



LUNDS
UNIVERSITET

Institutionen för hälsovetenskaper
Fysioterapeutprogrammet

Utbildningsprogram
i fysioterapi 180 hp

Examensarbete 15 hp
Våren 2022

**Kartläggning av effekterna av preventiva åtgärder för hamstringsskador
hos idrottare -
en semi-systematisk litteraturstudie**

Författare

Ella Andersson
Fysioterapeutprogrammet
Lunds universitet
El4831an.s@student.lu.se

Julia Nilsson
Fysioterapeutprogrammet
Lunds universitet
Ju1608ni-s@student.lu.se

Examinator

Anders Pålsson, Adjunkt, Dr. med. vet.
Institutionen för Hälsovetenskaper
Lunds universitet
anders.palsson@med.lu.se

Handledare

Frida Eek, Leg. Sjukgymnast, Docent
Institutionen för Hälsovetenskaper
Lunds universitet
Frida.eek@med.lu.se

Abstrakt

Bakgrund: Hamstringsskador (HSI) är en av de vanligaste idrottsrelaterade skadorna och incidensen har ökat de senaste årtiondena. Idrottare som ofta drabbas är fotbollsspelare: 22% av alla fotbollsspelare drabbas av en HSI per säsong. Studier visar att tidigare HSI är den absolut största riskfaktorn för att drabbas igen och preventiva interventioner är därför en viktig komponent för att minska incidensen.

Syfte: Syftet med denna litteraturstudie var att kartlägga vilka effekter som har påvisats av preventiva interventioner för hamstringsskador hos idrottare.

Studiedesign: Litteraturstudie

Metod: En litteratursökning genomfördes i databaserna PubMed, CINAHL Complete och Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Totalt 19 artiklar mötte inklusions- och exklusionskriterierna. Dataextrahering genomfördes med hjälp av en extraheringsmall som systematiskt fylldes i. De inkluderade artiklarna kvalitetsgranskades enligt PEDro scale.

Resultat: Litteratursökningen resulterade i 15 randomiserade kontrollerade studier (RCT) och fyra clinical trials. Studierna undersökte sju interventioner; Nordic Hamstring Exercise (NHE), styrketräning för hamstring, flexibilitetsträning, uppvärmningsprogram, "bounding exercise program", manuell terapi av kiropraktor samt olika interventionsprogram. Två av fyra artiklar påvisade lägre skadeincidens efter en period av NHE. En artikel påvisar lägre skadeincidens av styrketräningsprogram. NHE påvisas ha effekt på arkitektoniska förändringar och excentrisk styrka. Styrketräning för hamstrings visas ge ökad fascikellängd samt ökad excentrisk styrka i hamstring. Några av de övriga interventionerna påvisade effekt avseende skadeincidens, muskelfunktion och/eller muskelarkitektur.

Konklusion: Preventiva interventioner har visats ha effekt avseende såväl skadeincidens som hamstrings funktion och arkitektur. Framst har effekter av NHE och annan styrketräning för hamstring kunnat fastställas. Andra interventioner har visat sig ha viss effekt men ytterligare studier av dessa krävs för att fastställa dess resultat. Ytterligare forskning bör fokusera på vilka interventioner som är mest effektiva för samtliga idrottare, såväl kvinnor som män.

Nyckelord: Hamstringsskador, Skadeprevention, Skadeincidens, Hamstrings funktion, Hamstrings arkitektur, Nordic Hamstring Exercise

Abstract

Background: Hamstring injuries (HSI) are one of the most common sports-related injuries and have become more common in recent years. Athletes who have proven to be particularly affected by HSI are football players and approximately 22 percent of all football players suffer from a HSI per season. Studies have shown that the largest risk factor for recurrence is previous HSI. Therefore, preventive measures and interventions have proven to be important components in reducing the risk of the incidence.

Objective: The objective of this literature review was to compile the effects, that have been demonstrated, of preventive interventions for hamstring injuries in athletes.

Study design: Literature review

Method: A literature search was performed in three databases: PubMed, CINAHL Complete and Physiotherapy Evidence Database (PEDro). A total of 19 articles met the inclusion and exclusion criteria. Data extraction was performed using an extraction template that was systematically filled in. The included articles were quality-reviewed according to PEDro scale.

Results: The literature search resulted in 15 Randomized controlled trials (RCT) studies and four clinical trials. The studies investigated seven interventions: Nordic Hamstring Exercise (NHE), strength training for hamstrings, flexibility training, warm-up programs, bounding exercise, manual therapy by a chiropractor and various intervention programs. Two out of four articles showed lower injury incidence after a period of NHE. One article demonstrates lower injury incidence after strength training programs. NHE is shown to influence architectural changes and eccentric strength. Strength training for hamstrings is shown to give increased fascicle length and eccentric hamstring strength. Some of the other interventions have been shown to reduce injury incidence, improve muscle function and/or muscle architecture.

Conclusions: Preventive interventions have shown to affect injury incidence, function and architecture of the hamstring. It has mainly been possible to determine the effects of NHE and other strength training for hamstring. Some effects have been determined by other interventions, but further research is required to determine its outcome. Further research should focus on which interventions are the most effective for all athletes, both women and men.

Keywords: Hamstring injury (HSI), Injury prevention, Injury incidence, Hamstring's function, Hamstring's architecture, Nordic Hamstring Exercise

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	1
1.1 Anatomi	1
1.2 Incidens.....	1
1.3 Skademekanism	1
1.4 Undersökningsfynd och skadeklassificering	1
1.5 Riskfaktorer	2
1.6 Konsekvenser.....	2
1.7 Behandling.....	2
2. Syfte	3
3. Frågeställning	3
4. Metod	3
4.1 Studiedesign.....	3
4.3 Sökstrategi	3
4.3 Urval	4
4.3.1 Inklusionskriterier:	4
4.3.2 Exklusionskriterier	5
4.3.3 Urvalsprocess.....	5
4.4 Dataextrahering och databearbetning	5
4.5 Kvalitetsgranskning	5
4.6 Etisk granskning	5
5. Resultat	5
5.1 Urvalsresultat.....	6
5.2 Studieegenskaper	6
5.3 Artklarnas kvalitet	7
5.4 Skadeincidens	8
5.4.1 NHE	8
5.4.2 Styrketräning hamstring.....	8
5.4.3 Övriga interventioner	8
5.5 Muskelfunktion.....	8
5.5.1 NHE	8
5.5.2 Styrketräning hamstring.....	8
5.5.3 Övriga interventioner	9
5.6 Muskelarkitektur.....	9
5.6.1 NHE	9
5.6.2 Styrketräning hamstring.....	9
5.6.3 Övriga interventioner	9
5.6 Compliance	9
6. Diskussion	19
6.1 Metoddiskussion.....	19
6.2 Resultatdiskussion	20
7. Klinisk relevans	25

8. Framtida forskning	25
9. Konklusion	25
Referenser	26
Bilagor	
Bilaga 1	

1. Bakgrund

1.1 Anatomi

Hamstrings är en muskelgrupp som består av tre muskler: m. biceps femoris, m. semitendinosus (ST), m. semimembranosus (SM). M. biceps femoris består av två muskelbukar dels m. biceps femoris longus (BF_{lh}) och m. biceps femoris brevis (BF_{sh}). Muskeln har sitt ursprung på tuber ischiadicum och fäster proximalt på tibia och fibulae och passerar således både höftleden och knäleden. Hamstrings flekterar i knäleden och extenderar i höftleden (1). Muskeln består till stora delar av typ 2 muskelfibrer vilket innebär att den är explosiv men inte speciellt uthållig (2).

1.2 Incidens

Hamstringsskador (HSI) tillhör de vanligaste idrottsskadorna som uppkommer utan fysisk kontakt med andra spelare och antalet skador har ökat under de två senaste årtiondena (3). Med en total incidens på 1,2-4/1000 idrottstimmar (4) uppskattas HSI svara för 12-18 % av alla idrottsskador inom fotboll, landhockey och friidrott (5-7). Skadeincidensen av HSI är högre under match/tävlingar än under träningar. Under de senaste åren har skadeincidensen under träningar ökat medan den har hållit sig konstant under match/tävling, en möjlig förklaring till detta är att tränare vill att träningar ska efterlikna match/tävling i största möjliga mån (4). Inom vissa idrotter förekommer skadan mer frekvent exempelvis inom bollsporter och löpning. Varje säsong ådrar sig omkring 22 % av alla fotbollsspelare en HSI (4).

1.3 Skademekanism

En bidragande faktor till den höga incidensen av HSI inom idrott är muskelns anatomi. Eftersom hamstrings verkar i både höftled och knäled bidrar detta till att muskeln lättare översträcks i situationer där dessa två leder drar muskeln åt olika håll (8). Detta inträffar vid exempelvis sparkar då höftleden är flekterad samtidigt som knäleden är extenderad (9). Ytterligare situationer då skada på muskeln vanligen sker är vid acceleration, kraftig inbromsning eller vid sprint (10). I slutet av svängfasen i ett löpsteg skapas en ogynnsam position där muskeln utsätts för en stor excentrisk belastning vilket liksom sparkar också kan orsaka skada (9). Muskeln utsätts då för maximal sträckning samtidigt som fyrningsfrekvensen från motoriska enheter är hög (11). Olika delar av hamstring kan skadas och vilken del som skadas beror på skademekanismen. Skador orsakade av sprint påverkar vanligtvis BF_{lh} medan stretch-relaterade skador såsom sparkar oftast drabbar SM (9). En bidragande orsak till muskelns höga skadebenägenhet vid excentrisk kontraktion (2) är dess höga mängd typ 2 fibrer som bidrar till en hög explosiv förmåga (12).

1.4 Undersökningsfynd och skadeklassificering

Vid undersökning av en HSI är typiska fynd lokal ömhet, svullnad och en tydlig nedsatt funktion i muskeln. Fastställandet av diagnos kan stödjas av vanlig röntgen som kan upptäcka avulsionsfraktur eller av magnetresonanstomografi (MR) och ultraljud som kan ge en bild av skadans omfattning (13).

Skadans svårighetsgrad klassificeras vanligast i en tregradig skala, där grad 1 är minst allvarlig och grad 3 mest allvarlig. Grad 1-skador definieras som ingen märkbar muskelskada där mindre än 5 % av muskeln är skadad. Dessa skador kännetecknades även av låg smärta och svullnad samt ingen eller ytterst liten funktionsförlust. Vid grad 2-skador finns en identifierbar muskelskada där 5-50 % av muskeln är skadad samt måttlig smärta och svullnad som i sin tur leder till funktionsförlust. Grad 3-skador innefattar en total sträckning/ruptur av

en del av en muskelsena tillsammans med svår smärta och svullnad samt en påtaglig funktionsförlust. Läkningstiden mellan de olika graderna varierar men i regel kräver grad 1-skador 1-2 veckor, grad 2-skador 3-12 veckor och grad 3-skador 3-12 månader (13).

1.5 Riskfaktorer

Studier har visat på att tidigare HSI är den starkaste riskfaktorn för att drabbas igen (14-17). Ytterligare riskfaktorer är hög ålder, benlängdsskillnad, otillräcklig uppvärmning (17), bristande styrka och uthållighet i hamstring, muskelstramhet och svag hamstring i förhållande till m. quadriceps (1, 16). Uppvärmning, styrka och uthållighet är exempel på påverkbara faktorer men utöver dessa finns ett antal icke påverkbara faktorer. Icke påverkbara faktorer är till exempel individuella anatomiska och fysiologiska skillnader såsom komposition av muskelfibrer, muskelns senlängd, muskelns fäste och muskelns innervation. Arkitektoniska egenskaper är påverkbara och innefattar tvärsnittsarea/muskelvolym, pennationsvinkel och fascikellängd. Samtliga av dessa anatomiska, fysiologiska och arkitektoniska egenskaper har inverkan på skaderisken för hamstring men hur dessa faktorer påverkar skadeincidensen har däremot inte kunnat klargöras (2). Linklater et al. presenterar ytterligare ett antal riskfaktorer för HSI såsom; ökad träningsvolym, muskelfatigue, överansträngning, tidigare vadskada, framåttippat bäcken, bristande bäckenstabilitet och styrka (1).

1.6 Konsekvenser

HSI orsakar stora konsekvenser för såväl den enskilde spelaren/idrottaren som laget och klubben. Klubben påverkas främst ekonomiskt eftersom de kan tvingas betala lön till en idrottare som inte kan delta (18). Spelaren/idrottaren påverkas genom frånvaro från idrott som i genomsnitt är 23-26 dagar efter en HSI (19, 20). Längden på frånvaron varierar beroende på skadetyper, skadans lokalisering, vid vilken typ av aktivitet skadan inträffar, utövarens ålder och när under tävlingssäsongen skadan inträffar (20). Skador som inträffar vid sprint uppvisar större problematik i början av skadeperioden men har en kortare återhämtningstid än stretchrelaterade skador (21).

Ytterligare problematik är den höga frekvensen av återkommande skador där 20% av de HSI som sker under träningstillfälle respektive 24% av de som sker under tävlingstillfällen är återkommande skador (22). Av alla återkommande skador sker 59% inom den första månaden efter återgången till idrott (22). Hägglund et al. menar att många av dessa skador kan undvikas genom adekvat rehabilitering som förhindrar för tidig återgång till idrott. Vidare klargör Hägglund et al. att detta dock inte gäller för alla återkommande skador då den initiala skadan kan orsaka förändringar i leden eller muskeln som ökar risken för återkommande skada oberoende av rehabiliteringens utformning (23). I de flesta fall är de återkommande skadorna mer allvarliga än den initiala skadan och kräver således en längre och mer omfattande rehabilitering (22).

1.7 Behandling

För behandling av HSI finns både operativa och icke operativa metoder. Operation och rekonstruktion av muskeln eller senan sker oftast enbart vid allvarligare ruptur eller vid avolutionsfrakturer. Operation bidrar till goda förutsättningar för att återgå till idrott på samma fysiska nivå som innan skadan och patienten blir ofta tillfredsställd med resultatet. (24).

Icke operativ behandling är vanligast och två exempel på rehabiliteringsprogram är PATS (progressive agility and trunk stabilization) och PRES (progressive running and eccentric strengthening). PATS fokuserar på progressiv rörlighet och bålstabilisering medan PRES i

stället fokuserar på progressiv löpning och excentrisk styrketräning. Slider et al. undersökte bland annat skillnaden i återhämtningstid (tid till idrottsåtergång) mellan dessa två program, men ingen signifikant skillnad visades. Däremot visades återhämtningstiden främst bero på hur stor tvärsnittsarea den initiala skadan drabbade. En stor del av testpersonerna, i båda rehabiliterings grupperna, upplevde kvarvarande smärta, stramhet och minskad prestationsförmåga (25).

Rehabiliteringen kan delas upp i tre olika faser. Fas ett fokuserar på att minimera svullnad och smärta samt påbörja återhämtning av neuromuskulär kontroll. Under fas ett ska dessutom de skadade fibrerna skyddas från sträckning för att ge skadan utrymme att läka. I nästkommande fas ska träningsintensiteten öka liksom hastigheten vid neuromuskulär träning. Excentrisk träning ska även påbörjas i denna fas. Under den sista fasen är fokus på återgång till idrott och träningsupplägget bör motsvara idrottsspecifika moment i största möjlig mån. Utöver detta bör excentrisk träning ingå, där muskeln arbetar i utsträckt position (26).

Den enskilt största riskfaktorn för att drabbas av HSI är tidigare HSI (14-17). Preventiva interventioner är således en betydande faktor för att minska incidensen av dessa skador. Genom att undersöka vilka preventiva interventioner som förekommer i publicerade studier och vilken effekt som har påvisats av dessa kan de preventiva interventionerna anpassas för att bidra till att minska incidensen av HSI.

2. Syfte

Syftet med studien var att kartlägga vilka effekter som har påvisats av preventiva interventioner för hamstringsskador hos idrottare.

3. Frågeställning

Vilka olika interventioner har testats i publicerade studier?

Vilka effekter har preventiva åtgärder på skadeincidensen av hamstringsskador hos idrottare?

Vilken effekt har påvisats av preventiva åtgärder på hamstrings funktion och muskelarkitektur?

4. Metod

4.1 Studiedesign

Semi-systematisk litteraturstudie. Uppbyggnad/struktur i studien är inspirerad utifrån riktlinjer från PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (27).

4.3 Sökstrategi

Sökningen utfördes i tre databaser; PubMed, CINAHL Complete och PEDro: the Physiotherapy Evidence Database. Sökorden som användes i PubMed var ("Hamstring injury" OR "Hamstrings injuries" OR "Hamstring rupture" OR "Hamstring strain injury") AND ("Sport injury" OR "Athletic injuries" [Mesh]) AND ("Prevent" OR "Prevention") (Tabell 1). I CINAHL Complete användes sökorden ("Hamstring injury" OR "Hamstrings injuries" OR "Hamstring rupture" OR "Hamstring strain injury") AND ("Sport injury" OR MH "Athletic injuries+") AND ("Prevent" OR "Prevention") (Tabell 2). För sökning i PEDro användes (Hamstring AND Injury AND Prevention) (Tabell 3), samt filterna "från 2001" och "Clinical trial". Sökningarna gav totalt 132 träffar varav 21 var dubletter.

Tabell 1. Sökresultat PubMed

PubMed 2021-09-06	Sökord	Antal träffar	Antal lästa titlar/abstract	Antal inkluderade
#1	“Hamstring injury” OR “Hamstrings injuries” OR “Hamstring rupture” OR “Hamstring strain injury”	4 807		
#2	“Sport injury” OR “Athletic injuries” [Mesh]	93 504		
#3	“Prevent” OR “Prevention”	2 768 388		
#4	#1 AND #2 AND #3	776		
#5	#1 AND #2 AND #3 AND Filter: Randomized Controlled Trial 2001-2021	89	89	15

Tabell 2. Sökresultat CINAHL Complete

CINAHL Complete 2021-09-06	Sökord	Antal träffar	Antal lästa titlar/abstract	Antal inkluderade
#1	“Hamstring injury” OR “Hamstrings injuries” OR “Hamstring rupture” OR “Hamstring strain injury”	3 087		
#2	“Sport injury” OR MH ”Athletic Injuries+”	24 100		
#3	“Prevent” OR “Prevention”	788 073		
#4	#1 AND #2 AND #3	291		
#5	#1 AND #2 AND #3 Filter: Randomized Controlled Trials, 2001-2021	27	27	3

Tabell 3. Sökresultat PEDro: the Physiotherapy Evidence Database

PEDro 2021-09-16	Sökord:	Antal träffar	Antal lästa titlar/abstract	Antal inkluderade
1#	Hamstring AND Injury AND prevention Filter: 2001, clinical trial, subdiscipline; sports	16	16	1

4.3 Urval

Utifrån studiens syfte och frågeställning utformades inklusions- och exklusionskriterier.

4.3.1 Inklusionskriterier:

- Publicerade efter 2001
- Skrivna på engelska
- Randomiserad kontrollerad studie (RCT) eller clinical trial
- Tar upp minst en intervention/interventionsprogram
- Fulltext tillgänglig
- Undersöker interventionernas effekt på skadeincidens, muskelns funktion och/eller muskelns arkitektur

4.3.2 Exklusionskriterier

- Undersöker rehabiliterande interventioner
- Interventioner kopplade till ACL-rekonstruktion med hamstringsgraft
- Interventionsgrupperna inkluderade inte idrottare

4.3.3 Urvalsprocess

Samtliga av de kvarstående artiklarnas titlar/abstract lästes individuellt av båda författarna. Artiklarna som kvarstod efter granskning av titel/abstract lästes därefter i fulltext och mättes mot inklusions- och exklusionskriterierna. Om meningsskiljaktigheter avseende inkludering av artiklar uppstod avsågs författarna ha ett möte för att nå konsensus. Om meningsskiljaktigheter kvarstod efter ett sådant möte skulle handledaren ta det avgörande beslutet. Sju artiklar fanns ej tillgängliga i fulltext. Författarna skrev till corresponding authors av dessa artiklar och fick tillgång till tre av dessa som inkluderades i studien.

4.4 Dataextrahering och databearbetning

Samtliga artiklarna lästes av båda författarna och bearbetningen av artiklarnas data skedde oberoende av varandra. En mall för dataextrahering med relevanta rubriker utformades för att underlätta extraheringen av data. Data som extraherades från varje artikel var följande; urvalets storlek samt fördelning mellan de olika undersökningsgrupperna och eventuella avhopp, vilken/vilka idrott/er urvalet utövade, typ av intervention/er, interventionsperiodens längd, artiklarnas utskrivna compliance och skillnad i effekt mellan interventionsgrupp och kontrollgrupp samt vilken studiedesign som artiklarna använder sig av. En sammanställning av båda författarnas ifyllda dataextraheringsmallar utformades gemensamt.

4.5 Kvalitetsgranskning

Samtliga artiklars vetenskapliga kvalitet granskades med hjälp av databasen Physiotherapy Evidence Database skala som benämns "PEDro scale" (28) (bilaga 1). PEDro scale är ett valitt mätinstrument för mätning av vetenskaplig kvalitet (29) samt moderat till betydande reliabilitet vid granskning av enskilda artiklar (30). Skalan utgörs av 11 kriterier varav 10 av dessa besvaras med ja (1 poäng) eller nej (0 poäng) och ger svar på studiens validitet samt statistiska rapportering. Efter sammanställning av den totala poängen är studiens PEDro score fastställt där en hög score innebär hög vetenskaplig kvalitet. PEDro score definieras som <4 poäng bristande vetenskaplig kvalitet, 4-5 poäng måttlig vetenskaplig kvalitet, 6-8 bra vetenskaplig kvalitet och slutligen 9-10 utmärkt vetenskaplig kvalitet (31). Författarna genomförde kvalitetsgranskningen på samtliga artiklar oberoende av varandra och vid olika poängsättning kom detta att diskuteras mellan författarna för att nå konsensus. Om det inte var möjligt att uppnå konsensus skulle handledaren besluta om den slutgiltiga poängsättningen.

4.6 Etisk granskning

Studien kräver inget godkännande från vårdvetenskapliga etiknämnden då denna studie bygger vidare på andra studier inom det berörda området och inkluderar inga forskningsförsök. Författarna har ett etiskt förhållningssätt vid granskning av inkluderade artiklar och i de fall ett etiskt godkännande saknas observeras detta vid databearbetningen och tas i beaktning i diskussionen.

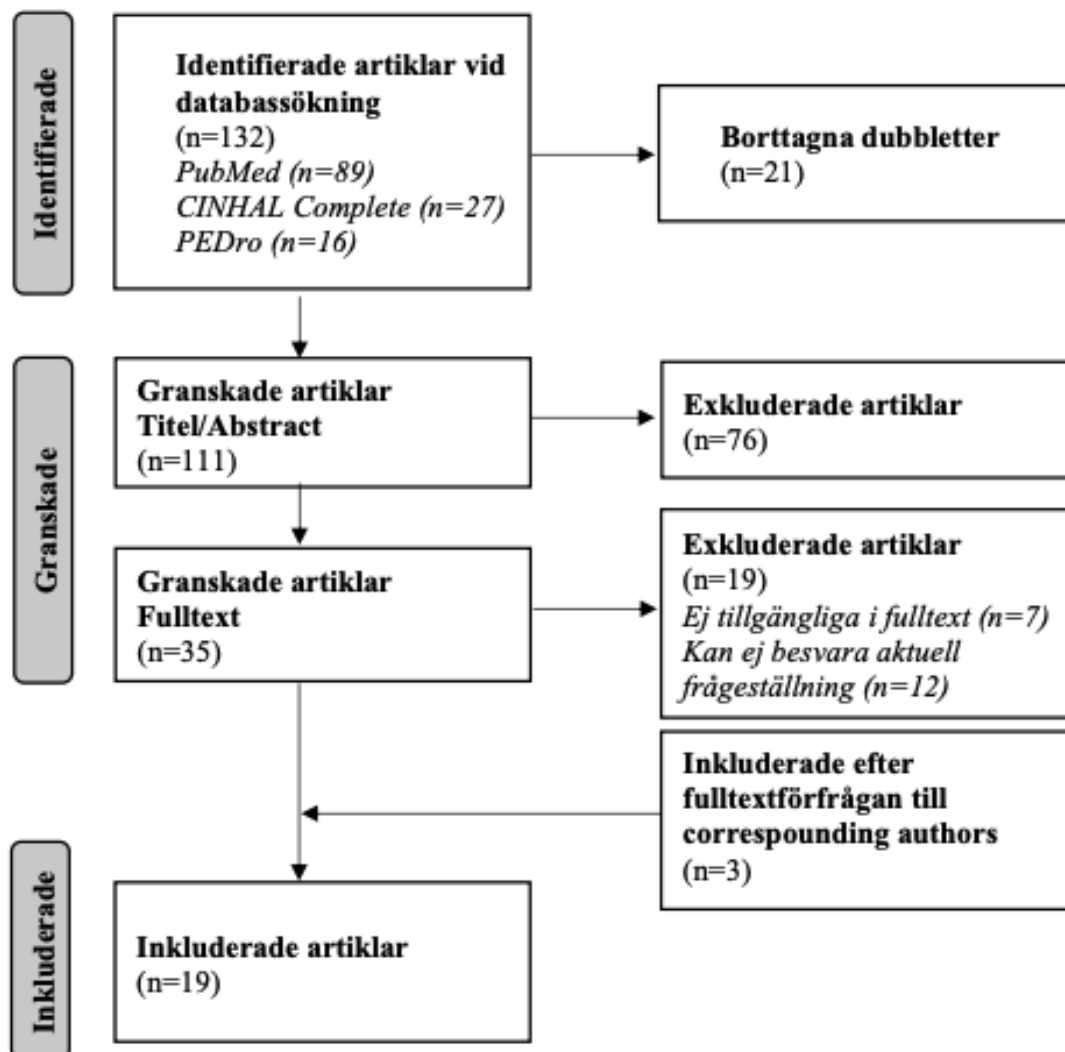
5. Resultat

Av de artiklar som inkluderats i resultatet har 16 av dem ett etiskt godkännande (35-50), för två artiklar framgår det inte om de är godkända (33-34) och för en artikel saknas ett etiskt

godkännande (32). Vidare är 15 av 19 studier RCT (32-33, 35-43, 47-50) och fyra clinical trials (34, 44-46).

5.1 Urvalsresultat

Vid urvalsprocessen lästes 35 artiklar i fulltext. Av de artiklar som lästes i fulltext var det endast 19 artiklar som överensstämde med samtliga inklusionkriterier utan att uppfylla några av exklusionskriterierna (Figur 1).



Figur 1. Flödesschema över sökresultat enligt PRISMA mall.

5.2 Studieegenskaper

I tio artiklar (33-42) utövar deltagarna enbart fotboll, i tre artiklar utövar deltagarna australisk fotboll (32, 43, 44) och i tre av artiklarna specificeras inte vilket typ av idrott som deltagarna utövar (45-47). Vidare är en studie gjord på friidrottare (48), en på rugby och fotbollsspelare (49) samt en på en kombination av landhockey-, cricket-, baseboll- samt australiensisk fotbollsspelare (50). Antalet studier som enbart undersöker män är 16 stycken (32-46, 49) medan tre artiklar har både manliga och kvinnliga deltagare (47, 48, 50). Antalet deltagare i de inkluderade studierna varierar från 14 till 942. De preventiva interventioner som undersöks i artiklarna är Nordic Hamstring Exercise (NHE), hamstrings styrketräning, "bounding exercise program", manuell terapi, flexibilitetsträning, två olika uppvärmningsprogram samt flera olika interventionsprogram. Artiklarnas egenskaper sammanfattas i tabell 5.

5.3 Artiklarnas kvalitet

Kvalitetsgranskningen resulterade i 12 artiklar med måttlig vetenskaplig kvalitet, sex artiklar med bra vetenskaplig kvalitet och en artikel med bristande vetenskaplig kvalitet enligt PEDro scale (tabell 2). Av de 12 artiklar som undersöker effekterna av NHE har fem artiklar bra vetenskaplig kvalitet, sex artiklar har måttlig vetenskaplig kvalitet och en har bristande vetenskaplig kvalitet enligt PEDro scale. Samtliga av de fyra artiklar som undersöker effekterna av olika styrketränningsprogram för hamstrings har måttlig vetenskaplig kvalitet enligt PEDro scale. Av de fem artiklar som undersöker effekterna av andra interventioner har fyra av dessa måttlig vetenskaplig kvalitet och en bra vetenskaplig kvalitet.

Tabell 4. Granskning enligt PEDro scale.

Artikel (författare, titel, årtal)	Intervention	PEDro: score
(39) Lovell et al., Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? 2018	NHE	3/10
(50) Freeman et al., The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes, 2019	NHE	4/10
(37) van der Horst et al., The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial, 2015	NHE	5/10
(48) Ribeiro-Alvares et al., Four weeks of nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults, 2018	NHE	5/10
(42) Ishøi et al., Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial, 2018	NHE	5/10
(36) Petersen et al., Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial, 2011	NHE	6/10
(47) Seymore et al., The effect of nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength, 2017	NHE	7/10
(40) Medeiros et al., Effect of Weekly Training Frequency With Nordic Hamstring Exercise on Muscle-Strain Risk Factors in Football Players: A Randomized Trial, 2020	NHE	7/10
(49) Siddle et al., Acute adaptations and subsequent preservation of strength and speed measures following a Nordic hamstring curl intervention: a randomized controlled trial, 2019	NHE	7/10
(38) Hasebe et al., Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial, 2020	NHE	7/10
(46) Bourne et al., Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention, 2017	NHE och Hip extension training	4/10
(44) Timmins et al., Sprinting, Strength, and Architectural Adaptions Following Hamstring Training in Australian Footballers, 2021	Hip dominant flywheel och NHE	5/10
(43) Gabbe et al., A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football, 2006	Excentriskt hamstringsprogram	4/10
(34) Akling et al., Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload, 2003	Hamstringsstyrketräning	5/10
(35) Van der Hoef et al., Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players? - A cluster - RCT, 2019	Bounding exercise program	4/10
(32) Hoskins et al., The effect of sports chiropractic manual therapy intervention on the prevention of back pain, hamstring and lower limb injuries in semi-elite Australian Rules footballers: a randomized controlled trial, 2010	Manuell terapi	5/10
(45) Wan et al., Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strain during sprinting, 2021	Flexibilitetsträning	5/10
(33) Engebretsen et al., Prevention of injuries among male soccer players: a	Olika interventionsprogram	5/10

prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function, 2008		
(41) Daneshjoo et al., The effect of injury prevention warm-up programs on knee strength in male soccer players, 2013	Uppvärmningsprogram	6/10

5.4 Skadeincidens

5.4.1 NHE

NHE:s effekt på skadeincidens undersöks i fyra av de 19 inkluderade artiklarna (36-38, 44). Två artiklar som inte påvisar någon statistisk signifikant skillnad i skadeincidens har måttlig respektive bra vetenskaplig kvalitet (38, 44). De två andra artiklarna som också har bra respektive måttlig vetenskaplig kvalitet påvisar statistiskt signifikant minskad skadeincidens (36, 37).

5.4.2 Styrketräning hamstring

I tre artiklar undersöks effekterna av olika styrketräningsprogram för hamstrings (34, 43, 44). Två artiklar med måttlig vetenskaplig kvalitet påvisar ingen statistiskt signifikant skillnad i skadeincidens (43, 44). En artikel påvisade signifikant lägre skadeincidens följt av styrketräning av hamstring, denna artikel hade måttlig vetenskaplig kvalitet (34).

5.4.3 Övriga interventioner

En artikel som undersökt effekterna av manuell terapi av idrottskiropraktor påvisar ingen statistisk skillnad avseende skadeincidens mellan intervention- och kontrollgrupp. Denna artikel hade måttlig vetenskaplig kvalitet (32). En artikel som undersökte olika skadeförebyggande interventionsprogram påvisade ingen statistisk signifikant skillnad avseende skadeincidens mellan interventions- och kontrollgruppen som bestod av personer med stor risk att drabbas för HSI. Artikeln har måttlig vetenskaplig kvalitet (33).

5.5 Muskelfunktion

5.5.1 NHE

NHE:s effekt på hamstrings funktion undersöks i 11 av de inkluderade artiklarna (38-42, 44, 46-50). Sju av dessa artiklar med bristande, måttlig eller bra vetenskaplig kvalitet påvisar statistiskt signifikant ökning av excentrisk styrka i hamstring följt av NHE (39, 40, 42, 46, 48-50). Tre artiklar påvisar ingen statistiskt signifikant skillnad avseende hamstrings excentriska styrka eller hamstrings isometriska styrka mellan interventions- och kontrollgrupp och har måttligt respektive bra vetenskaplig kvalitet (38, 44, 47). En artikel med måttlig vetenskaplig kvalitet påvisar signifikant ökning av hamstringsstyrka (41).

En artikel med bra vetenskaplig kvalitet påvisar statistiskt signifikant ökning av maximal koncentrisk styrka (40). En annan artikel med en måttlig vetenskaplig kvalitet påvisar ingen signifikant skillnad avseende maximal koncentrisk styrka mellan intervention- och kontrollgrupp (48). Ingen signifikant effekt på hamstrings flexibilitet efter NHE som intervention kan påvisas i tre artiklar med måttligt och bra vetenskaplig kvalitet (38, 42, 48).

5.5.2 Styrketräning hamstring

Tre artiklar med måttlig vetenskaplig kvalitet påvisar statistiskt signifikant ökning av excentrisk styrka efter interventionsperioden (34, 44, 46). En av artiklarna påvisar också statistiskt signifikant ökning av koncentrisk styrka i hamstring. Ingen statistiskt signifikant ökning av hamstrings flexibilitet kan påvisas i artikeln (34).

5.5.3 Övriga interventioner

En artikel med måttlig vetenskaplig kvalitet påvisar statistiskt signifikant ökad hamstrings flexibilitet i interventionsgrupp som utfört flexibilitetsträning jämfört med en kontrollgrupp. Samma artikel påvisar ingen statistiskt signifikant skillnad mellan interventions- och kontrollgrupp avseende maximal muskelsträckning i ST, SM eller BFlh (45). En artikel med hög vetenskaplig kvalitet visar statistiskt signifikant ökning av hamstringsstyrka följt av intervention med uppvärmningsprogram (41).

5.6 Muskelarkitektur

5.5.1 NHE

I sex av de inkluderade artiklarna undersöks om hamstrings arkitektoniska uppbyggnad förändras vid NHE (39, 40, 44, 46-48). Statistiskt signifikant ökning av muskelvolym i hamstrings påvisas i tre artiklar och dessa har bristande, måttlig respektive bra vetenskaplig kvalitet (39, 46, 47). I tre artiklar, med måttlig och bra vetenskaplig kvalitet, påvisas ingen statistiskt signifikant skillnad avseende muskelvolym (40, 44, 48).

Fem artiklar med bristande, måttlig och bra vetenskaplig kvalitet fastställer statistisk signifikant ökning av fascikellängd i BFlh följt av NHE (39, 40, 44, 46, 48). Av de fyra artiklar som undersöker NHE:s effekt på pennationsvinkeln visar två artiklar på statistiskt signifikant ökning av pennationsvinkeln i BFlh. Dessa två artiklar har bristande och måttlig vetenskaplig kvalitet (39, 44).

En artikel med bra vetenskaplig kvalitet påvisar statistiskt signifikant minskad pennationsvinkel (48). Ingen statistisk signifikant skillnad avseende BFlh pennationsvinkel påvisas av en annan artikel med bra vetenskaplig kvalitet (40).

5.5.2 Styrketräning hamstring

Två artiklar undersöker vilken effekt olika styrketräning för hamstring har på hamstrings muskelarkitektur (44, 46). En artikel med måttlig vetenskaplig kvalitet visar på ingen statistisk signifikant förändring avseende muskelvolym eller pennationsvinkel (44). Bourne et al. påvisar i kontrast statistiskt signifikant ökning av muskelvolym. Bourne et al. har även den måttlig vetenskaplig kvalitet (46). I två ovanstående artiklar påvisas statistiskt signifikant ökning av fascikellängd (44, 46).

5.5.3 Övriga interventioner

En artikel med måttlig vetenskaplig kvalitet undersöker effekten av flexibilitetsträning som intervention. Artikelns visar på statistiskt signifikant ökning av muskelsenlängden i BFlh och SM i både kontrollgrupp och interventionsgrupp, men ingen statistiskt signifikant skillnad mellan dessa grupper (45).

5.6 Compliance

I tio av de 12 artiklarna som undersöker effekterna av NHE har compliance från 60% till 100% (36-38, 40, 42, 44, 46, 47, 49, 50), varav sju av de har compliance över 90 % (36, 37, 40, 46, 47, 49, 50), en artikel har compliance 40% (39) och en presenterar inte compliance (48).

Totalt tre av artiklarna som undersöker effekterna av olika styrketräningsprogram för hamstring har compliance från 75% \pm 8 till 100% (34, 44, 46) medan en har compliance <10% vid interventionsperiodens slut (43).

Av de fem artiklar som undersöker andra interventioner har tre en compliance från 71% till 100% (32, 35, 45), en artikel har compliance 20-30% (33) och en artikel presenterar inte compliance (41). Se sammanställning av artiklarnas resultat i tabell 5.

Tabell 5. Dataextrahering

Författare, titel, år	Design	Urval (kön, ålder, avhopp)	Idrott	Intervention (interventionstid, compliance)	Utfallsmått (när detta mäts)	Skillnad mellan intervention- och kontrollgrupp
(43) Gabbe et al. "A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football", 2006.	RCT	N: 220 män Ig: 114 (18-35 år) Kg: 106 (17,4-36 år) Avhopp: 66 (gruppfördelning framgår ej)	Australiens fotboll	12 veckor Ig: excentriskt hamstrings program Kg: stretching Compliance: >10%	Primärt: skadeincidens Kontinuerlig kontroll i 12 veckor	Ingen statistiskt signifikant skillnad avseende skadeincidens mellan grupperna.
(35) van de Hoef et al. "Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players? - A cluster - RCT", 2019.	RCT	N: 400 män Ig: 229 (23,8±6,4) Kg: 171 (22,2±3,1) Avhopp: 188 (ig: 76, kg: 112)	Fotboll	39 veckor Ig: Bounding exercise program Kg: fortsatt vanlig träningsregim Compliance: 71%	Primärt: Skadeincidensen/1000 fotbollstimme (träning + match). Mäts en gång/vecka	Ingen statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende både skadeincidens och skadornas svårighetsgrad.
(33) Engebretsen et al. "Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function", 2008.	RCT	N: 508 män Ig (hög risk): 193 Kg1 (hög risk): 195 Kg2 (låg risk): 120 Avhopp: 0 hög/låg risk =	Fotboll	10 veckor Ig: -2: 4 olika interventionsprogram -22: 3 olika interventionsprogram -62: 2 olika interventionsprogram	Primärt: Skadeincidens HSI Dokumenterades kontinuerligt under interventionsperioden.	Ingen statistiskt signifikant skillnad i skaderisk mellan ig och kg1.

		efter frågeformulär om tidigare skador och/eller funktionspoäng		m -107: 1 interventionsprogram m =totalt 305 program varav: 102 ankel, 65 knä, 76 hamstring, 62 ljumske Kg1/2: ingen Compliance: 20-30%		
(36) Petersen et al. "Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial" 2011.	RCT	N: 942 män Ig: 461 (23,0 ±4,0) Kg: 481 (25,5± 4,0) Avhopp: 79st (ig: 36, kg: 43)	Fotboll	10 veckor Ig: Nordic hamstring program Kg: fortsatt vanlig träningsregim Compliance: 91%	Primärt: Skadeincidens (nya och återkommande HSI) Mättes kontinuerligt under en hel fotbollssäsong (inkl. de 10 veckorna i mitten av säsongen)	Statistiskt signifikant lägre skadeincidens i ig än kg både gällande nya och återkommande HSI. Ingen statistisk signifikant skillnad gällande skadornas svårighetsgrad eller time-loss mellan grupperna.
(32) Hoskin et al. "The effect of sports chiropractic manual therapy intervention on the prevention of back pain, hamstring and lower limb injuries in semi-elite Australian Rules footballers: a randomized controlled trial", 2010.	RCT	N: 59 män Ig: 29 (20,2 ± 1,8 år) Kg: 30 (20,2 ±1,8 år) Avhopp: 2 (ig: 1, kg: 1)	Australiens fotboll	30 veckor Ig: Vanlig preventiv behandling och träning + individuell behandling av idrottskiropraktor Kg: Vanlig preventiv behandling och träning	Primärt: Antal skador Sekundärt: Frågeformulär kring hälsa Genomfördes innan intervention perioden började och efter 18 veckor.	Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Ingen statistisk signifikant skillnad i antal skador i ig jämfört med kg. - Självs kattad hälsa i någon av grupperna.

				Compliance: 96,5%		
(37) van der Horst et al. "The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial", 2015.	RCT	N: 648 män Ig: 329 (24.5±3.6) Kg: 319 (24.6±4.1) Avhopp: 69 (ig: 32, kg: 37)	Fotboll	13 veckor Ig: Nordic hamstring exercise + fortsatt träningsregim Kg: Fortsatt vanlig träningsregim Compliance: 91%	Primärt: Skadeincidens (antalet skador per 1000 exponeringstimme) Mäts under ett år.	Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Lägre skaderisk i ig vid uppföljning ett år efter interventionsperioden. Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Skadeincidensen efter 13 veckor (efter interventionsperiodens slut). - Skadornas svårighetsgrad.
(34) Askling et al "Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload" 2003.	Clinical trial	N: 30 män Ig: 15 (24 ±2,6 år) Kg: 15 (26 ± 3,6 år) Avhopp: 0	Fotboll	10 veckor Ig: Hamstringsstyrketräning Kg: fortsatt vanlig träningsregim Compliance: 100%	Primärt: framgår ej - Koncentrisk/excentrisk hamstring styrka - Sprintförmåga - Passiv höftflexion (ROM) - Skaderegistrering Mäts innan och efter interventionsperioden, samt uppföljning efter 10 månader.	Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Ökning av hamstrings koncentrisk och excentrisk styrka i ig. - Förbättrad sprintförmåga i ig. - Lägre antal skador vid uppföljningen efter 10 månader i ig (3/15) än kg (10/15). Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - ROM vid passiv höftflexion.
(45) Wan et al. "Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strain during sprinting", 2021.	Clinical trial	N: 20 män Ig: 10 (20.6±1.6) Kg: 10 (20.9±1.9) Avhopp: 0	Idrottare	8 veckor Ig: flexibilitetsträning Kg: styrketräning Compliance: 100%	Primärt: framgår ej - Hamstringsflexibilitet - Hamstringsstyrka - ST optimala muskelsenlängd - SM optimala muskelsenlängd - BF lh optimala muskelsenlängd - Sprinthastighet - Steglängd - Stegfrekvens - Maximal muskelsensträckning ST - Maximal muskelsensträckning SM -Maximal muskelsensträckning BF	Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Ökad hamstringsflexibilitet i ig. - Ökad hamstringsstyrka i kg. - Ökad optimal muskelsenlängd i ST i kg. Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Optimal muskelsenlängd i SM och BF lh. - Maximal muskelsträckning i ST, SM och BF lh. - Sprinthastighet - Steglängd - Stegfrekvens

					lh Mäts före och efter intervention-perioden	
(38) Hasebe et al. "Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial" 2020	RCT	N: 259 män Ig: 156 (16.7±0.5) Kg: 103 (16.3±0.6) Avhopp: 0	Fotboll	27 veckor Ig: Nordic hamstring program Kg: fortsatt vanlig träningsregim Compliance: 88%	Primärt: fysisk funktion Fysisk funktion: - Finger-golv distans - Styrka isometrisk knäextension - Styrka isometrisk knäflexion - HQ ratio (styrkeskillnad mellan Hamstring och Quadriceps) - Sprinttid 50m Sekundärt: skadefrekvens Mäts innan studiens start och efter.	Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Finger-golv distans - Antal HSI
(39) Lovell et al. "Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training?" 2017	RCT	N: 42 män (23,6±4,7år) Ig 1: 16 Ig 2: 14 Kg: 12 Avhopp: 7 (ig1: 4, ig2: 2, kg: 1)	Fotboll	12 veckor Ig 1: NHE innan träning Ig 2: NHE efter träning Kg: bålstabilitets-träning Compliance: 40%	Primär: framgår ej - BF lh tjocklek - BF lh pennationsvinkel - BF lh fascikellängd - Hamstrings excentrisk styrka - Hamstrings maximala excentriska vridmoment - Hamstrings genomsnittliga vridmoment vinkel - Ytliga elektromyografiska signaler Mäts före interventionsperioden och 48 timmar efter dess slut.	Statistiskt signifikant skillnad mellan ig1, ig2 och kg avseende: - BF lh tjocklek/volym och pennationsvinkel ökade i ig2. - BF lh fascikellängd ökade i ig1. - Hamstrings maximala excentriskt vridmoment ökade i både ig1 och ig2. - Ytliga elektromyografiska signaler ökade i ig1 och ig2. - Hamstrings genomsnittliga vridmoments vinkel ökade i ig1 och ig2. Ingen signifikant skillnad mellan ig1 och ig2 avseende: - Hamstrings maximala excentriskt vridmoment. - Ytliga elektromyografiska signaler. - Hamstrings genomsnittliga vridmoments vinkel.
(46) Bourne et al. "Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on	Longitudinal training study	N: 30 män Ig1: 10 (23.1±4.1) Ig2: 10 (21-	Idrottare	10 veckor Ig1: "Hip extension" training Ig2: Nordic	Primärt: Maximal excentrisk styrka och Arkitektoniska förändringar	Statistiskt signifikant skillnad mellan ig1, ig2 och kg avseende: - Ökad BF lh fascikellängd i både ig1 och ig2. - Större ökning av BF lh muslelvolum i ig1.

<p>hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention”, 2017.</p>		<p>6±3.2) Kg: 10 (21-3±3.7) Avhopp: 0</p>		<p>hamstring NHE Kg: ingen träning/samma regim som tidigare, dock ingen styrketräning för nedre extremitet</p> <p>Compliance: ~99%</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Maximal excentrisk knäflexionsstyrka (nordic eccentric strength test) - 3RM höftextension med vikt - BF lh fascikellängd - BF lh muskelvolym - BF sh muskelvolym - ST muskelvolym - SM muskelvolym - BF lh tvärsnittsarea - BF sh tvärsnittsarea - ST tvärsnittsarea - SM tvärsnittsarea <p>Mäts före interventionsperioden samt <7 dagar efter.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Större ökning av ST muskelvolym/tvärsnittsarea i ig1 och ig2. - Större ökning av SM muskelvolym i ig1. - Större ökning av BF sh muskelvolym/tvärsnittsarea i ig2. - Större ökning av SM muskelvolym/tvärsnittsarea i ig1. - Ökad maximal excentrisk styrka i ig1 och ig2.
<p>(40) Medeiros et al. “Effect of Weekly Training Frequency With Nordic Hamstring Exercise on Muscle-Strain Risk Factors in Football Players: A Randomized Trial” 2020</p>	<p>RCT</p>	<p>N: 32 män Ig1: 15 (18,80±1,74 år) Ig2: 17 (18,47±1,07 år) Avhopp: 22 (ig1: 12, ig2: 10)</p>	<p>Fotboll</p>	<p>8 veckor Ig1: 1 NHE tillfälle/vecka Ig2: 2 NHE tillfälle/vecka</p> <p>Compliance: 100%</p>	<p>Primärt: Excentrisk maximalt vridmoment i hamstring</p> <p>Sekundära:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maximalt koncentriskt vridmoment i hamstrings och quadriceps - H:Q konventionella och funktionella ratio - Pennations vinkel (BF lh) - Fasikellängd (BF lh) - Muskel tjocklek (BF lh) <p>Testerna skedde en vecka innan start och en vecka efter dem 8 veckorna.</p>	<p>Statistiskt signifikant ökning av maximala excentriska vridmoment i båda grupperna.</p> <p>Statistiskt signifikant skillnad mellan ig1 och ig2 avseende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Större ökning av hamstrings maximalt koncentriskt vridmoment i ig2. - Högre H:Q både konventionella och funktionella ratio i ig2. <p>Ingen signifikant skillnad mellan ig1 och ig2 avseende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pennationsvinkel (BF lh) - Fasicellängd (BF lh) - Muskeltjocklek/volym (BF lh)
<p>(48) Ribeiro-Alvares et</p>	<p>RCT</p>	<p>N: 20</p>	<p>Friidrott</p>	<p>4 veckor</p>	<p>Primära: hamstrings maximala</p>	<p>Statistiskt signifikant större ökning av hamstrings</p>

al. "Four weeks of nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults", 2018.		ungdomar (kvinnor/män) Ig: 7/3 (23,7±3,3år) Kg: 7/3 (26,0±2,7år) Avhopp: 0		Ig: NHE program Kg: fortsatt vanlig träningsregim Compliance: framgår ej	excentriska vridmoment och fascikellängd (BF _{lh}). Sekundära: - Tjocklek (BF _{lh}) - Pennationsvinkel (BF _{lh}) -Hamstring styrka/vridmoment: isometrisk och koncentrisk - Hamstringsflexibilitet (Sit-and-reach test) Mäts innan och efter interventionsperioden.	maximala excentriska vridmoment och fascikellängd i ig än kg. Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Minskad pennationsvinkel i ig till följd av den ökade fascikellängden. - Större ökning av hamstrings isometriska vridmoment i ig. - Större ökning av hamstrings excentriska styrka i ig. Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Hamstrings koncentrisk vridmoment. - Hamstrings koncentrisk styrka. - Muskelns tjocklek/volym. - Hamstringsflexibilitet.
(41) Daneshjoo et al. "The effect of injury prevention warm-up programs on knee strength in male soccer players", 2013.	RCT	N: 36 män (18.9±1.4) Ig1: 12 Ig2: 12 Kg: 12 Avhopp: 0	Fotboll	8 veckor (3 sessioner/vecka) Ig 1: The FIFA 11+ injury prevention warm-up programme Ig2: The harmon knee injury prevention warm-up programme Kg: Fortsatt vanlig träning Compliance: Framgår ej	Primära: Styrka i hamstrings och quadriceps. Mäts innan och efter interventionsperioden.	Statistiskt signifikant ökning av hamstringsstyrka bilateralt i både ig1 och ig2 jämfört med kg. Statistiskt signifikant ökning i quadricepsstyrka bilateralt i ig2 och vid 300° s-1 i det dominanta benet i ig1. Båda ökade mer än kg.
(49) Siddle et al. "Acute adaptations and subsequent preservation of	RCT	N: 14 män Ig: 7 (20.47±1.32) Kg: 7	Fotboll & rugby	6 veckor Ig:Nordic hamstring NHE Kg: fortsatt vanlig	Primärt: Hamstrings excentriska styrka Sekundära: - Sprintförmåga (10 m sprint)	Statistiskt signifikant större ökning av hamstrings excentriska styrka i ig än i kg. Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende:

strength and speed measures following a Nordic hamstring curl intervention: a randomized controlled trial”, 2018.		(21.01±1.64) Avhopp: 0		träningsregim Compliance: 94%	- COD (change of direction, riktningförändring) Mäts innan interventionsperioden och direkt efter.	- Förbättrad sprintförmåga i ig. - Högre ökning av COD i ig.
(42) Ishøi et al. “Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial”, 2018.	RCT	N: 25 män Ig: 11 (19.1±1.8) Kg: 14 (19.4±2.1) Avhopp: 10 (ig: 7, kg: 3)	Fotboll	10 veckor Ig: Nordic hamstring exercise Kg: fortsatt vanlig träningsregim Compliance: 60,2%	Primärt: Total sprinttid (TST): summan av 4x6 maximala 10 meters sprint Sekundära: - Snabbaste 10 m sprint - Sprinttid på sista 10 m sprint - Maximal excentrisk styrka i hamstring och uthållighet i hamstring, under NHE. - Hamstrings flexibilitet (ROM test aktiv knäextension) Mäts innan och efter interventionsperiod.	Ingen statistisk signifikant skillnad i TST mellan ig och kg. Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Större ökning av hamstrings maximala excentriska styrka i ig. Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Snabbaste 10 m sprint - Sprinttid på sista 10 m sprint. - Hamstrings flexibilitet. - Hamstrings uthållighet.
(47) Seymore et al. “The effect of nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength” 2017	RCT	N: 20 (kvinnor/män) Ig: 6/4 (18,3±0,5) Kg: 8/2 (19,9±1,2) Avhopp: 0	Fysiskt aktiva	6 veckor Ig: Nordic hamstring träning + statisk stretchning Kg: Endast statisk stretching Compliance: 100%	Primärt: framgår ej - Arkitektur (BF): fascikellängd, pennationsvinkel, muskelvolym, tvärsnittsarea, muskelstyhvet - Maximalt passivt knäflexionsvridmoment - Maximalt excentriskt hamstringsvridmoment - Knävinkel vid maximalt excentriskt hamstringsvridmoment Mäts före studiens start och max 5 dagar efter studiens slut.	Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Ökad muskelvolym/tvärsnittsarea i ig. - Lägre muskelstyhvet i ig. Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Fascikellängd - Pennationsvinkel - Muskelstyrka - Excentriskt vridmoment - Knävinkel vid maximalt excentriskt vridmoment, både ig och kg ökade signifikant.

<p>(44) Timmins et al. "Sprinting, Strength, and Architectural Adaptions Following Hamstring Training in Australian Footballers", 2021.</p>	<p>Interventional cohort trial</p>	<p>N: 27 män Ig1: 13 (22±3) Ig2: 14 (23±3) Avhopp: 0</p>	<p>Australienskt fotboll</p>	<p>39 veckor Ig1: "Hip dominant flywheel (FLY) Ig2: Nordic hamstring exercise (NHE) Compliance: Ig1: 75% ±8 Ig2: 73%±10</p>	<p>Primärt: - Arkitektur (BFH): muskeltjocklek, pennationsvinkel, fascikellängd (mäts vid start, v. 5, v. 9, v. 16, v. 23, v. 27, v. 35, v. 39) - Excentrisk styrka i hamstring (mäts vid start, v. 16, v. 23, v. 27, v. 35 och slutet av v. 39) - Sprintförmåga (mäts vid start, v.16 och slutet av v. 39) Sekundära: - Skadefrekvens (mäts under hela perioden) - 3RM flywheel (mäts vid start, v. 16, v. 23, v. 27, v. 35 och slutet av v. 39) - Maximal isometrisk styrka i hamstring (mäts vid start, v. 16, v. 23, v. 27, v. 35 och slutet av v. 39)</p>	<p>Statistiskt signifikant skillnad mellan ig1 och ig2 avseende: - Sprintförmåga vid 5 m och 10 m i ig2. Ingen signifikant skillnad mellan ig1 och ig2 avseende: - Muskeltjocklek/volym, ingen signifikant förändring i någon av grupperna. - Pennationsvinkeln, statistiskt signifikant minskning i båda grupperna. - Fascikellängd, statistiskt signifikant ökning i båda grupperna. - Hamstrings excentriska styrka, statistiskt signifikant ökning i båda grupperna. - Skadefrekvens (15% i ig1 och 7% i ig2) - 3 RM flywheel - Hamstrings maximala isometriska styrka</p>
<p>(50) Freeman et al. "The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes" 2019</p>	<p>RCT</p>	<p>N: 28 (23 män, 5 kvinnor), (16.21±1.34 år) Ig: 14 Kg: 14 Avhopp: 7 (gruppfördelning framgår ej)</p>	<p>Australienskt fotboll, fotboll, cricket, baseball, landhockey</p>	<p>4 veckor (2 sessioner/vecka) Ig: Excentrisk träning med NHE Kg: Sprintraining Compliance: 99%</p>	<p>Primärt: framgår ej 40 m sprint Excentrisk hamstring styrka (NHE med "NordBord") Mäts en vecka innan och en vecka efter intervention.</p>	<p>Statistiskt signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Större ökning av hamstrings excentriska styrka i ig (9,8%) än kg (6,2%). - Större ökning av maximal sprinthastighet i kg. Ingen signifikant skillnad mellan ig och kg avseende: - Acceleration.</p>

6. Diskussion

De inkluderade studierna undersöker sju olika preventiva interventioner för HSI. NHE och styrketräning för hamstring är de interventioner som främst har undersökts och påvisar tydligast effekt avseende såväl skadeincidens, muskelfunktion och arkitektur. Några av de resterande interventionerna påvisar också effekt på skadeincidens, muskelfunktion och/eller muskelarkitektur men det finns ett behov av ytterligare studier för att bekräfta påvisade effekter.

6.1 Metoddiskussion

Utifrån det valda ämnet och dess frågeställningar var valet litteraturstudie en lämplig studiedesign.

Initial sökning gjordes på PubMed och PEDro men till följd av bristande underlag utfördes sökningen även databasen CINHAL Complete. Till följd av misstanke om bristande underlag vid enbart inkludering av RCT studier medtogs både clinical trials och/eller RCT som inklusionskriterie. RCT studier har en högre evidensgrad än clinical trials vilket bidrar till att inkludering av dessa är en svaghet i studien. För att göra initiala sökningen bättre och utöka antalet träffar hade "Muscle injury" som sökord kunnat användas. Visserligen hade det resulterat i ett större antal träffar som dessutom berör muskelskador på andra muskelgrupper men detta hade kunnat korrigeras i efterhand genom inklusions- och exklusionskriterier. Ytterligare faktorer som kan ha begränsat sökningen var sökorden "Sport injury" och MeSH-termen "Athletic injuries". Exkludering av dessa sökord hade dock medfört ett behov till ändring av att ändra studiens syfte och frågeställning. Begränsning av sökningen kan orsaka att all aktuell tillgänglig forskning/studier inte inkluderas i denna litteraturstudie vars resultat därmed riskerar att inte blir representativt för dagens kunskapsläge.

Vid meningsskiljaktigheter under kvalitetsgranskningen med PEDro scale diskuterades poängsättningen och konsensus uppnåddes utan behov av handledares inverkan. En svaghet med PEDro scale är att det inte går att bortse från en viss subjektiv bedömning men efter inläsning av skalan var den enkel att applicera på de inkluderade artiklarna. Majoriteten av artiklarna uppnådde endast måttlig vetenskaplig kvalitet vilket kan bero på författarnas tolkning av de olika kriterierna i PEDro scale. Artiklar med lågt PEDro score är en svaghet i denna studie. På grund av det begränsade underlaget inom det valda ämnet kunde författarna inte välja att exkludera artiklar utifrån antal poäng enligt PEDro scale utan har detta i beaktande i följande diskussion och konklusion.

Författarna diskuterade vilka variabler som var relevanta och dessa korrigerades även löpande under processen av dataextrahering. Fördelen med denna mall är att samma data extraheras från varje enskild artikel vilket gör det enkelt att systematiskt läsa och extrahera data. Däremot kan vissa data ha missats vilket gjorde att både mallen men främst strukturen av den extraherade data korrigerades flertalet gånger för att vara tydlig, genomgående och lättbegriplig.

PRISMA's checklista användes som inspiration för strukturen av denna studie. Samtliga av PRISMA's rubriker ingår inte av följande tre anledningar, PRISMA riktar sig till metaanalyser, några av rubrikerna går ihop och har skrivits under andra rubriker samt för att PRISMA's checklista är detaljerad och några av rubrikernas innebörd komplexa och ansåg därför inte relevant för denna studie design av författarna.

6.2 Resultatdiskussion

Tio av denna studies inkluderade artiklar testar NHE-program (36-40, 42, 47-50), två artiklar testar både NHE-program och styrketränningsprogram för hamstrings (44, 46), två artiklar testar enbart styrketränningsprogram för hamstring (34, 43), en artikel testar "bounding exercise program" (35), en testar manuell terapi (32), en testar olika interventionsprogram (33), en testar flexibilitetsträning (45) och slutligen testar en två olika uppvärmningsprogram (41). Det är således svårt att dra en slutsats utifrån de interventioner som enskilda studier undersöker, det krävs därför ytterligare studier som undersöker dessa interventioner för att kunna fastställa dess effekter. Enklare är det därför att dra slutsatser utav NHE samt generell styrketräning för hamstring då det befintliga underlaget är större.

Tidigare systematiska översiktsartiklar och metaanalyser påvisar omkring 51% minskad risk för HSI efter NHE intervention jämfört med ingen träning (51, 52). Studier som undersöker HSI idag har inte fastställt vilken effekt som progression och frekvens har på skadeincidensen, vilket innebär att det krävs ytterligare forskning för att kunna fastställa de mest optimala preventiva åtgärderna för att minimera risken för HSI (15).

I två artiklar presenteras statistiskt signifikant lägre skadeincidens efter en period med NHE-träning (36, 37). Dessa två artiklar har många likvärdiga parametrar; längden på interventionsperioden (13 respektive 10 veckor), antal deltagare (664 män respektive 942 män), jämn fördelning i antal mellan interventions-och kontrollgrupp, hög compliance (91% i båda), jämför NHE-grupp med en kontrollgrupp som fortsatt med vanlig träning och har jämna PEDro score (sex respektive fem poäng). Båda studierna görs på fotbollsspelare och skadeincidensen mäts under ett år respektive under en hel säsong. Utöver alla dessa likvärdiga parametrar presenterar båda artiklarna statistiskt signifikant lägre skadeincidens i interventionsgruppen jämfört med kontrollgruppen (36, 37).

Timmins et al. presenterar ingen statistiskt signifikant skillnad mellan två interventionsgrupper avseende skadeincidensen där ena gruppen utförde NHE-träning och den andra träning med hip dominant flywheel. I NHE-gruppen ådrog sig 7% en HSI under interventionsperiodens 39 veckor respektive 15% i interventionsgruppen som utför träning med hip dominant flywheel (44). Orsaken till att det inte påvisas någon statistiskt signifikant skillnad mellan grupperna kan bero på att de utför likvärdig träning men det kan också bero på det låga deltagarantalet (NHE: 14 män, Hip dominant flywheel: 13 män), vilket är två brister som kan påverkat studiens resultat. Det hade därför varit intressant med en tredje grupp som enbart fortsatte med vanlig träningsregim samt fler deltagare i studien. Däremot tycks skadeincidensen på 7 % i interventionsgruppen respektive 15 % i kontrollgruppen (44) vara låg i förhållande till artiklar bland annat artikeln av Askling et al. med skadeincidens på 20 % i interventionsgruppen och 67 % i kontrollgruppen (34). Hasebe et al. påvisar inte heller någon statistiskt signifikant skillnad mellan interventionsgruppen som utfört NHE och kontrollgruppen som fortsatt med vanlig fotbollsträning (38). En svaghet är att interventionsgruppen är avsevärt mycket större än kontrollgruppen (ig: 156, kg: 103) trots att inga avhopp skedde under studiens gång. Den stora skillnaden i antal deltagare mellan grupperna kan vara en orsak till att studien inte påvisar någon statistiskt signifikant skillnad mellan grupperna då utfallsmåttet i denna artikel är antalet skador i stället för skadeincidens som i många av de andra inkluderade artiklarna (38). Vid användande av antalet skador som utfallsmått borde grupperna vara lika stora eftersom resultatet annars riskerar att bli missvisande. Samtidigt som artikeln inte presenterar någon reduktion av antalet skador mellan grupperna presenteras däremot en statistiskt signifikant reduktion av svårighetsgraden av HSI i NHE-gruppen under interventionsperioden på 27 veckor (38). Den påvisade

signifikanta reduktioner av svårighetsgraden av HSI indikerar att NHE trots allt kan ha en betydande effekt hos idrottare eftersom lättare skador innebär kortare rehabilitering och kortare time-loss vilket sin tur även gynnar även föreningen/organisationen runt idrottaren ekonomiskt (18, 20). Att två artiklar (36, 37) visar statistiskt signifikant lägre skadeincidens medan två andra artiklar (38, 44) inte gör det, tycks inte vara en tillfällighet. Van der Horst et al. och Petersen et al. (36, 37) har inte de brister/svagheter som vi belyser i de artiklar som inte fastställer någon statistiskt signifikant skillnad mellan NHE-grupp och kontrollgrupp. Däremot förekommer ingen väsentlig skillnad avseende artiklarnas vetenskapliga kvalitet (5-7 poäng) (36-38, 44).

Av de tre artiklar som undersökte effekten av olika styrketränningsprogram för hamstring på skadeincidensen var det endast Askling et al. som påvisade statistiskt signifikant lägre skadeincidens i interventionsgruppen jämfört med kontrollgruppen (34, 43, 44). Artikeln av Timmins et al. påvisar inte någon statistiskt signifikant skillnad mellan två interventionsgrupper som genomförde Hip dominant flywheel eller NHE. (44). Gabbe et al., den andra artikeln som inte heller visar någon statistiskt signifikant skillnad mellan interventions- och kontrollgrupp, undersöker en grupp som utför ett excentriskt hamstringsprogram och en kontrollgrupp som utför statisk stretching (43). Gabbe et al. har främst tre brister: för det första sker mätningen av skadefrekvens endast under interventionsperiodens 12 veckor, för det andra vid den sista uppföljningen under dessa 12 veckor deltog mindre än 10% av studiens deltagare och för det tredje har artikeln endast måttlig vetenskaplig kvalitet (43). Dessa tre brister kan vara en förklaring till artikelns resultat. Andra inkluderade artiklar som har undersökt olika interventioners effekt avseende skadeincidensen har påvisat att det kan kräva en uppföljning längre fram för att en effekt ska fastställas (34, 36, 37). Askling et al. är en av dessa artiklar som har en uppföljning 10 månader efter interventionsperiodens slut där artikeln fastställer statistiskt signifikant färre antal HSI i interventionsgruppen som utfört styrketräning för hamstring jämfört med kontrollgruppen som fortsatt med vanlig träning (34). Bristerna i studien av Askling et al. är att det bara är 15 deltagare i respektive grupp och den har bara en måttlig vetenskaplig kvalitet enligt PEDro score, däremot stärks resultatets trovärdighet utav dess höga compliance (100%) samt en uppföljning 10 månader efter den 10 veckor långa interventionsperiodens slut (34).

Tre artiklar påvisar att övriga interventioner, i detta fall olika interventionsprogram, "bounding exercise program" och manuell terapi inte har någon statistiskt signifikant effekt avseende skadeincidensen (32, 33, 35). Artikeln av Engebretsen et al. som undersöker effekten av flera olika interventionsprogram i en grupp bestående av personer med hög risk att drabbas av HSI jämfört med två kontrollgrupper; en bestående av personer med hög risk och en bestående av personer med låg risk att drabbas av HSI, har en compliance på 20-30% . Artikeln påvisade att det var signifikant lägre risk att drabbas av HSI i den kontrollgruppen som bestod av personer med låg risk att drabbas av HSI jämfört med båda grupperna som bestod av personer med hög risk att drabbas (33). Således tolkas resultatet av artikeln att olika interventionsprogram inte har någon inverkan på risken att drabbas utan det som har betydelse är ifall det initialt föreligger en hög risk att drabbas av HSI. Resultatet kan vara representativt för en större population men på grund av dess låga compliance kan resultatet bero på att interventionsgruppen inte fullföljde de utgivna träningsprogrammen vilket medför att det i sin tur inte påvisas någon statistiskt signifikant effekt (33). Artikeln av van de Hoef et al. som undersöker "bounding exercise program" har inga tydliga brister i sitt genomförande och "bounding exercise program" inte har någon effekt avseende skadeincidens hos idrottare (35). Kombinationen av vanlig preventiv behandling/träning och individuell behandling av idrottskiropraktorer tycks inte minska risken för HSI jämfört med kontrollgrupp som enbart

genomgått vanlig preventiv behandling/träning (32). Alla dessa tre artiklar har två gemensamma svagheter; de är ensamma om att undersöka sin intervention och har enbart måttlig vetenskaplig evidens enligt PEDro scale. Ytterligare forskning med bättre vetenskaplig kvalitet behövs för att kunna fastställa att resultatet är representativt för en större population.

Ribeiro-Alvares et al. jämför NHE träning med en kontrollgrupp som inte utför någon träning alls. Efter enbart fyra veckor påvisar artikeln statistiskt signifikant ökning av BFlh fascikellängd samt minskad pennationsvinkel men ingen statistiskt signifikant förändring avseende muskelvolym. En orsak till att muskelvolymen inte har förändrats kan förklaras av den korta interventionsperioden och att en ökning av muskelvolym kräver en längre träningsperiod. Även denna artikel har ett lågt antal deltagare vilket kan påverka dess trovärdighet (48). Som tidigare nämnts har Bourne et al. två interventionsgrupper, en som utför hip extension och en som utför NHE, samt en kontrollgrupp. Eftersom hip extension och NHE båda är övningar som involverar hamstring är det en styrka att artikeln även innefattar en kontrollgrupp. NHE träning visade på statistiskt signifikant ökning av BFlh och BFsh fascikellängd, SM och BFsh muskelvolym jämfört med kontrollgruppen, men ingen statistiskt signifikant skillnad mellan NHE träning och hip extension avseende ovanstående variabler. Bourne et al. presenterar en compliance på 99% som i kombination med att inga avhopp skedde stärker artikelns trovärdighet däremot har artikeln endast 4 poäng enligt PEDro scale (46).

Medeiros et al. undersöker, till skillnad från andra studier, vilken effekt träningsfrekvensen av NHE har. Medeiros et al. påvisar ingen signifikant skillnad mellan att utföra NHE en gång eller två gånger i veckan avseende BFlh pennationsvinkel, fascikellängd eller muskelvolym. En tydlig brist i studien är det stora antalet avhopp, hela 68,7%, vilket resulterade i att endast tio personer (1 g/v: 3, 2g/v: 7) fullföljde studien. Det stora antalet avhopp kan vara en bidragande orsak till att inga statistiskt signifikanta skillnader i muskelns arkitektur kunde påvisas (40). Seymore et al. jämför en interventionsgrupp som utför NHE och statisk stretching med en kontrollgrupp som enbart utför statisk stretching. En styrka med Seymore:s artikel är att båda grupperna utför stretching vilket innebär att det i högre grad gör det möjligt att dra slutsatsen att det är just NHE som ger statistiskt signifikant ökad muskelvolym samt statistiskt signifikant lägre muskelstyvhet. Däremot visar artikeln på icke signifikant förändring i fascikellängd och pennationsvinkel vilket kan indikera att statisk stretching har effekt på dessa variabler. En svaghet med denna artikel är det låga antal deltagare med endast tio deltagare i varje grupp. Däremot har artikeln en compliance på 100% samt bra vetenskaplig kvalitet enligt PEDro, vilket stärker resultatets trovärdighet (47).

Endast en artikel jämför när genomförande av NHE har störst effekt jämfört med en kontrollgrupp som utför bålstabilitetsträning. I gruppen som utför NHE efter ordinarie träningspass ses statistiskt signifikant ökning av BFlh muskelvolym och pennationsvinkel medan i gruppen som utför NHE innan ordinarie träningspass ses en statistiskt signifikant ökning av BFlh fascikellängd. Med en compliance på 40% och bristande vetenskaplig kvalitet enligt PEDro scale är denna artikels resultat mindre trovärdigt (39).

En förklaring till studiernas olika resultat kan utöver skillnad i artiklarnas genomförande vara skillnad i utförande av träningen. NHE är en övning som kan utföras på många olika sätt och med olika teknik. Beroende på vinkling av fötterna, manuellt motstånd över fötterna eller annat typ av utförande kan resultaten skilja sig åt. Andra faktorer som kan ha en inverkan på studiernas resultat är genetik, erfarenhet av NHE samt på vilken nivå som deltagarna har

styrketräning tidigare (2). Tidigare erfarenhet av styrketräning spelar stor roll eftersom det ofta ses en snabb styrkeökning de första veckorna och månaderna som successivt avtar (53, 54).

I artikeln av Bourne et al. tillåts inte kontrollgruppen att utföra någon styrketräning överhuvudtaget i nedre extremitet vilket kan vara en bidragande faktor att artikeln presenterar statistiskt signifikant ökning av samtliga arkitektoniska utfallsmått efter styrketräning av hamstring till skillnad från andra studier (46). Timmins et al., som inte påvisar någon statistiskt signifikant skillnad i arkitektoniska förändringar, jämför i stället hip dominant flywheel med en interventionsgrupp som utför NHE. Den icke signifikanta skillnaden i artikeln av Timmins et al. kan därför förklaras genom att båda grupperna fick utföra träning för hamstrings. Däremot påvisar båda grupperna statistiskt signifikant ökning av fascikellängd och minskning av pennationsvinkel till följd av den ökade fascikellängden. En svaghet i denna artikel är dock avsaknaden av en kontrollgrupp (44).

Wan X et al. som undersöker flexibilitetstränings effekt på muskelns arkitektur har en kontrollgrupp som utför styrketräning. Resultatet indikerar att flexibilitetsträningen inte har någon effekt på senans längd utan främst påverkar muskelbuen. Artikeln inkluderar endast 20 deltagare där alla deltog i samtliga träningar (45). Som nämnts i bakgrunden finns det studier som påvisar att hamstrings funktion såsom bristande flexibilitet, muskelstyrka och uthållighet är riskfaktorer för att drabbas av HSI (16), vilket således innebär att träning som har effekt på någon av ovanstående faktorer kan bidra till en minskad risk för HSI.

Åtta av de tio artiklar som undersöker NHE:s effekt på hamstrings excentriska styrka presenterar statistiskt signifikant ökning av denna följt av NHE-träning. Interventionsperiodens längd i dessa åtta artiklar varierar från fyra till 39 veckor och likväl varierar även typen av kontrollgrupper (39, 40, 42, 44, 46, 48-50). Resultatet i de artiklarna där interventionsperioden var 10 veckor eller mer (39, 42, 44, 46) är mer tillförlitligt än artiklarna som genomfördes under åtta veckor eller mindre (40, 41, 48, 49, 50). Därmed indikerar resultaten att NHE är effektivt för att öka hamstrings excentriska styrka vilket kan bidra till minskad risk för HSI, eftersom bristande styrka är en riskfaktor (16). Lovell et al. och Ishøi et al. har en compliance på endast 40% respektive 60% men trots detta påvisar de statistiskt signifikant ökning av hamstrings excentriska styrka efter NHE som intervention jämfört med vanlig fotbollsträning (39, 42). Således kan resultatet indikera att frekvensen av NHE inte är så betydande för att uppnå effekt då båda artiklarna kan påvisa en ökning av hamstrings excentriska styrka trots dess låga compliance. Medeiros et al. påvisar på andra sidan att det ger statistiskt signifikant större ökning av hamstrings excentriska styrka och hamstrings koncentrisk styrka om NHE utförs två gånger i veckan jämfört med en gång i veckan. Medeiros et al. har en kortare studieperiod än Ishøi et al. och Lovell et al. vilket delvis kan förklara skillnaden i resultat (39, 40, 42). För att fastställa träningsfrekvensens betydelse behövs fler studier som undersöker detta. I artikel av Seymore et al. som inte fastställer någon statistiskt signifikant skillnad mellan interventions- och kontrollgrupp utför interventionsgruppen utöver NHE även statisk stretchning och kontrollgruppen utför endast statisk stretching (47). Orsaken till den icke signifikanta ökningen skulle kunna bero på att det krävs mer än sex veckor för att kunna uppnå signifikant effekt av träningen med NHE.

Tre artiklar visar att olika styrketräningsprogram för hamstrings ger statistiskt signifikant ökning av hamstrings excentriska styrka. Genomsnittspoängen på dessa tre artiklar är 4,7 poäng enligt PEDro scale (34, 44, 46). Askling et al. som dessutom undersöker effekten på hamstrings koncentrisk styrka påvisar statistiskt signifikant ökning av denna i interventionsgruppen (34). Artikeln som undersöker olika uppvärmningsprogram som intervention påvisar också signifikant ökning av hamstringsstyrka jämfört med

kontrollgruppen som fortsatte med vanlig träning. I detta fall har typ av kontrollgrupp en stor betydelse då "vanlig" träning är ett brett begrepp som är personligt och inte går att definiera (41).

I september 2021 publicerades en artikel av Impellizzeri et al. där det diskuteras hur effektivt NHE egentligen är och hur studiernas olika metoder och utformningar påverkar resultaten (55). Artikeln belyser att NHE endast har evidens som preventiv intervention inom fotboll medan inom andra idrotter finns bristande vetenskaplig evidens för implementering av interventionen. Impellizzeri et al. hävdar således att förväntningarna av NHE:s effekt borde sänkas speciellt med tanke på att många studier som undersöker NHE gör detta i kombination med andra interventioner. Det går då inte att fastställa om det är NHE som enskild intervention eller NHE i kombination med andra interventioner som har effekt. Stor del av studierna som undersöker NHE:s effekt har hög bias, bland annat på grund av att deltagarna är medvetna om vilken grupp de tillhör i studierna och vilka effekter som förväntas uppnås.

En artikel som inkluderades blev "retracted" från Pubmed efter att den inkluderats i studien (32). Anledningen till att artikeln drogs tillbaka var att de skrivit i ett påstående att det fanns etiskt godkännande för genomförande av studien men detta var ej korrekt. Däremot hade samtliga deltagare gett skriftligt samtycke inför deltagande i studien. Artikeln inkluderades i studien innan detta uppdagades och därför exkluderades studien inte. Artikeln påvisade ingen signifikant skillnad mellan gruppen som fick individuell behandling av idrottskiropraktik och träning jämfört med kontrollgrupp träning som genomförde enbart avseende skadeincidens. Författarnas hypotes är att en orsak till att artikeln blev nekad etiskt godkännande var det mycket höga antalet manipulationer som genomfördes i studien. Inkludering av denna artikeln innebär en svaghet i studien, däremot tillför den inte något i studiens konklusion.

Totalt inkluderar 84,2% av studierna manliga deltagare. De låga antalet studier som inkluderar kvinnor innebär en svaghet för denna studie då resultatet inte är representativt för både könen. Generellt sett är den ekonomiska vinsten mycket större för manliga idrottare vilket leder till att frånvaro från idrott till följd av en skada orsakar större ekonomiskt bortfall för klubbar/organisationer när män drabbas av skador. Detta kan vara en bidragande orsak till att efterfrågan av effektiva preventiva interventioner är större och att forskare därmed riktar sig till manliga idrottare. Studierna inkluderar främst fotbollsspelare. Totalt 12 studier undersöker fotbollsspelare (amerikansk fotboll, australiensk fotboll, europeisk fotboll). studiernas resultat är därmed inte representativt för samtliga sporter till exempel friidrott och dans. När slutsats dras bör det tas i beaktan att detta utfall endast gäller idrottande individer som initialt har en grundnivå av fysisk kapacitet. De inkluderade studierna skiljer sig avsevärt i antal deltagare. Studien med minst antal deltagare hade ett urval på 14 personer medan den studien med flest deltagare hade ett urval på 942 personer. Det kan diskuteras huruvida resultatet från en studie på 14 deltagare är representativ för en större population även om resultatet för just det utvalde urvalet är statistiskt signifikant.

7. Klinisk relevans

Det viktigaste avseende de preventiva interventionerna är att förebygga en första HSI då detta är den enskilt största riskfaktorn för att drabbas av HSI. Denna studie bidrar till en tydlig översikt av effekterna av de olika preventiva interventionerna som har undersökts. Att NHE har stora effekter är ingen nyhet då denna övning används frekvent inom skadeförebyggande träning. Däremot har andra interventioner i denna studie visat sig ha liknande effekter som NHE och kan därför användas som komplement till NHE då NHE är en fysiskt krävande och uttröttande övning. Exempel på sådana interventioner är annan styrketräning för hamstrings och flexibilitetsträning som förebygger flertalet av de nämnda riskfaktorerna för att ådra sig en HSI. Även om andra interventioner har visat på liknande effekter som NHE är NHE en övning som inte kräver någon utrustning samt går snabbt att genomföra. Sannolikheten att den preventiva träningen faktiskt utförs ökar således i och med detta.

8. Framtida forskning

Framtida forskning bör fokusera på att fastställa ett optimalt upplägg avseende frekvens och progression av interventioner, inkludera fler kvinnliga deltagare, innefatta andra idrotter samt utforska effekterna av kombinerade interventioner. Exempel på kombinerade interventioner kan vara NHE och flexibilitetsträning.

9. Konklusion

Sammanfattningsvis verkar NHE och annan styrketräning för hamstring bidra till minskad skadeincidens av HSI. Ovanstående interventioner har dessutom effekt på hamstrings funktion, främst avseende styrka, och hamstring arkitektur vilket därmed kan leda till en minskad risk för HSI. Övriga interventioner har påvisats ha effekt i enstaka studier vilket indikerar att dessa interventioner kan ha effekt men ytterligare studier behövs för att fastställa detta.

Referenser

1. Linklater JM, Hamilton B, Carmichael J, Orchard J, Wood DG. Hamstring injuries: anatomy, imaging, and intervention. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2010 Jun;14(2):131-61.
2. Afonso J, Rocha-Rodrigues S, Clemente FM, Aquino M, Nikolaidis PT, Sarmiento H, Fíltter A, Olivares-Jabalera J, Ramirez-Campillo R. The Hamstrings: Anatomic and Physiologic Variations and Their Potential Relationships With Injury Risk. *Front Physiol.* 2021 Jul 7;12:694604.
3. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med.* 2012 Mar 1;42(3):209-26.
4. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med.* 2016 Jun;50(12):731-7.
5. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011 Jun;45(7):553-8.
6. Edouard P, Branco P, Alonso JM. Muscle injury is the principal injury type and hamstring muscle injury is the first injury diagnosis during top-level international athletics championships between 2007 and 2015. *Br J Sports Med.* 2016 May;50(10):619-30.
7. Rees H, McCarthy Persson U, Delahunt E, Boreham C, Blake C. Epidemiology of injuries in senior men's field hockey: A two-season prospective observational injury surveillance study. *J Sports Sci.* 2020 Dec;38(24):2842-9.
8. Ropiak CR, Bosco JA. Hamstring injuries. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2012;70(1):41-8.
9. Danielsson A, Horvath A, Senorski C, Alentorn-Geli E, Garrett WE, Cugat R, Samuelsson K, Hamrin Senorski E. The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Sep 29;21(1):641.
10. Kuske B, Hamilton DF, Pattle SB, Simpson AH. Patterns of Hamstring Muscle Tears in the General Population: A Systematic Review. *PLoS One.* 2016 May 4;11(5):e0152855.
11. Linklater JM, Hamilton B, Carmichael J, Orchard J, Wood DG. Hamstring injuries: anatomy, imaging, and intervention. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2010 Jun;14(2):131-61.
12. Evangelidis PE, Massey GJ, Ferguson RA, Wheeler PC, Pain MTG, Folland JP. The functional significance of hamstrings composition: is it really a "fast" muscle group? *Scand J Med Sci Sports.* 2017 Nov;27(11):1181-9.
13. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, Orchard J, van Dijk CN, Kerkhoffs GM, Schamasch P, Blottner D, Swaerd L, Goedhart E, Uebliacker P. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* 2013 Apr;47(6):342-50.
14. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2017 May;47(5):907-16.
15. Vatovec R, Kozinc Ž, Šarabon N. Exercise interventions to prevent hamstring injuries in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci.* 2020 Aug;20(7):992-1004.
16. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2013 Apr;47(6):351-8.

17. Van Beijsterveldt AM, van de Port IG, Vereijken AJ, Backx FJ. Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: a systematic review of prospective studies. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 Jun;23(3):253-62.
18. Hickey J, Shield AJ, Williams MD, Opar DA. The financial cost of hamstring strain injuries in the Australian Football League. *Br J Sports Med*. 2014 Apr;48(8):729-30.
19. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, Williams MD, Opar DA. Criteria for Progressing Rehabilitation and Determining Return-to-Play Clearance Following Hamstring Strain Injury: A Systematic Review. *Sports Med*. 2017 Jul;47(7):1375-87.
20. Roe M, Murphy JC, Gissane C, Blake C. Hamstring injuries in elite Gaelic football: an 8-year investigation to identify injury rates, time-loss patterns and players at increased risk. *Br J Sports Med*. 2018 Aug;52(15):982-8.
21. Askling C, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med*. 2006 Jan;40(1):40-4.
22. Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med*. 2006 Aug;34(8):1297-306.
23. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med*. 2006 Sep;40(9):767-72.
24. Harris JD, Griesser MJ, Best TM, Ellis TJ. Treatment of proximal hamstring ruptures - a systematic review. *Int J Sports Med*. 2011 Jul;32(7):490-5.
25. Silder A, Sherry MA, Sanfilippo J, Tuite MJ, Hetzel SJ, Heiderscheit BC. Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013 May;43(5):284-99.
26. Erickson LN, Sherry MA. Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *J Sport Health Sci*. 2017 Sep;6(3):262-70.
27. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*. 2009 Jul 21;339:b2700.
28. Physiotherapy Evidence Database. PEDro scale. [Internet] Physiotherapy Evidence Database;1999 [updated 1999; cited 2021-09-22] Available from: https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale.pdf
29. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother*. 2009;55(2):129-33.
30. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003 Aug;83(8):713-21.
31. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother*. 2020 Jan;66(1):59.
32. Hoskins W, Pollard H. The effect of a sports chiropractic manual therapy intervention on the prevention of back pain, hamstring and lower limb injuries in semi-elite Australian Rules footballers: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010 Apr 8;11:64.
33. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *Am J Sports Med*. 2008 Jun;36(6):1052-60.

34. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*. 2003 Aug;13(4):244-50.
35. van der Hoef PA, Brink MS, Huisstede BMA, van Smeden M, de Vries N, Goedhart EA, Gouttebarga V, Backx FJG. Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players? - A cluster-RCT. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Apr;29(4):515-23.
36. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2011 Nov;39(11):2296-303.
37. van der Horst N, Smits DW, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJ. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2015 Jun;43(6):1316-23.
38. Hasebe Y, Akasaka K, Otsudo T, Tachibana Y, Hall T, Yamamoto M. Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med*. 2020 Mar;41(3):154-60.
39. Lovell R, Knox M, Weston M, Siegler JC, Brennan S, Marshall PWM. Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? *Scand J Med Sci Sports*. 2018 Feb;28(2):658-66.
40. Medeiros TM, Ribeiro-Alvares JB, Fritsch CG, Oliveira GS, Severo-Silveira L, Pappas E, Baroni BM. Effect of Weekly Training Frequency With the Nordic Hamstring Exercise on Muscle-Strain Risk Factors in Football Players: A Randomized Trial. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020 Jun 24:1-8.
41. Daneshjoo A, Mokhtar A, Rahnama N, Yusof A. The effects of injury prevention warm-up programmes on knee strength in male soccer players. *Biol Sport*. 2013 Dec;30(4):281-8.
42. Ishøi L, Hölmich P, Aagaard P, Thorborg K, Bandholm T, Serner A. Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. *J Sports Sci*. 2018 Jul;36(14):1663-72.
43. Gabbe BJ, Branson R, Bennell KL. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *J Sci Med Sport*. 2006 May;9(1-2):103-9.
44. Timmins RG, Filopoulos D, Nguyen V, Giannakis J, Ruddy JD, Hickey JT, Maniar N, Opar DA. Sprinting, Strength, and Architectural Adaptations Following Hamstring Training in Australian Footballers. *Scand J Med Sci Sports*. 2021 Jun;31(6):1276-89.
45. Wan X, Li S, Best TM, Liu H, Li H, Yu B. Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strains during sprinting. *J Sport Health Sci*. 2021 Mar;10(2):222-9.
46. Bourne MN, Duhig SJ, Timmins RG, Williams MD, Opar DA, Al Najjar A, Kerr GK, Shield AJ. Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *Br J Sports Med*. 2017 Mar;51(5):469-77.
47. Seymore KD, Domire ZJ, DeVita P, Rider PM, Kulas AS. The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *Eur J Appl Physiol*. 2017 May;117(5):943-53.
48. Ribeiro-Alvares JB, Marques VB, Vaz MA, Baroni BM. Four Weeks of Nordic Hamstring Exercise Reduce Muscle Injury Risk Factors in Young Adults. *J Strength Cond Res*. 2018 May;32(5):1254-62.
49. Siddle J, Greig M, Weaver K, Page RM, Harper D, Brogden CM. Acute adaptations and subsequent preservation of strength and speed measures following a Nordic

- hamstring curl intervention: a randomised controlled trial. *J Sports Sci.* 2019 Apr;37(8):911-20.
50. Freeman BW, Young WB, Talpey SW, Smyth AM, Pane CL, Carlon TA. The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019 Jul;59(7):1119-25.
 51. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2017 May;47(5):907-16
 52. van Dyk N, Behan FP, Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *Br J Sports Med.* 2019 Nov;53(21):1362-70
 53. Faigenbaum AD, Westcott WL, Loud RL, Long C. The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics.* 1999 Jul;104(1):e5.
 54. Morganti CM, Nelson ME, Fiatarone MA, Dallal GE, Economos CD, Crawford BM, Evans WJ. Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 Jun;27(6):906-12.
 55. Impellizzeri FM, McCall A, van Smeden M. Why methods matter in a meta-analysis: a reappraisal showed inconclusive injury preventive effect of Nordic hamstring exercise. *J Clin Epidemiol.* 2021 Sep 11;140:111-24.

Bilagor

Bilaga 1

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.