ställa sig är varför liknande interventioner ger olika resultat. Frågan är om det är att studierna är utformade på olika sätt eller om det beror på något annat. Det kan även vara så att där finns en viss risk för bias då det inte framgår antal deltagare/bortfall i de olika grupperna i vissa av artiklarna.

Liu et al utförde en studie som undersökte hur användandet av knäortos påverkar kinematiken i knät (53). Studien bestod av två grupper varav båda fick utöva sport med ortos, men under olika perioder. Under den första perioden kan grupp A ses som en kontrollgrupp. Under andra perioden så kan mellangrupsjämförelsen vara missvisande eftersom grupp B då precis genomfört interventionen och har förbättrat sin kinematik genom ökad maximal knäflexion och minskad vGRF. Grupp B kan alltså inte riktigt ses som en kontrollgrupp under denna

period, och kanske är det så att artikeln skulle ha exkluderats på grund av detta. Detta är även den enda artikeln som undersöker hur sportutövande med ortos bidrar till biomekaniska förändringar och ACL prevention (53). För att kunna dra slutsatser kring ortosers inverkan på prevention krävs fler studier som inkluderar sanna kontrollgrupper, och som gärna undersöker skadeincidensen över längre perioder.

I tidigare studier har det visat sig att idrottare med lägre knäflexion vid landning har större risk att drabbas av ACL-skada, och ökad knäflexion vid landning är något som många av de studerade artiklarna har fått som resultat och förbättrat. Ökad knäflexion leder till lägre belastning på ACL och risken för att en skada uppstår minskar. Flertalet av våra studier erhåller just denna effekt vilket stärker att evidensen för ökad knäflexion vid landning minskar risken för ACL skada (26-34, 37-38, 43, 46, 51-53). Interventionerna som har varit med och påvisat detta fynd är visuell och verbal feedback, plyometrisk träning/snabbhet- och spänsträning, skadeförebyggande program, styrketräning med fria vikter, maskin vikts träning, balansträning samt knäortos. Alltså verkar olika typer av preventiv intervention ge liknande effekter avseende ökad knäflexion vid landning. Det har även kunnat påvisas att bålflexion vid landning kan påverka knäextension, detta genom att vid ökad bålflexion flyttas kroppens tyngdpunkt framåt i landningar vilket då ger en minskad knäextension som bidrar till lägre risk för ACL-skada (26).

Av 28 inkluderade studier undersökte 16 st valgus som utfallsmått. Studier som visade på signifikant minskning av valgus innehöll preventiva åtgärder som balanssträning, bålövningar, plyometrisk träning, rörlighet, styrka, teknikträning samt visuell och verbal feedback (26, 30, 43, 49, 50, 52). Flera tidigare studier har dock visat på att knävalgus inte kan kopplas direkt till att en ACL-skada uppstår (57, 58, 59). För att en ACL-skada ska ske vid valgus visar det sig att det även krävs en anterior skjuvkraft av tibia i förhållande till femur (9, 57, 58). Knävalgus har större påverkan på det mediala kollateralligamentet, MCL, och valgus orsakar därmed ökad belastning på MCL, vilket ger en ökad risk för MCL-ruptur (60). Kliniska observationer av ACL-skador visar att majoriteten av skadorna inte involverar en samtidig MCL-skada, vilket kan tyda på att valgus i sig inte är en signifikant riskfaktor för ACL-skada (9). Bendjaballah et al. nämner även att vid valgus utan att en MCL-skada uppstår är risken för en ACL-skada relativt liten (60). Däremot har ett flertal studier visat på att när det sker en ruptur av MCL så ökar belastningen på ACL signifikant och risken för ACL-skada ökar markant (60, 61). Med detta i beaktning bör man vara lite försiktig med att

säga att valgus vid t.ex. landningar eller plötsliga riktningssändringar är direkt kopplat till ökad risk att en ACL-skada sker. Valgus kan därför ses som en confounding faktor till ACL-skada.

Två artiklar undersökte skadeincidensen som primärt utfallsmått och båda redovisar signifikant lägre skadeincidens i interventionsgrupperna jämfört med kontrollgruppen (41, 42). Studierna studerar det neuromuskulära uppvärmningsprogrammet *Knäkontroll*. En tidigare meta-analys som undersökte neuromuskulära träningsprogram och proprioceptiv träning visade att denna typ av program kan minska risken att drabbas av ACL-skada med upp till 50% inom en mängd olika sporter (63). Waldén et al och Asker et al utförde sina studier inom olika sporter, fotboll respektive handboll. Båda studier undersöker en interventionsgrupp som genomför den studerade preventiva åtgärden och en kontrollgrupp som fortsätter sin träning som vanligt. Interventionsgrupperna och kontrollgrupperna består av ett stort antal deltagare vilket bidrar till att resultaten har en högre trovärdighet. Utöver dessa likvärdiga parametrar så utförs båda programmen under ungefär lika långa perioder (en fotbollssäsong respektive under ett års tid) och utförs ungefär lika många gånger i veckan (2 respektive 3 gånger), samt att skadeincidensen följs upp efter genomgången fotbollssäsong respektive genomgången år (41, 42).

Då det finns många riskfaktorer för ACL-skada är det svårt att avgöra exakt vilka riskfaktorer som påverkar varandra. Exempelvis om knäflexion och valgus vid landning har ett samband med varandra. Om individen har fler riskfaktorer ökar risken att drabbas av en ACL-skada (62). En riskfaktor kan leda till en annan och på så sätt skapa en kedjeeffekt. Det är inte bara biomekaniska faktorer som påverkar risken för ACL-skada utan även psykosociala faktorer, exempelvis press och krav från omgivningen men också ignorans av kroppens signaler relaterat till krav på prestation kan ha en påverkan på skaderisken (62).

Skillnader i studiernas framgång kan bero på flera olika aspekter, däribland att mängden urval/deltagare skiljer sig åt eller var deltagarna är rekryterade. Det kan t.ex. vara att ACL skadeförebyggande program inte är utformade och anpassade för kvinnliga basketspelare eller att kvinnliga basketspelare inte svarar lika effektivt på samma träning som fotbollsspelare (31). Vid verbal feedback kan det även vara så att instruktionerna tolkas olika vilket då ger olika utförande och därav olika följder och effekter (31). Tidigare forskning har visat på att preventionsprogram kan vara effektiva för fotledsstukning men inte lika effektiva för att förebygga ACL-skada bland basketspelare (56).

I inkluderade artiklar omfattas studier med varierande interventionsperioder och träningsvolym, vilket också kan komma att påverka resultaten i studierna. Parsons et al hade en interventionsperiod på enbart ett pass och sedan skedde uppföljning fyra veckor senare (33). Dalvandpour et al hade istället en interventionsperiod på åtta veckor där de tränade minst tre gånger per vecka. I båda dessa artiklar har det setts signifikanta förändringar avseende bl.a. höftflexion (30). Hur lång interventionsperioden varit i studierna har haft en inverkan på antalet gånger den tänkta preventiva åtgärden genomfördes vilket kan ha haft sin påverkan på resultatet. I en tidigare kohortstudie från 2012 undersöktes det huruvida biomekaniska förändringar i nedre extremitet kvarstår efter genomförandet av preventionsprogram (65). I artikeln såg de att deltagare som genomförde ett nio månaders långt preventionsprogram behöll förändrad rörelseteknik medan deltagare som bara genomförde preventionsprogrammet i tre månader inte behöll de biomekaniska förändringarna över tid. Detta indikerar att interventionsperioden spelar roll för att förebygga ACL-skador och bör tas hänsyn till vid genomförandet av preventionen. Enligt Pauda et al så kan en längre träningsperiod effektivisera den preventiva åtgärden för att säkerställa att den biomekaniska förändringen består över tid (65).

6.3 Metoddiskussion

Tre olika databaser användes vid artikelsökning; PubMed, PEDro och CINAHL. Sökorden och sökkombinationerna var inte desamma på de tre databaserna, vilket kan påverka urvalet av artiklar. Valet av att använda olika sökord gjordes då databaserna var olika stora och därav var det svårt att upprepa PubMed sökningen på både PEDro och Cinahl eftersom vi inte fick några träffar alls då. Styrkor med sökningarna var att de trots lite olika sökord blev någorlunda lika då en hel del dubletter påträffades.

Vid granskning av artiklarna användes PEDro-scale. Styrkan hos denna mall är att kraven innefattar standardiserade frågor som tyder på bra kvalitet hos studierna. Det som kan dra ner mallen och styrkan är att kraven tolkas av författarna. Beroende på hur det förklaras och beskrivs i artiklarna kan det tolkas olika vilket kan komma att påverka slutresultatet för artikeln om kvaliteten. För att minska risken för felaktig tolkning gjorde samtliga författare en individuell bedömning först och därefter jämfördes dessa och konsensus nåddes gemensamt. Till en början funderade författarna på att använda SBUs granskningsmall för RCT-studier men bestämde efter diskussion med handledare att PEDro-scale var mer lämplig och lätthanterlig att använda.

För att vara säkra på att kunna inkludera tillräckligt många relevanta studier sattes kriteriet att artiklar med lägre än 4 poäng enligt PEDro scale exkluderas. 4-5 poäng innebär måttlig vetenskaplig kvalitet och enbart en artikel hamnade inom denna kategori, vilket innebär att majoriteten av inkluderade artiklar uppnår hög vetenskaplig kvalitet vilket stärker resultaten av studierna.

Checklistan från PRISMA användes som inspiration till strukturen av studien. Samtliga rubriker enligt checklistan användes ej då PRISMA även riktar sig till meta-analyser samt att checklistan är väldigt detaljerad samt komplex, och därför ansåg författarna att de ej var relevanta.

Vi var 3 författare vilket både hade sina för- och nackdelar. Som vi skriver ovan minskar risken för feltolkning av inkluderade artiklar då vi var tre olika personer som läste dem och därefter jämfördes våra bedömningar för att nå konsensus. Genom att vara tre författare gavs möjligheten att ha diskussioner med varandra och få tre tankar från tre olika perspektiv. Dock fanns det även nackdelar med att vara tre, vi behövde alla komma överens om hur vi ville göra, detta var inget större problem men hade kunnat vara. Det blir också mer komplicerat att författa texten då tre olika personer skriver i samma text, ofta samtidigt, vilket gör att det fanns en risk att tappa den röda tråden i uppsatsen.

7. Klinisk relevans

För idrottare är det viktigt att tänka hållbart och långsiktigt. Att implementera preventiva åtgärder i träningen är ett sätt att minska risken för ACL-skada, som är en av de vanligaste skadorna inom olika idrotter som bland annat gymnastik, fotboll, handboll och basket (5, 6). Olika preventiva åtgärder har visat sig ha varierande effekt inom olika sporter och mellan biologiska kön. Vid val av preventiv åtgärd kan vår studie vara ett hjälpsamt verktyg då den bidrar till en tydlig överblick av nio preventiva åtgärder och deras effekter för att minska risken för ACL-skada.

8. Framtida forskning

Vissa preventiva åtgärder har enbart studerats av en inkluderad artikel, tex maskinviktsträning, balansträning och användning av knäortos (52, 53). Alla tre interventioner gav signifikanta förbättringar men för att stärka evidensen och faktiskt kunna uttala sig säkert om att det fungerar som prevention för ACL-skador behövs mer forskning av dessa preventiva åtgärder.

De preventiva åtgärderna som har studerats i denna studie har övergripigt inte varit individualiserade eller sport-specificerade. Enstaka artiklar som har studerat deltagare inom en specifik sport har påträffats. För att få bästa möjliga resultat kring vilka preventiva åtgärder som är effektiva inom olika sporter bör mer forskning utföras som är inriktad på den specifika sporten. Generellt krävs fler studier som kollar på skadeincidensen över tid för att säkerställa effekten av de preventiva åtgärderna. I vår studie har det visats att allmänna preventiva åtgärder kan minska risken för ACL-skada - men frågan är om sportanpassade preventiva åtgärder kan ge fler signifikanta förbättringar.

9. Konklusion

Sammanfattningsvis visar denna semisystematiska litteraturstudie att det finns många olika preventiva åtgärder för ACL-skada. Trots att ACL-skada är en vanlig akut skada hos unga kvinnor är det relativt få RCT-studier som faktiskt undersöker den direkta skadeincidensen, majoriteten fokuserar istället på de biomekaniska faktorerna. Det har visat sig att det neuromuskulära uppvärmningsprogrammet *knäkontroll* varit effektivt på att minska skadeincidensen över tid. Eftersom studien inte inkluderar en meta-analys blir det svårt att jämföra resultaten av de olika interventionerna med varandra, men flera interventioner har visat på positiva resultat gällande biomekaniska förändringar. Flera studier visar på att om man fokuserar på att förbättra individernas förutsättningar rent biomekaniskt kan man också minska risken för ACL-skada.

Referenser

1. Markatos K, Kaseta MK, Lалlos SN, Korres DS, Efstathopoulos N. The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013 Oct;23(7):747-52.
2. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA et al. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med*. 2016 Jun;44(6):1502-7.
3. Chia L, De Oliveira Silva D, Whalan M, J. McKay M, Sullivan J, W. Fuller C et al. Epidemiology of gradual-onset knee injuries in team ball-sports: A systematic review with meta-analysis of prevalence, incidence, and burden by sex, sport, age, and participation level. *Jsams*. 2022;25(10): 834-44
4. Sepúlveda F, Sánchez L, Amy E, Micheo W. Anterior Cruciate Ligament Injury: Return to Play, Function and Long-Term Considerations. *Curr Sports Med Rep*. 2017 May/Jun; 16(3): 172-8.
5. Takahashi S, Nagano Y, Ito W, Kido Y, Okuwaki T. A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Jun;98(26):e16030.
6. Gans I, Retzky JS, Jones LC, Tanaka MJ. Epidemiology of Recurrent Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Collegiate Athletic Association Sports: The Injury Surveillance Program, 2004-2014. *Orthop J Sports Med*. 2018 Jun 13;6(6):2325967118777823.
7. Boden BP, Sheehan FT. Mechanism of non-contact ACL injury: OREF Clinical Research Award 2021. *J Orthop Res*. 2022 Mar;40(3):531-40.
8. Dai B, Herman D, Liu H, E. Garret W, Yu B. Prevention of ACL injury, Part 1: Injury characteristics, risk factors, and loading mechanism, *Re in spo medi*. 2012; 20(3-4): 180-97.
9. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med*. 2007 Aug;41 Suppl 1(Suppl 1):i47-51.

10. Stojanovic MD, Ostojic SM. Preventing ACL injuries in team-sport athletes: a systematic review of training interventions. *Res Sports Med.* 2012 Jul;20(3-4):223-38.
11. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med.* 2007 Jul;35(7):1123-30.
12. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. *Am J Sports Med.* 2007 Mar;35(3):368-73.
13. Alentorn-Geli E, Mendiguchía J, Samuelsson K, Musahl V, Karlsson J, Cugat R et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in sports. Part I: systematic review of risk factors in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014 Jan;22(1):3-15.
14. Scarborough DM, Linderman SE, Cohen VA, Berkson EM, Eckert MM, Oh LS. Neuromuscular Control of Vertical Jumps in Female Adolescents. *Sports Health.* 2019 Jul/Aug;11(4):343-9.
15. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS Jr, 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.* 2005 Apr;33(4):492-501.
16. Maniar N, Cole MH, Bryant AL, Opar DA. Muscle Force Contributions to Anterior Cruciate Ligament Loading. *Sports Med.* 2022 Aug;52(8):1737-50.
17. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Apr 6;18(7):3826.
18. Leppänen M, Pasanen K, Kujala UM, Vasankari T, Kannus P, Äyrämö S, R et al. Stiff Landings Are Associated With Increased ACL Injury Risk in Young Female Basketball and Floorball Players. *Am J Sports Med.* 2017 Feb;45(2):386-93.

19. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med.* 2003 Nov-Dec;31(6):831-42.
20. Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Nick TG, Hewett TE. The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med.* 2008 Jun;36(6):1073-80.
21. Harkey MS, Baez S, Lewis J, Grindstaff TL, Hart J, Driban JB, et al. Prevalence of Early Knee Osteoarthritis Illness Among Various Patient-Reported Classification Criteria After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2022 Mar;74(3):377-85.
22. Yang C, Tashiro Y, Lynch A, Fu F, Anderst W. Kinematics and arthrokinematics in the chronic ACL-deficient knee are altered even in the absence of instability symptoms. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 May;26(5):1406-13.
23. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021 Mar 29;372:n71.
24. da Costa Santos CM, de Mattos Pimenta CA, Nobre MR. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2007 May-Jun;15(3):508-11.
25. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother.* 2020 Jan;66(1):59.
26. Benjaminse A, Otten B, Gokeler A, Diercks RL, Lemmink KAPM. Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Aug;25(8):2365-76.
27. Oñate JA, Guskiewicz KM, Marshall SW, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. Instruction of jump-landing technique using videotape feedback: altering lower extremity motion patterns. *Am J Sports Med.* 2005 Jun;33(6):831-42.

28. Ericksen HM, Thomas AC, Gribble PA, Doebel SC, Pietrosimone BG. Immediate effects of real-time feedback on jump-landing kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015 Feb;45(2):112-8.
29. Taylor JB, Ford KR, Schmitz RJ, Ross SE, Ackerman TA, Shultz SJ. Sport-specific biomechanical responses to an ACL injury prevention programme: A randomised controlled trial. *J Sports Sci.* 2018 Nov;36(21):2492-501.
30. Dalvandpour N, Zareei M, Abbasi H, Abdoli B, Mohammadian MA, Rommers N, et al. Focus of Attention During ACL Injury Prevention Exercises Affects Improvements in Jump-Landing Kinematics in Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *J Strength Cond Res.* 2023 Feb 1;37(2):337-42.
31. Ericksen HM, Thomas AC, Gribble PA, Armstrong C, Rice M, Pietrosimone B. Jump-landing biomechanics following a 4-week real-time feedback intervention and retention. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2016 Feb;32:85-91.
32. Welling W, Benjaminse A, Gokeler A, Otten B. Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: A randomized controlled trial. *Hum Mov Sci.* 2016 Feb;45:84-95.
33. Parsons JL, Alexander MJ. Modifying spike jump landing biomechanics in female adolescent volleyball athletes using video and verbal feedback. *J Strength Cond Res.* 2012 Apr;26(4):1076-84.
34. Nyman E Jr, Armstrong CW. Real-time feedback during drop landing training improves subsequent frontal and sagittal plane knee kinematics. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2015 Nov;30(9):988-94.
35. Irmischer BS, Harris C, Pfeiffer RP, DeBeliso MA, Adams KJ, Shea KG. Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *J Strength Cond Res.* 2004 Nov;18(4):703-7.
36. Weltin E, Gollhofer A, Mornieux G. Effects of perturbation or plyometric training on core control and knee joint loading in women during lateral movements. *Scand J Med Sci Sports.* 2017 Mar;27(3):299-308.

37. Lephart SM, Abt JP, Ferris CM, Sell TC, Nagai T, Myers JB, Irrgang JJ. Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a plyometric versus basic resistance program. *Br J Sports Med.* 2005 Dec;39(12):932-8.
38. Alikhani R, Shahrjerdi S, Golpaigany M, Kazemi M. The effect of a six-week plyometric training on dynamic balance and knee proprioception in female badminton players. *J Can Chiropr Assoc.* 2019 Dec;63(3):144-53.
39. Wilderman DR, Ross SE, Padua DA. Thigh muscle activity, knee motion, and impact force during side-step pivoting in agility-trained female basketball players. *J Athl Train.* 2009 Jan-Feb;44(1):14-25.
40. Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bencke J, Lauridsen HB, et al. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2016 May;50(9):552-7.
41. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Häggglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012 May 3;344:e3042.
42. Asker M, Häggglund M, Waldén M, Källberg H, Skillgate E. The Effect of Shoulder and Knee Exercise Programmes on the Risk of Shoulder and Knee Injuries in Adolescent Elite Handball Players: A Three-Armed Cluster Randomised Controlled Trial. *Sports Med Open.* 2022 Jul 14;8(1):91.
43. Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH. Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med.* 2009 Sep;37(9):1728-34.
44. Taylor JB, Ford KR, Schmitz RJ, Ross SE, Ackerman TA, Shultz SJ. A 6-week warm-up injury prevention programme results in minimal biomechanical changes during jump landings: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Oct;26(10):2942-21.

45. Pryor JL, Root HJ, Vandermark LW, Pryor RR, Martinez JC, Trojian TH et al. Coach-led preventive training program in youth soccer players improves movement technique. *J Sci Med Sport*. 2017 Sep;20(9):861-6.
46. Yang C, Yao W, Garrett WE, Givens DL, Hacke J, Liu H et al. Effects of an Intervention Program on Lower Extremity Biomechanics in Stop-Jump and Side-Cutting Tasks. *Am J Sports Med*. 2018 Oct;46(12):3014-22.
47. DiStefano LJ, Padua DA, DiStefano MJ, Marshall SW. Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players. *Am J Sports Med*. 2009 Mar;37(3):495-505.
48. Myer GD, Stroube BW, DiCesare CA, Brent JL, Ford KR, Heidt RS Jr et al. Augmented feedback supports skill transfer and reduces high-risk injury landing mechanics: a double-blind, randomized controlled laboratory study. *Am J Sports Med*. 2013 Mar;41(3):669-77.
49. Whyte EF, Richter C, O'Connor S, Moran KA. Effects of a dynamic core stability program on the biomechanics of cutting maneuvers: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2018 Feb;28(2):452-62.
50. Jeong J, Choi DH, Shin CS. Core Strength Training Can Alter Neuromuscular and Biomechanical Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med*. 2021 Jan;49(1):183-92.
51. McCurdy K, Walker J, Saxe J, Woods J. The effect of short-term resistance training on hip and knee kinematics during vertical drop jumps. *J Strength Cond Res*. 2012 May;26(5):1257-64.
52. Cochrane JL, Lloyd DG, Besier TF, Elliott BC, Doyle TL, Ackland TR. Training affects knee kinematics and kinetics in cutting maneuvers in sport. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 Aug;42(8):1535-44.
53. Liu H, Wu W, Yao W, Spang JT, Creighton RA, Garrett WE et al. Effects of knee extension constraint training on knee flexion angle and peak impact ground-reaction force. *Am J Sports Med*. 2014 Apr;42(4):979-86.

54. Guyatt GH, Oxman AD, Vist G, Kunz R, Brozek J, Alonso-Coello P, Montori V, Akl EA, Djulbegovic B, Falck-Ytter Y, Norris SL, Williams JW Jr, Atkins D, Meerpohl J, Schünemann HJ. GRADE guidelines: 4. Rating the quality of evidence--study limitations (risk of bias). *J Clin Epidemiol*. 2011 Apr;64(4):407-15.
55. Hanzlíková I, Hébert-Losier K. Is the Landing Error Scoring System Reliable and Valid? A Systematic Review. *Sports Health*. 2020 Mar/Apr;12(2):181-188.
56. Taylor JB, Ford KR, Nguyen AD, Terry LN, Hegedus EJ. Prevention of Lower Extremity Injuries in Basketball: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Health*. 2015 Sep-Oct;7(5):392-8.
57. Berns GS, Hull ML, Patterson HA. Strain in the anteromedial bundle of the anterior cruciate ligament under combination loading. *J Orthop Res*. 1992 Mar;10(2):167-76.
58. Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GA, Slauterbeck JL. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *J Orthop Res*. 1995 Nov;13(6):930-5.
59. Fleming BC, Renstrom PA, Beynon BD, Engstrom B, Peura GD, Badger GJ, Johnson RJ. The effect of weightbearing and external loading on anterior cruciate ligament strain. *J Biomech*. 2001 Feb;34(2):163-70.
60. Bendjaballah MZ, Shirazi-Adl A, Zukor DJ. Finite element analysis of human knee joint in varus-valgus. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1997 Apr;12(3):139-48.
61. Mazzocca AD, Nissen CW, Geary M, Adams DJ. Valgus medial collateral ligament rupture causes concomitant loading and damage of the anterior cruciate ligament. *J Knee Surg*. 2003 Jul;16(3):148-51.
62. Parsons JL, Coen SE, Bekker S. Anterior cruciate ligament injury: towards a gendered environmental approach. *Br J Sports Med*. 2021 Sep;55(17):984-990.
63. Paulson W, Slattengren AH. Effectiveness of ACL Injury Prevention Programs. *Am Fam Physician*. 2018 Feb 1;97(3)
64. Olivares-Jabalera J, Filter-Ruger A, Dos'Santos T, Afonso J, Della Villa F, Morente-Sánchez J et al. Exercise-Based Training Strategies to Reduce the Incidence or Mitigate the Risk Factors of Anterior Cruciate Ligament Injury in Adult Football

(Soccer) Players: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 18;18(24):13351

65. 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*. 2012 Feb;40(2):300-6.

Bilagor

Bilaga 1 - PRISMA



PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) Checklist

www.prisma-statement.org

You must report the page number in your manuscript where you consider each of the items listed in this checklist. If you have not included this information, either revise your manuscript accordingly before submitting or note N/A.

Section/Topic	Item No.	Checklist item	Reported on Page No.
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	<input type="text"/>
ABSTRACT			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	<input type="text"/>
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	<input type="text"/>
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	<input type="text"/>
METHODS			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	<input type="text"/>
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	<input type="text"/>
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	<input type="text"/>
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	<input type="text"/>
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	<input type="text"/>
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	<input type="text"/>
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	<input type="text"/>
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	<input type="text"/>

Section/Topic	Item No.	Checklist item	Reported on Page No.
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I^2) for each meta-analysis.	
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	
RESULTS			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	
DISCUSSION			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	
FUNDING			

Section/Topic	Item No.	Checklist item	Reported on Page No.
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	

From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

Once you have completed this checklist, please save a copy and upload it as part of your submission. Please DO NOT include this checklist as part of the main manuscript document. It must be uploaded as a separate file.

Bilaga 2. PubMed

#	Datum	Sökord	Filter	Träffar
#1	2023-02-06	anterior cruciate ligament injur*	-	18 846
#2	2023-02-06	acl injur*	-	19 944
#3	2023-02-06	#1 OR #2	-	19 944
#4	2023-02-06	landing*	-	11 825
#5	2023-02-06	non-contact injur*	-	991
#6	2023-02-06	landing task*	-	1563
#7	2023-02-06	cutting injur*	-	3620
#8	2023-02-06	cutting movement*	-	1505
#9	2023-02-06	cutting	-	45 939
#10	2023-02-06	pivot	-	7329
#11	2023-02-06	pivot injur*	-	2096
#12	2023-02-06	#4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11	-	65 523
#13	2023-02-06	prevention	-	3 021 054
#14	2023-02-06	preventive interventions	-	1 297 899
#15	2023-02-06	preventive	-	3 021 054
#16	2023-02-06	#13 OR #14 OR #15	-	3 021 054
#17	2023-02-06	#3 AND #12 AND #16	-	750
#18	2023-02-06	#3 AND #12 AND #16	Randomized Controlled Trial	64
#19	2023-02-06	#3 AND #12 AND #16	Randomized Controlled Trial + Engelska + 2003 -	63

Bilaga 3. Cinahl

#	Datum	Sökord	Filter	Träffar
#1	2023 -02-14	acl injury	-	8233
#2	2023 -02-14	anterior cruciate ligament injury	-	10 098
#3	2023 -02-14	#1 OR #2	-	10 510
#4	2023 -02-14	non contact injuries	-	1030
#5	2023 -02-14	cutting movement injury	-	168
#6	2023 -02-14	pivot injury	-	790
#7	2023 -02-14	landing task	-	802
#8	2023 -02-14	#4 OR #5 OR #6 OR #7	-	2668
#9	2023 -02-14	injury prevention	-	59 810
#10	2023 -02-14	prevention	-	774 022
#11	2023 -02-14	prevention programs	-	99 154
#12	2023 -02-14	preventive interventions	-	14 674
#13	2023 -02-14	#9 OR #10 OR #11 OR #12	-	780,464
#14	2023 -02-14	#3 AND #8 AND #13	-	220
#15	2023 -02-14	#14	Randomized Controlled Trials + Engelska + 2003-	23

Bilaga 4. Pedro

#	Datum	Sökord	Filter	Träffar
#1	2023-02-15	anterior cruciate ligament injur*	-	181
#2	2023-02-15	prevention	-	3304
#3	2023-02-15	anterior cruciate ligament injur* prevention	-	53
#4	2023-02-15	anterior cruciate ligament injur* prevention	Clinical trial	24
#5	2023-02-15	anterior cruciate ligament injur* prevention	Clinical trial + Engelska + 2003-	22

Bilaga 5 - PEDro scale

PEDro scale

-
- | | |
|---|---|
| 1. eligibility criteria were specified | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 2. subjects were randomly allocated to groups (in a crossover study, subjects were randomly allocated an order in which treatments were received) | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 3. allocation was concealed | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 4. the groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 5. there was blinding of all subjects | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 6. there was blinding of all therapists who administered the therapy | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 7. there was blinding of all assessors who measured at least one key outcome | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 8. measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 9. all subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analysed by "intention to treat" | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 10. the results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 11. the study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
-

The PEDro scale is based on the Delphi list developed by Verhagen and colleagues at the Department of Epidemiology, University of Maastricht (Verhagen AP *et al* (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). The list is based on "expert consensus" not, for the most part, on empirical data. Two additional items not on the Delphi list (PEDro scale items 8 and 10) have been included in the PEDro scale. As more empirical data comes to hand it may become possible to "weight" scale items so that the PEDro score reflects the importance of individual scale items.

The purpose of the PEDro scale is to help the users of the PEDro database rapidly identify which of the known or suspected randomised clinical trials (ie RCTs or CCTs) archived on the PEDro database are likely to be internally valid (criteria 2-9), and could have sufficient statistical information to make their results interpretable (criteria 10-11). An additional criterion (criterion 1) that relates to the external validity (or "generalisability" or "applicability" of the trial) has been retained so that the Delphi list is complete, but this criterion will not be used to calculate the PEDro score reported on the PEDro web site.

The PEDro scale should not be used as a measure of the "validity" of a study's conclusions. In particular, we caution users of the PEDro scale that studies which show significant treatment effects and which score highly on the PEDro scale do not necessarily provide evidence that the treatment is clinically useful. Additional considerations include whether the treatment effect was big enough to be clinically worthwhile, whether the positive effects of the treatment outweigh its negative effects, and the cost-effectiveness of the treatment. The scale should not be used to compare the "quality" of trials performed in different areas of therapy, primarily because it is not possible to satisfy all scale items in some areas of physiotherapy practice.