

Kandidatnummer 10024 og 10053

# Den forebyggende effekten av ulike doseringer av Nordic Hamstring Exercise på hamstringsskader hos mannlige fotballspillere

The preventive effect of different dosages of the Nordic Hamstring Exercise on hamstring injuries among male soccer players

Bacheloroppgave i Fysioterapi  
November 2023



Kandidatnummer 10024 og 10053

# **Den forebyggende effekten av ulike doseringer av Nordic Hamstring Exercise på hamstringsskader hos mannlige fotballspillere**

The preventive effect of different dosages of the Nordic Hamstring Exercise on hamstring injuries among male soccer players


Bacheloroppgave i Fysioterapi  
November 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for medisin og helsevitenskap  
Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap



Kunnskap for en bedre verden





**Den forebyggende effekten av ulike doseringer av  
Nordic Hamstring Exercise på hamstringsskader hos  
mannlige fotballspillere**

**The preventive effect of different dosages of the  
Nordic Hamstring Exercise on hamstring injuries  
among male soccer players**

**NTNU**

**FT21**

**2023**

**Kandidatnummer 10024 og 10053**



## **Sammendrag**

Hamstringsstrekk er den vanligste skaden blant fotballspillere. Nordic Hamstring Exercise er en eksentrisk styrkeøvelse for hamstringsmuskulaturen som brukes for å forebygge hamstringsskader innenfor fotball. Problemstillingen i denne oppgaven er «Hvordan dosere Nordic Hamstring Exercise for best mulig forebyggende effekt og lavest forekomst av hamstringsskader hos mannlige fotballspillere?» Noen andre intervensjoner blir også belyst og sammenlignet med Nordic Hamstring Exercise. Betydningen av compliance blir sett i sammenheng med skadeinsidens. I tillegg blir forskjeller mellom skader på ulike nivåer og aldersgrupper diskutert. Totalt 8 studier med kun mannlige fotballspillere ble inkludert i dette litteraturstudiet. Disse studiene ble funnet ved hjelp av søkeordene `soccer, hamstring, strain, injur\*, prevent\* og nordic hamstring´ på databasene Medline og SPORTDiscus. De systematiske litteratursøkene som ble utført ga henholdsvis 56 treff på Medline og 46 treff på SPORTDiscus. Resultatene viser at Nordic Hamstring Exercise har effekt på forekomsten av hamstringsskader uansett dosering, men at programmene med høyest dosering hadde best effekt. Høy dosering og høy grad av compliance er to faktorer som viser seg å bidra til å oppnå lavest skadeforekomst. Likevel bør det vurderes om lav dosering heller skal benyttes om dette fører til høyere grad av compliance.

## **Abstract**

Hamstring strain is the most common injury among soccer players. Nordic Hamstring Exercise is an eccentric strength exercise for the hamstring muscles that is used to prevent hamstring injuries in soccer. The aim of this literature study is to answer the question “Which dosage of the Nordic Hamstring Exercise gives the best preventive effect and the lowest incidence of hamstring strains among male soccer players?” Some other interventions are also compared with the Nordic Hamstring Exercise. The importance of compliance is seen in the context of injury incidence. In addition, differences between injuries at different levels and age groups are discussed. A total of 8 studies with male soccer players were included in this literature study. These studies were found using the search terms `soccer, hamstring, strain, injur\*, prevent\* and nordic hamstring' on the databases Medline and SPORTDiscus. The searches resulted in 56 hits on Medline and 46 hits on SPORTDiscus. The results show that the Nordic Hamstring Exercise has an effect on the

occurrence of hamstring injuries regardless of dosage, but that the programs with the highest dosage had the best effect. High dosage and a high compliance rate are two factors that contribute to achieving the lowest incidence rate. It should be considered whether a low dosage should be used if this leads to a higher compliance.

# Innholdsfortegnelse

<b>1.0 Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn for tema & problemstilling .....	1
1.2 Skader og skademekanismer .....	2
1.3 Ulike intervensjoner .....	4
1.4 Relevans for fysioterapi .....	6
<b>2.0 Metode og materiale</b> .....	<b>7</b>
2.1 Søkestrategi .....	7
2.2 Inklusjonskriterier .....	8
2.3 Eksklusjonskriterier .....	8
2.4 Inkluderte studier .....	9
<b>3.0 Resultat</b> .....	<b>10</b>
3.1 Studiedesign og metode .....	10
3.2 Kvalitetssikring .....	12
3.3 Intervensjon .....	12
3.4 Deltakere .....	15
3.5 Skadeforekomst .....	15
3.6 Compliance .....	16
<b>4.0 Diskusjon</b> .....	<b>17</b>
4.1 Presentasjon av hovedresultatet .....	17
4.2 Implementering av Nordic Hamstring Exercise .....	17
4.3 Kvaliteten på gjennomføringen av Nordic Hamstring Exercise .....	18
4.4 Forskjeller på nivå og aldersgrupper .....	19
4.5 Gruppestørrelse og validitet på resultatet .....	20
4.6 Betydningen av compliance .....	21
4.7 Effekten av andre intervensjoner .....	22
4.8 Overføringsverdi .....	24
4.9 Metodekritikk - styrker og svakheter .....	25
4.10 Praktiske implikasjoner av funn .....	26
<b>5.0 Konklusjon</b> .....	<b>27</b>
<b>6.0 Referanseliste</b> .....	<b>28</b>



## 1.0 Innledning

### 1.1 Bakgrunn for tema & problemstilling

Det skjer hyppig skader blant fotballspillere og mange må legge opp som profesjonelle spillere som følge av både akutte og langvarige skader (Drawer & Fuller, 2001). Bahr et al. definerer en idrettsskade som en vevsskade som oppstår som et resultat av idrett eller trening. Idrettsskader kan igjen deles inn i belastningsskader og akutte skader, og avhenger av skademekanismen og symptomdebut (Bahr et al., 2014, s. 1). Hamstringsstrekk er den vanligste skaden blant fotballspillere, med tall som viser til at eliteklubber er forventet å ha 5-6 spillere med minst en hamstringsskade i løpet av en sesong (de Oliveira et al., 2020, s. 572).

Skadeinsidens er et begrep som brukes for å beskrive forekomsten av skader. Det kan defineres som antall nye skader i en gruppe mennesker over en gitt tidsperiode eller antall nye skader i løpet av perioden delt på totalt antall aktive idrettsutøvere i den samme perioden (Phillips, 2000, s. 133). Tall fra en studie fra 1978 viser at hamstringsskader sto for 7 % av skadene i fotball, mens studier fra 2001-2003 viste at andelen var mellom 12-17 % (Mjøltnes et al., 2004, s. 311). En nyere studie som undersøkte forekomsten av hamstringsskader i 21 sesonger, viste en økning fra 12 % hamstringsskader i 2001/02 til 24 % i 2021/22. Dette viser altså at hamstringsskader i dag utgjør nesten ¼ av alle fotballrelaterte skader (Ekstrand et al., 2022, s. 294). En sannsynlig årsak til denne trenden er at dagens fotball er mer fysisk krevende og har et høyere kampvolum (Ekstrand et al., 2022, s. 296). Det er viktig at personer som arbeider tett på fotballspillere har en forståelse for hvordan ulike skader oppstår, da dette legger et bedre grunnlag når man skal drive med forebyggende trening (Bahr et al., 2014, s. 43).

Det har til nå blitt gjennomført mange studier som har forsket på skadeforebyggende trening, og forebygging av hamstringsskader spesifikt. Øvelsen Nordic Hamstring Exercise (NHE) har vist god effekt og resultert i lavere skadeinsidens blant fotballspillere. Ulike studier har vist at den eksentriske treningen har hatt effekt uavhengig av dosering, men de ulike studiene har forskjellige programmer som kan ha ulik grad av effekt. Et 10-ukers program foreskrevet av

Mjølsnes i 2004 har blitt mye brukt i senere studier, og har vist å ha god effekt avhengig av grad av gjennomføring (Mjølsnes et al., 2004, s. 313). Likevel ser man at de færreste fotballklubber forholder seg til det anbefalte programmet. Fra engelske toppklubber er det rapportert om at så lite som 17 % av klubbene har tatt i bruk 10-ukers programmet som anbefalt, med mangel på tid oppgitt som en av de vanligste årsakene til lav compliance (Chesterton et al., 2020, s. 217-218). Blant norske eliteklubber er tallet enda lavere, med kun 11 % gjennomføring (Chesterton et al., 2022, s. 576-577). Det har senere blitt forsket på andre treningsprogrammer med variasjoner i dosering. Sammenligning av de ulike programmene vil kunne si noe om 10-ukers programmet er det mest optimale, eller om det finnes andre programmer med like god eller bedre effekt som samtidig tilrettelegger for høyere compliance. Hensikten med dette litteraturstudiet er derfor å sammenligne ulike NHE-programmer som er utprøvd for å finne ut om ulik dosering gir variasjoner i effekt på skadeforebygging blant fotballspillere, og dermed forsøke å finne den beste måten å dosere treningen på.

## **Problemstilling**

Hvordan dosere Nordic Hamstring Exercise for best mulig forebyggende effekt og lavest forekomst av hamstringsskader hos mannlige fotballspillere?

### 1.2 Skader og skademekanismer

De tre musklene biceps femoris, semimembranosus og semitendinosus, med utspring fra tuber ichii (sitteknuten) som fester seg lateralt på fibulahodet og på gåsefoten, kalles hamstrings (Juel, 2014, s. 293-294). Hamstringsmuskulaturen innerveres av nervus tibialis og nervus fibularis (biceps femoris caput brevis). Muskelgruppen går over både hofteledd og kneledd. Muskelens oppgave er å flektere kneleddet og ekstendere hofteledd (Dahl & Rinvik, 2018, s. 505). En hamstringsskade defineres som en akutt oppstått muskelsmerte på baksiden av låret i forbindelse med akselerering, sprint, vendinger og skudd under kamp eller organisert trening (Arnason et al., 2008, s. 42-43). I samtlige av de inkluderte studiene må skaden forårsake fravær fra minst en trening eller kamp for å kunne medregnes i statistikken for hamstringsskader.

Det er to ulike skademekanismer bak hamstringsstrekk, hvor den vanligste skadetyper er sprintskade (Skadefri, u.å.). Denne skaden skjer i den siste delen av svingfasen under sprint. Da er hoften flektert og kneet ekstendert slik at hamstringsmuskelen er i omtrent maksimal utstruktet posisjon (van der Horst et al., 2015, s. 1321). Denne overstrekkningen av muskelen kalles en distensjonsruptur, og symptomene som oppleves er huggsmerte i muskelen idet skaden skjer, etterfulgt av ømhet og redusert evne til å kontrahere muskelen (Bahr et al., 2014, s. 21). Jo høyere sprinthastigheten er, desto mer eksentrisk styrke kreves for å bremse bevegelsen (van der Horst et al., 2015, s. 1321). Hamstringsskadene oppstår som oftest mot slutten av en omgang, og dette kan ha noe med at fatigue/utmattelse spiller en rolle (Elerian et al., 2019, s. 466).

Den andre skadetyper er stretchingskader. Disse skadene skjer ved for eksempel høye spark eller sklitaklinger hvor kne- og hoftelodd er i en så ekstrem ytterstilling at hamstringsmuskelen utsettes for stor forlengelse (Skadefri, u.å.). Sprintskadene er vanligvis i overgangen mellom senen og muskelen biceps femoris, mens stretchingskader som oftest er i selve senen (Skadefri, u.å.). Sener har dårlig blodforsyning, særlig i overgangen mellom sene og ben, så reparasjon etter en skade tar ofte lang tid (Juel, 2014, s. 23). Sprintskader har bedre forhold for tilheling av skaden enn stretchingskader da skjelettmuskulatur har både god blod- og nerveforsyning. Dette på grunn av at hver enkelt muskelfiber har tett i tett med kapillærer rundt seg, og tettheten av kapillærer øker også ytterligere ved trening (Dahl & Rinvik, 2018, s. 220).

Den største risikofaktoren for hamstringsskade er tidligere hamstringsskade. Andre faktorer som øker risikoen er nedsatt bevegelighet, som ofte kommer med alderen, og redusert eksentrisk muskelstyrke (Skadefri, u.å.). Hvis quadricepsuskulaturen er sterk i forhold til hamstringsuskulaturen, vil dette også kunne øke risikoen for hamstringsstrekk (Bahr et al., 2014, s. 52). Skadeforebyggende trening utvikles på bakgrunn av forskning om risikofaktorer for skader og skademekanismer innen den enkelte idretten (Bahr et al., 2014, s. 45). Oppvarming og lett uttøying før trening og kamp er først og fremst de viktigste tiltakene for å forhindre hamstringsstrekk. Utover dette kommer spesifikk forebyggende trening for hamstringsmuskelen inn (Bahr et al., 2014, s. 52).

Eksentrisk hamstringstyrke er en viktig modifiserbar risikofaktor (van der Horst et al., 2015, s. 1316). Dermed er eksentrisk styrketrening viktig for å forebygge hyppigheten av skader. Eksentrisk styrketrening innebærer å kunne holde imot, altså å bremse i en bevegelse. Muskelen vil forlenges under aktiviteten, og eksentrisk trening brukes for å øke styrken og kontrollen i den eksentriske fasen samt kunne gi bedre konsentrisk styrke under aktiviteter hvor muskelen forkortes (Østerås & Stensdotter, 2020, s. 40). Styrkeutvikling skjer både ved forandringer i alle nivåer i det sentrale nervesystemet og endringer lokalt i muskelfibrene. I muskelfibrene endrer ione kanalene i cellemembranen karakter og muskelfiberen får økt ledningshastighet. Dette vil kunne gjøre musklene mer effektive da fiberens kontraksjonshastighet bedres. Den største styrkeutviklingen skjer i starten av en treningsperiode (Østerås & Stensdotter, 2020, s. 23). Generelt for styrketrening anbefales tung motstand og relativt få repetisjoner hvis målet er å bli sterkere (Helbostad et al., 2016, s. 392). Det kreves større stimuli for styrkeutvikling hos veltrente personer enn hos de med lavere treningsnivå for å oppnå progresjon (Østerås & Stensdotter, 2020, s. 25). Den eksentriske styrken som utvikles vil kunne ha en overføringsverdi til det som kreves for å bremse bevegelsen som skjer under sprint. Dette vil kunne bidra til å forhindre sprints skader.

### 1.3 Ulike intervensjoner

Nordic Hamstring Exercise er hovedintervensjonen i dette litteraturstudiet, med fokus på ulik dosering av øvelsen. Dosering er et medisinsk begrep som i utgangspunktet brukes ved legemiddelbehandling, og sier noe om mengde og hvor ofte man skal ha en type medisin (Sharma & Dunham, 2023, s. 1). Innen fysioterapi vil dosering være å finne riktig hyppighet, varighet og antall sett og repetisjoner for en aktuell intervensjon. Effekten av ulike intervensjoner avhenger av compliance. Graden av compliance hos en utøver handler om evnen til å forholde seg til og gjennomføre anbefalinger gitt av blant annet helsepersonell. Dette innebærer også rapportering av eventuelle bivirkninger (Tveiten, 2020, s. 51). Det kan kort sagt forklares som et mål på graden av gjennomføring. I dette tilfellet er det fysioterapeuten som instruerer et treningsprogram som utøverne rådes til å implementere i treningen.

Nordic Hamstring Exercise er en eksentrisk styrkeøvelse det har blitt gjennomført mange studier på for å finne ut hvordan effekten av øvelsen er. NHE utføres ved at ankene stabiliseres ned mot gulvet ved at en person holder de fast. Overkroppen holdes strak, og hofteleddene er ekstenderte. Utøveren lar seg falle sakte fremover med armene foran brystet. Målet med øvelsen er at man skal bruke hamstringsmuskulaturen til å holde igjen bevegelsen og forsøke å holde den eksentriske fasen lengst mulig. Man bruker armene for å dytte seg opp igjen, da den konsentriske fasen ikke er en del av øvelsen (Arnason et al., 2008, s. 43; Petersen et al., 2011, s. 2298-2299; van der Horst et al., 2015, s. 1317; Elerian et al., 2019, s. 467; Medeiros et al., 2020, s. 1028; Hasebe et al., 2020, s. 156; Raya-González et al., 2021, s. 589). Øvelsen kan også gjennomføres ved hjelp av NordBord, som er et hjelpemiddel som brukes for å måle hamstringsstyrke. Ankene festes til NordBord-apparatet før man senker overkroppen fremover. Utøveren kan eventuelt holde ekstra vekt foran brystet for større motstand (Cadu et al., 2023, s. 2).

Flere studier henviser til Mjølshes et al. sitt 10-ukers treningsprogram med NHE som intervensjon. I denne studien fra 2004 ble NHE-programmet sammenlignet med et program bestående av den konsentriske øvelsen Hamstring Curls. Effekten av begge intervensjonene ble målt i forbedring av eksentrisk muskelstyrke. NHE-programmet ga den største økningen, noe som tilsier at de ulike formene for styrketrening er oppgavespesifikke (Mjølshes et al., 2004, s. 314-315). Oppgavespesifikk trening vil si å trene spesifikt på det man har som mål å bli god på (Østerås & Stensdotter, 2020, s. 45). Skadefri henviser til Mjølshes et al. sitt NHE-program i sine anbefalinger for forebygging av hamstringsskader (Skadefri, u.å.). Andre studier har undersøkt programmer med ulik dosering, inkludert både høyere og lavere volum, og fått positive resultater. I tillegg har sprinttrening og fleksibilitetstrening kombinert med NHE blitt forsket på.

Som nevnt tidligere, er sprintskader den vanligste skadetypen ved hamstringsstrekk, og derfor kan sprinttrening være aktuelt i kombinasjon med NHE ved forebygging av hamstringsskader (Raya-González et al., 2021, s. 589). I studien til Raya-González et al. ble sprinthastigheten forbedret i intervensjonsgruppen, men det var ingen tydelig forskjell i forekomsten av hamstringsskader mellom de to gruppene i studien. Sprinttreningen ble utført en gang i uken i kombinasjon med NHE, og besto av 1 x 40 m sprint (uke 1-2), 2 x 40 m sprint (uke 3-5), 3 x 40

m sprint fra gående utgangspunkt (uke 6-8), 2 x 40 m sprint fra joggende utgangspunkt (uke 9-11) og 3 x 40 m sprint fra joggende utgangspunkt + COD (uke 12-14) (Raya-González et al., 2021, s. 595). COD var en av sprinttestene som også ble utført før oppstart av programmet (Raya-González et al., 2021, s. 593). Det bør forskes mer på sprinttrening kombinert med NHE, da ingen tidligere studier har undersøkt effekten dette har på forekomsten av hamstringsskader (Raya-González et al., 2021, s. 590).

Det har også blitt forsket på om fleksibilitetstrening har en forebyggende effekt på hamstringsskader, da nedsatt bevegelighet nevnes som en risikofaktor. I en studie fra 2008 ble fleksibilitetstrening alene sammenlignet med et program som kombinerte NHE og fleksibilitetstrening. Øvelsen gikk ut på at utøveren lå på ryggen mens en partner løftet ett bein av gangen med en liten fleksjon i kneet, før utøveren strakk beinet helt ut i 10 sekunder. Dette ble etterfulgt av at utøver slappet av i beinet, mens partner strakk på muskulaturen i minst 45 sekunder ved å lene seg fremover. Denne øvelsen ble utført etter trening tre ganger i uka under pre-season og en til to ganger ukentlig underveis i fotballsesongen (Arnason et al., 2008, s. 42). Det ble ikke funnet en forskjell i skadeinsidens, og fleksibilitetstreningen så heller ikke ut til å gi noen endring i skadens alvorlighetsgrad når det ble sammenlignet med samme gruppe før oppstart av intervensjonen (Arnason et al., 2008, s. 43). Den forebyggende effekten av fleksibilitetstrening er ifølge forskningen uklar fordi den som oftest har blitt gjort i kombinasjon med annen intervensjon. Effekten av fleksibilitetstrening kan derfor ikke måles isolert (Ylinen, 2008, s. 22).

#### 1.4 Relevans for fysioterapi

For skader som oppstår uten kontakt med andre spillere, som hamstringstrekk er et eksempel på, viser forskningen til at gjennomarbeidede forebyggingsprogrammer fører til lavere skadeinsidens (Meurer et al., 2017, s. 1). En systematisk oversikt fra 2017 har vist en reduksjon på opptil 51 % på forekomsten av hamstringsskader blant fotballag som har benyttet seg av forebyggende programmer med Nordic Hamstring Exercise (Al Attar et al., 2017, s. 912). Dette indikerer at skadeforebyggende trening bør prioriteres blant fotballspillere. Likevel viser det seg i en studie med brasilianske eliteklubber at det spriker en del mellom anbefalingene og hva som gjøres i

klinisk praksis (Meurer et al., 2017, s. 6). Den lave graden av gjennomføring av skadeforebyggende trening kan komme av mangel på tid i et tett trenings- og kampprogram (Medeiros et al., 2020, s. 1026).

Fysioterapeuter har en svært viktig rolle i både rehabilitering, men også forebygging av hamstringsskader. Forebyggingen kan starte med at fysioterapeuter observerer treningssituasjoner for å kunne oppdage eventuelle treningsfeil eller utfordringer som kan knyttes til risikofaktorer for hamstringsstrekk. Ut fra observasjoner som gjøres samt anatomisk og fysiologisk kunnskap, vil fysioterapeuter kunne bidra med kunnskapsformidling til både trenere og utøvere for implementering av mest mulig effektiv og gjennomførbar skadeforebyggende trening (Goodman & Fuller, 2021, s. 1248).

## 2.0 Metode og materiale

### 2.1 Søkestrategi

Det ble utført et systematisk litteratursøk i databasene “Medline” og “SPORTDiscus” i perioden 22. september til 5. oktober 2023. Søkordene som ble brukt var `soccer, hamstring, strain, injur\*, prevent\* og nordic hamstring´. Ordene `soccer´ og `football´ ble valgt under `soccer´, `hamstring muscles´ ble valgt under `hamstring´ og `primary prevention´ ble valgt under `prevent\*´. Søket ble avgrenset til årene 2007-2023 og Scholarly (Peer Reviewed) Journals. Oversikten over hvordan søkeordene ble valgt finnes i PICO-skjemaet (Tabell 1). Søket på “Medline” ga 56 treff. Etter gjennomgang av overskrifter og abstract sto det igjen 20 artikler. Deretter ble de 20 artiklene gjennomgått og til slutt ble 8 relevante artikler utvalgt basert på inklusjons- og eksklusjonskriteriene listet opp i avsnitt 2.2 og 2.3. Søket på SPORTDiscus ga 46 treff. 32 artikler ble ekskludert basert på informasjon fra overskrifter og abstract og 6 artikler ble ekskludert etter full gjennomgang av tekstene. De 8 artiklene som sto igjen var de samme som ble valgt ut på “Medline”. En oversikt over søkeprosessen er fremstilt i et flytskjema (Figur 1). Physiotherapy Evidence Database Scale (PEDRO-scale) ble benyttet for å vurdere kvaliteten på RCT-studiens metoder, mens STROBE ble brukt for å kvalitetssikre kohortestudiens metoder.

**Tabell 1: Valg av søkeord etter PICO-skjema**

P	I	C	O
Patient/problem	Intervention	Comparison	Outcome
Mannlige fotballspillere	Nordic Hamstring Exercise som forebyggende øvelse	Dosering av Nordic Hamstring Exercise	Hvordan dosere Nordic Hamstring Exercise for mest effektiv forebygging av hamstringsskader?
Soccer, hamstring	Nordic hamstring		Strain, injur*, prevent*

## 2.2 Inklusjonskriterier

- Mannlige utøvere
- Kvantitative studier
- Kun fotball
- Nordic hamstring exercise som intervensjon
- Beskrevet gjennomføringen av intervensjonen i sin helhet
- Profesjonelle og/eller amatører

## 2.3 Eksklusjonskriterier

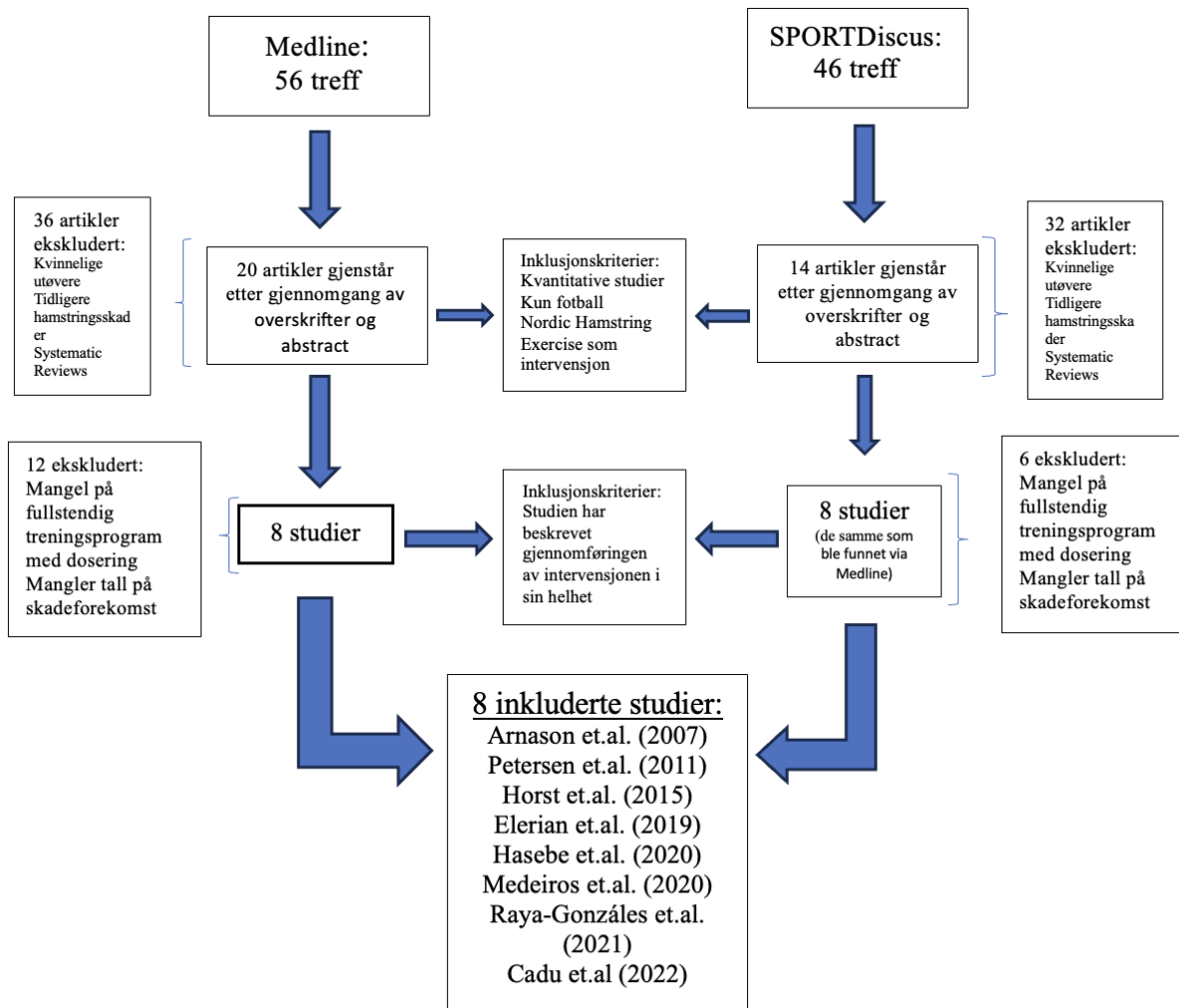
- Kvinnelige utøvere
- Artikler som kun tok for seg utøvere med tidligere hamstringsskade
- Mangel på fullstendig treningsprogram med dosering
- Mangel på tall på skadeforekomst
- Systematic Reviews

Det ble gjort et valg om å ekskludere kvinnelige utøvere. Valget baseres til dels på grunn av lite forskning gjort på denne gruppen. Noen studier har imidlertid gjort undersøkelser på kvinnelige fotballspillere, men disse studiene har som formål å for eksempel måle styrkeutvikling eller muskellengde. Mangel på andre momenter som møter inklusjonskriteriene gjør også at disse artiklene må ekskluderes. Dermed står det kun igjen studier gjort på menn som kan brukes for å



besvare problemstillingen. De inkluderte studiene måler også effekten av NHE på de samme premissene og dermed blir det mer homogenitet i gruppene, noe som muliggjør sammenligning på et bedre grunnlag.

**Figur 1: Søkeprosess**



## 2.4 Inkluderte studier

De 8 gjenværende artiklene som ble inkludert i dette litteraturstudiet består av to kohortestudier, fem randomiserte kontrollerte studier og en randomisert studie. Tabell 2 under “Resultat” viser en oversikt over studiedesign, deltakere, intervensjon og varighet, skadeforekomst og resultat for

de utvalgte studiene. Rekkefølgen er sortert etter årstall for publikasjon fra eldst til nyest. I resten av oppgaven blir studiene referert til ved bruk av numrene 1 til 8 og en kombinasjon av navn på forfatteren og studiets nummer.

### 3.0 Resultat

#### 3.1 Studiedesign og metode

Alle studiene som er inkludert i denne oppgaven er kvantitative studier. Artikkel 1 og 8 er kohortestudier, artikkel 2-5 og 7 er randomiserte kontrollerte studier, mens artikkel 6 er en randomisert studie uten kontrollgruppe. Artikkel 2, 3, 5 og 7 hadde en intervensjonsgruppe som gjennomførte NHE-program og en kontrollgruppe for sammenligning av skadeforekomst. Intervensjonsgruppen i artikkel 7 gjennomførte sprinttrening i tillegg til NHE-programmet. Artikkel 4 og 6 har to intervensjonsgrupper med ulik dosering av NHE i hver studie. I tillegg har artikkel 4 en kontrollgruppe å sammenligne skadeforekomsten med, og denne gruppa var det samme laget i forrige sesong. I artikkel 8 sammenlignes skadeforekomsten mellom to grupper med omtrent de samme spillerne over to sesonger. Kontrollgruppen er det samme laget sesongen før implementering av NHE-programmet. I artikkel 1 ble det brukt to sesonger for innsamling av data på skadeforekomst, og deretter ble det innført NHE-program og fleksibilitetsprogram. Effekten av NHE kombinert med fleksibilitet ble sammenlignet med kun fleksibilitetstrening, målt i skadeforekomst.

**Tabell 2: Resultattabell**

	Studie	Studiedesign	Deltakere	Intervensjon og varighet	Skadeforekomst	Resultat
1.	Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr, R. (2007)	Kohortestudie	Profesjonelle 18-24 spillere per lag 1999: 17 lag 2000: 29 lag 2001: 30 lag 2002: 24 lag	4 sesonger  NHE og fleksibilitetstrening	Ikke oppgitt tall på totalt antall skader	65 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG
2.	Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E. &	Randomisert kontrollert studie	942 profesjonelle, semi-profesjonelle og amatører	IG: 10 uker (27 NHE-økter) Deretter 1 ukentlig økt	IG: 15/461 = 3,3 % KG: 52/481 = 10,8 %	69 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG

	Hölmich, P. (2011)		GA: ikke oppgitt IG: 461 spillere KG: 481 spillere	KG: kun vanlig fotballtrening		
3.	van der Horst, N., Smits, D-W., Petersen, J., Goedhart, E. A. & Backx, F. J. G. (2015)	Randomisert kontrollert studie	579 amatører GA: 24,5 år IG: 292 spillere KG: 287 spillere	IG: 13 uker (25 NHE-økter)  KG: kun vanlig fotballtrening	Uke 1-13: IG: 5 /292 KG: 7/287  Uke 13-52: IG: 6 /292 KG: 18/287  Uke 1-52: IG: 11/292 = 3,8 % KG: 25/287 = 8,7 %	56 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG
4.	Elerian, A. E., El-Sayyad, M. M. & Dorgham, H. A. A. (2019)	Randomisert kontrollert studie	34 profesjonelle Alder: 21-35 år IG1: 17 spillere IG2: 17 spillere KG: samme lag i forrige sesong	12 uker  IG1: NHE før og etter vanlig fotballtrening (50 økter)  IG2: NHE kun før vanlig fotballtrening (25 økter)	IG1: 1/17 = 5,9 % 92 % færre skader i IG1 enn i KG  IG2: 3/17 = 17,6 % 80 % færre skader i IG2 enn i KG	66,5 % lavere skadeforekomst i IG1 enn i IG2
5.	Hasebe, Y., Akasaka, K., Otsudo, T., Tachibana, Y., Hall, T. & Yamamoto, M. (2020)	Randomisert kontrollert studie	259 amatører Alder: 15-18 år IG: 156 spillere KG: 103 spillere	IG: 27 uker (51 NHE-økter)  KG: kun vanlig fotballtrening	IG: 4/156 = 2,6 %  KG: 3/103 = 3 %	13 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG
6.	Medeiros, T. M., Ribeiro-Alvares, J. B., Fritsch, C. G., Oliveira, G. S., Severo-Silveira, L., Pappas, E. & Baroni, B. M. (2020)	Randomisert studie	32 profesjonelle Alder: 18-23 år IG1: 15 spillere IG2: 17 spillere	8 uker  IG1: 1 NHE-økt i uka  IG2: 2 NHE-økter i uka	IG1: 1/15 = 6,7 % IG2: 0/17 = 0 %  På samme tidsrom forrige sesong (uten NHE-program) indikeres det at det var 7 HS (av et uvisst antall spillere)	
7.	Raya-González, J., Martin, L. T., Beato, M., Rodríguez-Fernández, A. & Sanchez-Sanchez, J. (2021)	Randomisert kontrollert studie	49 U19-spillere GA: 17,8 år IG: 23 spillere KG: 26 spillere	14 uker  IG: NHE og sprinttrening en gang per uke  KG: kun vanlig fotballtrening	IG: 1/23 = 4,3 % KG: 3/26 = 11,6 %	63 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG
8.	Cadu, J-P., Goreau, V. &	Kohortestudie	30 profesjonelle	21 uker	IG: 5/23 = 22 % KG: 9/23 = 39 %	44 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG

	Lacourpaille, L. (2022)		IG (GA: 25,6 år): 23 spillere (7 nye som ikke var i KG)  KG (GA: 24,7 år): 23 spillere	IG: NHE (med bruk av NordBord)  KG: kun vanlig fotballtrening		
IG: intervensjonsgruppe KG: kontrollgruppe GA: gjennomsnittsalder HS: hamstringsskade(r)						

### 3.2 Kvalitetssikring

For å kvalitetssikre metodene til de fem RCT-studiene og den ene randomiserte studien som er inkludert i besvarelsen, har Physiotherapy Evidence Database scale (PEDro-scale) blitt benyttet. Ved hjelp av dette skjemaet oppnår studien en poengsum mellom 0-10, basert på 11 spørsmål om studiens metode. Score kan deles inn i <4 poeng (poor), 4-5 poeng (fair), 6-8 poeng (good) og 9-10 poeng (excellent), og på den måten klassifisere hvor god en studie er (Cashin & McAuley, 2020, s. 59). Blant RCT-studiene i dette litteraturstudiet havner studiene 3, 4 og 7 i kategorien “fair” med 4-5 poeng, mens studiene 2, 5 og 6 har poeng mellom 6-8 og betegnes som “good”.

De to inkluderte kohortestudiene har blitt kvalitetssikret ved hjelp av STROBE (STrengthening the Reporting of OBServational studies in Epidemiology), som er en felles sjekklister for kohortestudier, case-control- og tverrsnittstudier. STROBE-score er definert som et nummer av 22 elementer på sjekklisten (Bastuji-Garin et al., 2013, s. 2-4). Kohortestudiene i denne besvarelsen har en score på 18/22 (studie 1) og 17/22 (studie 8). Dette gjør de begge til relativt gode studier, som inneholder de fleste av momentene som kjennetegner en kohortestudie med god kvalitet.

### 3.3 Intervensjon

Alle studiene har til felles at de har benyttet Nordic Hamstring Exercise som forebyggende øvelse, men med ulik dosering av øvelsen samt ulik treningsfrekvens og varighet på programmet.

I tillegg inkluderte to av studiene annen intervensjon i tillegg til Nordic Hamstring Exercise. For alle studiene har både intervensjonsgruppen og den eventuelle kontrollgruppen fortsatt med den normale fotballtreningen som vanlig under studieforløpet. Dette gjør at det forebyggende programmet ble et tillegg for de gruppene som utførte det.

Studie 1 og 2 har ulik varighet, da deltakerne ble fulgt opp over henholdsvis fire sesonger og en sesong. Treningsprogrammet de benyttet seg av er likevel likt, med en gradvis progresjon opp mot tre ukentlige økter med 3 sett på 12, 10 og 8 repetisjoner frem til uke 5. Deretter fortsettes det med det samme programmet, men med kun en ukentlig økt gjennom hele fotballsesongen. Studie 3 og 5 har det samme programmet med seks progressive trinn. Disse gruppene har to ukentlige økter med 3 sett på 10, 9 og 8 repetisjoner som siste trinn i progresjonen. Den største forskjellen mellom disse to er at studienes varighet er henholdsvis 13 og 27 uker, noe som betyr at progresjonen skjer i ulikt tempo. Studie 7 og 8 har til felles at de har kun en økt i uka. Studie 7 har imidlertid en progressiv oppbygging i antall repetisjoner som ligner oppsettet i de tidligere omtalte studiene. Studie 8 har derimot kun 3 repetisjoner en gang i uka gjennom hele den 21-ukers lange perioden. Disse repetisjonene utføres som 3RM, hvor det naturligvis benyttes ekstra vekt for å oppnå den riktige motstanden.

De to resterende studiene (4 og 6) hadde to grupper med ulike grader av dosering. I studie 4 hadde en gruppe eksentrisk styrketrening før og etter fotballtrening 1-2 ganger i uka, mens den andre gruppa hadde det kun før fotballtrening. Programmet som ble utført før trening hadde betydelig høyere dosering enn treningsprogrammet som ble utført etter trening. Den siste uka i studien, som var uka med høyest volum, var programmet før trening 4 x 12 repetisjoner og etter trening var 2 x 6 repetisjoner. Med et volum på 96 ukentlige repetisjoner for gruppen med lavest dosering i denne studien, har selv den "lavdoserte" gruppen et større ukentlig volum enn samtlige av de andre studiene. Gruppen med trening før og etter fotballtrening har kun 24 repetisjoner mer. Studie 6 har større forskjell mellom lav og høy doseringsgruppe, da den ene gruppen gjør dobbelt så mange repetisjoner som den andre. Programmet til de med lavest dosering, altså en ukentlig økt, minner om programmet i studie 7. Programmene til de ulike studiene er fremstilt i Tabell 3, sett i sammenheng med skadeforekomst og compliance.

**Tabell 3: NHE-program**

NHE-program						
Studie	Uke	Antall økter per uke	Sett + repetisjoner	Antall repetisjoner per uke	Skadeforekomst	Compliance
1: Arnason et al. (2007)	1	1	2 x 5	10	65 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG	Ikke oppgitt
	2	2	2 x 6	24		
	3	3	3 x 6-8	54-72		
	4	3	3 x 8-10	72-90		
	5+	3 (pre-season), 1-2 (competitive season)	3 x 12, 10, 8	90, 30-60		
2: Petersen et al. (2011)	1	1	2 x 5	10	69 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG	91 %
	2	2	2 x 6	24		
	3	3	3 x 6-8	54-72		
	4	3	3 x 8-10	72-90		
	5-10	3	3 x 12, 10, 8	90		
	10+	1	3 x 12, 10, 8	30		
3: van der Horst et al. (2015)	1	1	2 x 5	10	56 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG	91 %
	2	2	2 x 6	24		
	3	2	3 x 6	36		
	4	2	3 x 6, 7, 8	42		
	5	2	3 x 8, 9, 10	54		
	6-13	2	3 x 10, 9, 8	54		
4: Elerian et al. (2019)	Før trening	Før trening	Før trening	Før trening	66,5 % lavere skadeforekomst i IG1 enn i IG2	IG1: 98,7 % IG2: 100 % Totalt: 99,3 %
	1	1	2 x 5	10		
	2	2	3 x 5	30		
	3	2	3 x 6	36		
	4	2	4 x 6	48		
	5-6	2	4 x 7	56		
	7-8	2	4 x 8	64		
	9-10	2	4 x 9	72		
	11	2	4 x 10	80		
	12	2	4 x 12	96		
	Etter trening	Etter trening	Etter trening	Etter trening		
	1	1	1 x 2	2		
	2	2	1 x 2	4		
	3	2	1 x 3	6		
	4-6	2	2 x 3	12		
7-9	2	2 x 4	16			
10-11	2	2 x 5	20			
12	2	2 x 6	24			
5: Hasebe et al. (2020)	1	1	2 x 5	10	13 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG	88 %
	2-3	2	2 x 6	24		
	4-6	2	3 x 6	36		
	7-9	2	3 x 6, 7, 8	42		
	10-13	2	3 x 8, 9, 10	54		

	14-27	2	3 x 10, 9, 8	54		
6: Medeiros et al. (2020)	1	1 eller 2	2 x 6	12, 24		100 %
	2	1 eller 2	3 x 6	18, 36		
	3	1 eller 2	3 x 8	24, 48		
	4	1 eller 2	3 x 10	30, 60		
	5-6	1 eller 2	4 x 8-10	32-40, 64-		
	7-8	1 eller 2	4 x 10	80 40, 80		
7: Raya- González et al. (2021)	1-2	1	2 x 5	10	63 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG	Ikke oppgitt
	3-8	1	3 x 8	24		
	9-11	1	3 x 10	30		
	12-14	1	3 x 12, 10, 8	30		
8: Cadu et al. (2022)	1-21	1	3RM	3	44 % lavere skadeforekomst i IG enn i KG	47 %

### 3.4 Deltakere

Arnason et.al. (1), Elerian et.al. (4), Mediros et.al. (6) og Cadu et.al. (8) inkluderer kun profesjonelle fotballspillere i studiene sine. Van der Horst et.al. (3), Hasebe et.al. (5) og Raya-González et.al. (7) inkluderer kun fotballspillere på amatørnivå. Petersen et.al (2) inkluderer både profesjonelle, semi-profesjonelle og fotballspillere på amatørnivå. I studiene hvor alder på deltakerne er oppgitt ligger alderen mellom 15-35 år. Oppgitt gjennomsnittsalder for de studiene som har tall på det befinner seg også innenfor disse tallene. Det finnes noen variasjoner der noen studier har inkludert kun de yngste av disse, mens andre har tatt for seg grupper med større variasjonsbredde. To av studiene oppgir ikke tall på alder, men de har begge deltakere fra profesjonelle lag. Det kan derfor antas at alderen er innenfor det samme området som resten.

### 3.5 Skadeforekomst

Alle programmene viste effekt på forebygging av hamstringsskader uavhengig av hvordan doseringen av Nordic Hamstring Exercise var. Likevel var det betydelige forskjeller mellom de ulike studiene når det kommer til prosentvis effekt i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen. Det var variasjoner helt fra 13 % opptil 92 % lavere skadeforekomst. Studiene som har høyest dosering viser størst prosentvis forskjell i skadeforekomst. Dette gjelder studie 4 med 92 % lavere skadeforekomst hos de som utførte NHE før og etter trening, og 80 % hos de som kun gjorde det før trening. I studie 2 var det 69 % lavere forekomst av skader og i studie 1 var skadeforekomsten 65 % lavere. Disse tre studiene inkluderte profesjonelle spillere, mens

studie 2 inkluderte semi-profesjonelle og amatører i tillegg til profesjonelle. Studie 3 og 5 hadde lik oppbygging av treningsprogrammet, men studie 5 hadde omtrent dobbelt så lang varighet. Skadeforekomsten ble henholdsvis 56 % og 13 % lavere. Begge disse studiene inkluderte spillere som spilte på amatørnivå. Studie 5 hadde unge spillere mellom 15-18 år, mens studie 3 hadde en gjennomsnittsalder på 24,5 år.

I studie 6 var det indikert at laget hadde sju skader på samme tidspunkt forrige sesong, men det finnes ikke tall på totalt antall spillere fra den sesongen. Prosentvis endring i skadeforekomst kan derfor ikke presenteres. Studie 7 har lavere dosering på programmet enn det de tidligere nevnte studiene har. I tillegg går progresjonen av NHE langsomt sammenlignet med studiene som hadde høyere dosering av NHE. Skadeforekomsten ble 63 % lavere. Nivået på spillerne er ikke oppgitt. Studie 8 har programmet med lavest dosering med kun 3RM i uka. Skadeforekomsten ble 44 % lavere hos intervensjonsgruppen i denne studien.

To av studiene sammenlignet to intervensjonsgrupper opp mot hverandre i tillegg til å sammenligne intervensjonsgruppene med en kontrollgruppe fra sesongen før. I studie 4 var det 66,5 % lavere skadeforekomst i gruppen med høyest dosering enn den andre intervensjonsgruppen. I studie 6 ble det rapportert en skade i gruppen med lavest dosering, mens ingen skader ble rapportert i den andre gruppen.

### 3.6 Compliance

I studie 4 var det 100 % compliance i intervensjonsgruppe 2 (25 økter) og 98,7 % compliance i intervensjonsgruppe 1 (50 økter). Totalt var compliance-raten i denne studien hele 99,3 % (Elerian et al., 2019, s. 470). Studie 2 hadde en gjennomsnittlig compliance på 91 % av de planlagte øktene i løpet av de første 10 ukene. Tall på gjennomføring resten av sesongen er ikke registrert (Petersen et al., 2011, s. 2301). I studie 3 registrerte treneren compliance ukentlig ved bruk av et dataprogram (van der Horst et al., 2015, s. 3). Intervensjonsgruppen i denne studien hadde 91 % compliance (van der Horst et al., 2015, s. 1321). Compliance-raten i studie 5 var 88 % (Hasebe et al., 2020, s. 157). I studie 6 oppgis det at et eksklusjonskriterium var deltakelse på



mindre enn 7/8 økter i gruppe 1 og mindre enn 14/16 økter i gruppe 2. Dette tilsvarer en compliance på minimum 87,5 % for å bli inkludert i studien. Av de involverte etter de med lav compliance var ekskludert, var compliance-raten på 100 % (Medeiros et al., 2020, s. 1027-1028). Intervensjonsgruppen i studie 8 (3 repetisjoner per uke) ble inndelt i to subgrupper basert på om de hadde compliance over eller under 50 %. Gruppen med høyest compliance viste størst endring i maksimal eksentrisk styrke, som er en forebyggende faktor for hamstringsskader. Den gjennomsnittlige compliance-raten var 47 % (Cadu et al., 2022, s. 2-4).

For studie 1 oppgis det at av alle fotballagene som ble invitert til å delta i studien, var det 48 % som valgte fullstendig deltakelse med gjennomføring av det forebyggende programmet. Prosentvis compliance blant disse er ikke oppgitt (Arnason et al., 2007, s. 44). Studie 7 rapporterer ingenting om compliance, men skriver i konklusjonen sin at programmet lett kan implementeres da det kun er ei økt i uken (Raya-González et al., 2021, s. 599).

## 4.0 Diskusjon

### 4.1 Presentasjon av hovedresultatet

Hovedfunnet i denne oppgaven var at Nordic Hamstring Exercise gir en lavere forekomst av hamstringsskader relatert til fotball for både profesjonelle spillere og spillere på et lavere nivå. Øvelsen ga positiv effekt uavhengig av om programmet hadde lav eller høy dosering av NHE. Effekten viser seg å være aller størst ved bruk av programmet med NHE både før og etter trening i Elerian et al. (4) sin studie. Dette var det programmet med høyest dosering av NHE av de inkluderte studiene i dette litteraturstudiet. Compliance-raten i denne gruppen var 98,7 %, noe som er blant den høyest rapporterte gjennomføringsgraden av de studiene som oppga tall på dette.

### 4.2 Implementering av Nordic Hamstring Exercise

Gjennom arbeidet med dette litteraturstudiet har vi kommet frem til at den aller beste effekten har blitt funnet ved høy dosering av NHE, hvor det mest optimale var et 12-ukers program med

NHE-trening både før og etter fotballtrening (studie 4). Programmet hadde en jevn økning i antall ukentlige repetisjoner gjennom de 12 ukene. I studiene (4 og 6) med to ulike doseringer har det også vist seg at høyest dosering har en konsekvent bedre effekt sammenlignet med det programmet med lavest dosering. Basert på kun disse resultatene, skulle man ha fortsatt å anbefale flere økter i uka, med relativt stort volum på antall repetisjoner. Om man ser litt bredere på det og trekker inn opplysningene om at compliance i dag er svært lav blant fotballklubber, vil dette muligens være lite hensiktsmessig. Selv en implementering av et svært lavt volum med kun tre ukentlige repetisjoner (studie 8) har tross alt vist en god forbedring. Selv om effekten er suboptimal sammenlignet med høyere dosering, vil det være et mye mer tilgjengelig og gjennomførbart program som kan bidra til høyere compliance.

Med tanke på at gjennomføringsgraden er svært viktig for å få effekt, kan det å velge et program med lav dosering trolig være et bedre valg på sikt. Man får uansett ikke ut det store potensialet for skadeforebygging dersom programmet er så ambisiøst at ingen fotballklubber prioriterer å ta det i bruk i sin treningshverdag. Derfor kan det beste alternativet og det mest realistiske målet være å oppnå høy compliance på relativt lav dosering. Med informasjon og opplysning til aktive fotballspillere om at litt er bedre enn ingenting, kan motivasjonen for å gjennomføre skadeforebyggende trening bli større.

#### 4.3 Kvaliteten på gjennomføringen av Nordic Hamstring Exercise

Planlagt dosering av NHE i de ulike studiene er fremstilt i tabell 3, men vi kan ikke vite med sikkerhet at alle deltakerne har utført øvelsen på riktig måte. I studien til Arnason et al. (studie 1) var for eksempel fysioterapeutene i Norge til stede ved de fleste treningene, mens fysioterapeutene på Island ikke var til stede under treningene (Arnason et al., 2007, s. 45). Slike tilfeller kan også ha forekommet hos de andre inkluderte studiene i denne oppgaven og kan ha en innvirkning på kvaliteten på utførelsen av NHE. Et sett med 10 repetisjoner trenger ikke nødvendigvis å være 10 repetisjoner med riktig teknikk og god kvalitet. Ved at fysioterapeutene er tilgjengelige og har tett oppfølging av utøverne, øker sannsynligheten for at doseringen som er oppgitt i de ulike programmene stemmer overens med den faktiske gjennomføringen av NHE-programmet. Om mer detaljert informasjon om fysioterapeutenes roller under gjennomføringen

av den skadeforebyggende treningen hadde vært tilgjengelig, kunne vi ha stolt mer på sammenhengen mellom de aktuelle programmene og den prosentvise forskjellen på hamstringsskader i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen. Slik informasjon ville også ha gjort at man som leser av en studie kan være sikrere på at studiene er gyldige, altså at de undersøker det de er ment å undersøke. Det er likevel utfordrende å strukturere og sammenligne doseringene i de ulike NHE-programmene isolert sett på grunn av flere variabler som påvirker. Dette gjelder nivået og alderen på deltakerne, gruppestørrelsen, andre intervensjoner gjort i kombinasjon med NHE, compliance, ulike kriterier for å delta i studiene og underrapportering av skader.

#### 4.4 Forskjeller på nivå og aldersgrupper

I oppgaven har det blitt inkludert studier som forsker på deltakere i ulike aldersgrupper og med ulike nivåer. Da kan det tenkes at man kunne ha oppdaget noen ulikheter i resultatene med tanke på treningsrespons og effektivitet i skadeforebyggingen. Bakgrunnen for disse tankene handler om at lagene med de ulike nivåene og aldersgruppene sannsynligvis har ulik treningsbelastning, ulikt styrkenivå og ulike forutsetninger for gjennomføring av treningen. Det ser imidlertid ikke ut til å være noen betydelig forskjell på hvilken effekt de profesjonelle spillerne har sammenlignet med fotballspillerne på lavere nivå, da studier på profesjonelle og studier på amatører med tilsvarende treningsprogram har vist omtrent lik prosentvis skadeforekomst.

Studiene med de yngste spillerne (5, 6 og 7) har jevnt over vist lav forekomst av skader hos både kontrollgruppen og intervensjonsgruppen, med kun noen få færre skadetilfeller hos intervensjonsgruppen. Dette kan muligens ikke vektlegges for mye, da særlig en av studiene (6) har inkludert relativt få deltakere med kun 32 deltakere fordelt på to ulike intervensjonsgrupper med ulik dosering. En forklaring kan likevel være at alder er en risikofaktor for hamstringsskade, og at unge spillere derfor ikke er like utsatt for skader. De yngste spillerne har med mindre sannsynlighet vært utsatt for tidligere skade i tillegg til at de mest sannsynlig har større bevegelighet enn de spillerne som er litt eldre. At den gruppa med lavest dosering har en skade mer enn den med høyest dosering kan se prosentvis mye ut, men det trenger ikke å ha så stor klinisk relevans da det kanskje kan være en tilfeldighet at skaden oppsto i akkurat denne gruppen

med spillere. En årsak til den generelt lave skadeforekomsten kan komme av at to av de viktigste risikofaktorene for skader er tidligere hamstringsskade og nedsatt bevegelighet.

På grunn av flere variabler, som gruppestørrelse og compliance, er det utfordrende å finne den nøyaktige betydningen av alder. På bakgrunn av dette kan det ikke konkluderes med noen tydelige forskjeller på aldersgrupper isolert sett ved å kun se på de studiene som har blitt inkludert i denne besvarelsen. Fordelen hos de spillerne som er eldst i de inkluderte studiene, spesielt de som spiller på et profesjonelt nivå, kan være at de sannsynligvis er bedre trent og har opparbeidet seg en bedre styrke i hamstrings gjennom årene med trening. Dette kan være en faktor som bidrar til å forhindre skader.

Om det viser seg i nye studier at det ikke er stor forskjell mellom kontrollgruppe og intervensjonsgruppe når det kommer til skadeforekomst blant unge fotballspillere, vil det kunne være hensiktsmessig å inkludere NHE og andre forebyggende øvelser allikevel med tanke på at spesielt NHE er en øvelse som må innlæres. Tidlig innlæring av øvelsen kan ha en innvirkning på skadeforekomsten senere i fotballkarrieren. Dette bør derimot forskes på, da det kan brukes som en god begrunnelse for tidlig implementering av skadeforebyggende trening om det faktisk viser seg å ha en virkning. Fremtidens fotballspillere kan muligens se lysere på muligheten for en lang fotballkarriere uten å måtte legge opp som følge av en idrettsskade dersom skadeforebyggende trening settes mer frem i lyset. Her har fysioterapeuter og andre med kunnskap på området viktige roller. Allerede i barnefotballen og ungdomsfotballen bør skadeforebyggende trening settes på agendaen.

#### 4.5 Gruppestørrelse og validitet på resultatet

En annen viktig faktor å ta i betraktning når resultatene diskuteres er at det har vært stor variasjon i størrelsene på gruppene det har blitt forsket på. Dette er noe som kan gjøre det utfordrende å få et korrekt sammenligningsgrunnlag, da et større antall deltakere kan gi et mer sikkert resultat. Med få deltakere er det større sjanse for at resultatet ikke er representativt for det som er den egentlige sannheten. Med få deltakere vil også, som nevnt, små tall gi en større

prosentvis andel av totalt antall spillere enn i en større gruppe. Som eksempel vil en skadet spiller i studien til Petersen et al. (2), som inkluderer 461 spillere i sin intervensjonsgruppe, utgjøre en tilnærmet ubetydelig andel. Derimot vil den ene skadde spilleren i en intervensjonsgruppe med 15 deltakere, som i studien til Medeiros et al. (6), utgjøre hele 6,7 % av gruppen (Medeiros et al., 2020).

#### 4.6 Betydningen av compliance

Compliance viser seg å være av stor betydning når det kommer til rapporterte tall på effekten av treningsprogrammene. Ved bruk av det mest effektive programmet (studie 4) var gjennomføringsgraden blant spillerne svært høy (98,7 %). I studie 5 var også gjennomføringsgraden høy (88 %). Til tross for dette, var skadeforekomsten 13 % lavere i intervensjonsgruppen enn i kontrollgruppen i denne studien. Dette strider imot de andre resultatene som er funnet. Til sammenligning hadde programmet med 3 ukentlige repetisjoner (studie 8) 44 % lavere skadeforekomst i intervensjonsgruppen sammenlignet kontrollgruppen. Her gjenspeiles også dette når man ser på gjennomføringsgraden i gruppen, som var så lav som 47 %. Det kan virke usannsynlig at de med et mye høyere volum av NHE-trening hadde så mye høyere grad av compliance, spesielt med tanke på at begge disse gruppene besto av et omtrent likt antall profesjonelle spillere. Det kan være andre årsaker til denne compliance-raten som ikke er oppgitt. Mulige årsaker kan være ulik grad av motivasjon, variasjoner i trenings- og kampvolum eller at de i studien med 47 % compliance (studie 8) kan ha mistet interessen fordi de hadde en lengre intervensjonsperiode enn studien med høy compliance (21 uker sammenlignet med 12 uker). En annen mulig årsak kan være at de 3 ukentlige repetisjonene skulle gjennomføres som 3RM ved hjelp av apparatet NordBord, noe som kan ha blitt opplevd som et krevende tiltak til tross for at repetisjonsantallet er lavt.

Det viser seg at det skal veldig lite til å få en viss effekt på hamstringsskadeinsidens av å gjennomføre Nordic Hamstring Exercise. Med kun 47 % compliance på et program med bare 3 ukentlige repetisjoner i 21 uker (studie 8), vil 44 % reduksjon i skadeforekomst hos intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen være et godt resultat. Med disse opplysningene tatt i betraktning, kan man tenke at dersom compliance hadde vært optimal med

100 % gjennomføring, ville man kunne sett en enda høyere skadeforebyggende effekt. Uansett forteller denne studien oss at dersom man legger inn litt innsats og setter av kun noen få minutter en gang i uken vil man kunne få en betydelig effekt. Med tanke på hvor mange færre repetisjoner som utføres her sammenlignet med de andre programmene inkludert i dette litteraturstudiet, kan det konkluderes med at 3RM en gang i uka har en god prosentvis effekt.

I studie 6 ble det rapportert om 100 % compliance, men dette inkluderer ikke alle deltakerne som fikk NHE-programmet og viser derfor ikke et gyldig tall som kan sammenlignes med de andre studiene. Som nevnt tidligere ble deltakerne med under 87,5 % compliance ekskludert i denne studien, men i de andre studiene er alle deltakerne medregnet uavhengig av gjennomføringsgraden. Nettopp dette eksklusjonskriteriet kan ha bidratt til det lave antallet skader som er dokumentert i studie 6, da de inkluderte deltakerne muligens representerer et «superutvalg».

#### 4.7 Effekten av andre intervensjoner

I to av studiene som er gjort må det tas hensyn til at det har blitt gjennomført en annen type intervensjon i tillegg til Nordic Hamstring Exercise. Dette gjelder studien til Arnason et al. (studie 1) som tar for seg fleksibilitetstrening i tillegg til NHE samt Raya-González et al. (studie 7) sin studie som kombinerer NHE med sprinttrening.

I studien med fleksibilitetstrening (1) som en av intervensjonene, ble et program med oppvarming og fleksibilitet sammenlignet med et program bestående av oppvarming, fleksibilitet og eksentrisk styrketrening i form av øvelsen Nordic Hamstring Exercise. Med tanke på at det blir gjennomført flere typer intervensjoner samtidig, kan dette gjøre det vanskelig å finne effekten av Nordic Hamstring Exercise isolert. Likevel kan man i dette tilfellet se en tydelig effekt av NHE, da det førstnevnte programmet ikke ga en stor endring sammenlignet med kontrollgruppen, mens programmet med NHE hadde en 65 % lavere forekomst av skader i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen (Arnason et al., 2008, s. 43-44). En mulig årsak til den manglende effekten av fleksibilitetstrening som intervensjon, kan være

skademekanismen som ligger bak en hamstringstrekk. Som nevnt er skader ved maksimal sprint mer vanlig enn stretchingskader. Det som skjer ved en sprintskade er at hamstring er strukket, men ikke til maksimalt bevegelsesutslag. Dette kan tolkes som at fleksibiliteten ikke er den største begrensende faktoren ved denne typen skade, men at evnen til å bremse bevegelsen gjennom god eksentrisk styrke er desto viktigere. Dette støttes også av studien til Arnason et al. (1), som beskriver at skaden som regel oppstår sent i svingfasen hvor den eksentriske styrken utfordres (Arnason et al., 2007, s. 47).

Sprint er oppgavespesifikk trening og kan derfor tenkes å ha en overføringsverdi til sprint i fotballrelaterte situasjoner. Selv om man trener oppgavespesifikt ved sprinttrening, er det ikke gitt at hamstringmuskulaturen blir sterkere i den eksentriske fasen uten å trene spesifikk eksentrisk styrke. Styrketrening i seg selv påvirker nevrofysiologiske mekanismer, da man allerede etter kort tid kan merke forbedring i styrken og evnen til å aktivere musklene riktig (Østerås & Stensdotter, 2020, s. 23). Den eksentriske styrken som utvikles gjennom å gjøre Nordic Hamstring Exercise kan derfor ha en overføringsverdi som er nødvendig for å kunne bremse de store kreftene som er i sving under sprint. Sprinttrening i seg selv kan likevel være nyttig å implementere da man ved slik trening får trent på spesifikke situasjoner som kan oppstå under kamper. Det bør vurderes om sprinttrening skal prioriteres dersom det oppstår utfordringer med å holde en høy grad av gjennomføring av tiltakene. For å vite mer om effekten av sprint som forebyggende trening for hamstringsskader bør det forskes spesifikt på sprinttrening uten NHE sammenlignet med kun NHE. Først da kan implementering av sprinttrening eventuelt vurderes som aktuell intervensjon for forebygging av hamstringsskader.

Konsentrisk styrketrening er ikke blitt brukt som intervensjon i de inkluderte studiene, men som nevnt tidligere har ikke Hamstring Curls gitt en skadeforebyggende effekt sammenlignet med Nordic Hamstring Exercise. Dette kan naturligvis forklares med at oppgavespesifikk trening er det som vil være mest effektivt med tanke på forebygging av hamstringsskader. Nye studier trenger derfor ikke å inkludere konsentrisk styrketrening spesifikt for å forebygge hamstringsskader, men øvelsen Hamstring Curls bør heller brukes hvis målet er økt styrke i den konsentriske fasen av hamstring (Mjøltnes et al, 2004, s. 315).

#### 4.8 Overføringsverdi

Alle de inkluderte studiene har tatt for seg mannlige spillere. Det har imidlertid vært noen variasjoner i alder og nivå på deltakerne i de ulike klubbene. Ingen tydelige forskjeller i effekt for profesjonelle, semi-profesjonelle og spillere på amatørnivå har blitt oppdaget. Dette kan tyde på at anbefalingene om innføring av et forebyggende treningsprogram med NHE ikke er unikt for en enkelt gruppe, men at det kan overføres til flere forskjellige grupper og nivåer. Likevel kan man ikke si noe om det er en universal effekt som kan overføres til absolutt alle. Doseringen må selvsagt tilpasses nivået til de som skal gjennomføre øvelsen, med god tilrettelegging og en god plan på progresjon.

I dette litteraturstudiet har det ikke blitt sett på forskning utført på verken kvinner, barn eller eldre mennesker. En faktor som kan tenkes å gjøre det litt annerledes hos eldre er den gradvis synkende bevegeligheten man ofte ser ved aldring på grunn av synkende vanninnhold i kroppen samt endringer i muskelvev og ledd (Østerås & Stensdotter, 2020, s. 98). For barn vil det være motsatt, da de som regel har god fleksibilitet og dermed kan være mindre utsatt for skader. Det er behov for mer forskning på området for å skaffe nødvendig informasjon om hvordan forebyggende treningsprogrammer på best mulig måte kan innføres i for eksempel kvinnefotballen og hvordan man skal tilrettelegge for best mulig effektiv skadeforebygging hos barn. For eldre mennesker kan som sagt skaderisikoen være økt grunnet nedsatt bevegelighet, men relevansen for denne typen skadeforebyggende trening er likevel ikke så stor for denne gruppen sammenlignet med unge voksne og barn. Mer forskning trengs på området, både for å sikre et mer generaliserbart resultat hos gruppen dette litteraturstudiet er basert på, men også for å øke kunnskapen om skadeforebyggende trening hos kvinnelige fotballspillere og barn.

Fokuset i denne oppgaven har vært på skader som oppstår under sprint relatert til fotball av den grunn at problemstillingen er rettet mot hamstringsskader innen dette feltet. Andre idretter ble tidlig ekskludert, men skadeforebyggende trening for hamstrings kan ha en viss overføringsverdi til sprintsituasjoner i for eksempel rugby og løping. Dette på grunn av at selve sprinten vil være lik uavhengig av idrettsgren. Utøvere som driver med disse idrettene, kan sannsynligvis dra nytte



av å bruke et NHE-program med tilsvarende dosering som fotballspillerne blir anbefalt. Doseringen kan bestemmes og tilpasses etter spillernes nivå og behov i tillegg til at valget bør kunne understøttes av forskning.

#### 4.9 Metodekritikk - styrker og svakheter

Etter gjennomgang av studienes kvalitet viser det seg at studiene har relativt jevn kvalitet på metode, noe som kan være en styrke da dette gjør de sammenlignbare. Ingen studier scorer på det høyeste nivået. Dett kan være en svakhet med tanke på å få mest mulig gyldige resultater. En fellesnevner for hvilke punkter studiene mister poeng på ved bruk av PEDro-scale er de spørsmålene som angår blinding av deltakere og behandlere. Dette er utfordrende å få til med en treningsintervensjon, da det er vanskelig å skulle få en gruppe til å tro at de utførte Nordic Hamstring Exercise når de egentlig ikke gjorde det. Det vil også være utenkelig at man skulle ha utført skadeforebyggende trening i et lag uten at fysioterapeutene eller trenerne til laget visste hva deres egne spillere gjorde.

Underrapportering av de mildeste skadene kan ha forekommet blant de studiene hvor lagets fysioterapeut har vært mindre til stede. Dette nevnes blant annet som en mulig svakhet ved studie 1. Der opplyses det om at en mindre skade med kort varighet (1-2 dager) kan ha gått under radaren til fysioterapeuten som var ansvarlig for rapportering grunnet liten grad av tilstedeværelse (Arnason et al., 2007, s. 45).

Det kan være ulik eksponeringstid både på tvers av studiene og blant de ulike gruppene innad i en studie. I noen studier oppgis tall på skader med utgangspunkt i antall timer med trening og kamp. Andre studier rapporterer derimot antall skader uavhengig av eksponeringstid. Dette kan være en svakhet fordi grunnlaget for sammenligning blir noe svekket. Likevel kan det antas at de fleste studiene har tilnærmet likt kamp- og treningsvolum hos gruppene sine, da de fleste studiene inkluderer spillere på likt nivå. Unntaket er studie 2, hvor både profesjonelle, semi-profesjonelle og amatører deltar. Styrken her er at lagene fra samme nivå er fordelt så likt som

mulig i intervensjonsgruppen og kontrollgruppen for å gjøre nettopp denne variabelen mest mulig lik (Petersen et al., 2011, s. 2298).

En annen styrke er at samtlige studier hadde en detaljert beskrivelse av utførelsen av Nordic Hamstring Exercise. Beskrivelsen var tilnærmet likt beskrevet i alle studiene. Definisjonene på hva som skulle regnes som en hamstringsskade var også tydelige og samsvarte mellom de ulike studiene.

Vi valgte å bruke databasene Medline og SPORTDiscus i denne oppgaven. Om vi hadde valgt å bruke flere databaser kunne vi muligens fått flere artikkeltreff. Søket vårt kunne ha vært enda bredere i starten før vi innsnevret søket til det som ble brukt i oppgaven. På den måten kunne vi orientert oss bedre i tematikken fra starten av. Ulike kombinasjoner av søkeord kunne med fordel blitt utforsket før vi landet på de endelige søkeordene våre. En styrke ved gjennomføringen vår var at vi brukte nøyaktig de samme søkeordene og kombinasjonene i begge de systematiske litteratursøkene. Som nevnt tidligere, ble det kun valgt ut studier som inkluderte mannlige fotballspillere selv om vi fikk opp studier om kvinnelige fotballspillere gjennom søket vårt. Begrunnelsen vår for dette valget var at det har blitt gjort minimalt med forskning på kvinnelige fotballspillere og hamstringsskader. Tatt i betraktning kunne nettopp denne grunnen ha vært en begrunnelse for å heller inkludere de kvinnelige utøverne fordi det bør settes større fokus på kvinner og skadeforebygging.

#### 4.10 Praktiske implikasjoner av funn

Ut fra informasjonen vi har fått gjennom arbeidet vårt, ser vi at skadeforebyggende trening har for liten plass i fotballverdenen i dag og at det bør prioriteres høyere fremover. For å få til dette er det viktig med økt kunnskap i fotballklubbene samt at fysioterapeutene har tett oppfølging av spillerne. Det vil også være nødvendig at det forskes mer på både unge fotballspillere og kvinnelige fotballspillere i fremtiden. Ved å implementere Nordic Hamstring Exercise allerede i barne- og ungdomsfotballen, kan dette ha en innvirkning på skadeforekomsten blant profesjonelle fotballspillere i fremtiden. Dette kan begrunnes med at gradvis økt styrke bygges

opp gjennom flere år med trening. I tillegg vil tidlig innlæring av øvelsen øke sannsynligheten for at de unge spillerne viderefører dette i rutinene sine.

## 5.0 Konklusjon

Etter sammenfatning av studiene med aktuell intervensjon, kan det sies at Nordic Hamstring Exercise er en øvelse som vil ha en skadeforebyggende effekt hos både profesjonelle mannlige fotballspillere og mannlige fotballspillere i de lavere divisjonene. Høy dosering er en faktor som bidrar til å gjøre treningen mest effektiv med tanke på å oppnå lavere skadeforekomst hos et fotballag. Intervensjonsgruppen (IG1) med NHE både før og etter fotballtrening i studien til Elerian et al. (studie 4) hadde best forebyggende effekt på hamstringsskader sammenlignet med kontrollgruppen. Mye tyder på at høy grad av compliance også er en faktor som har mye å si for hvilken skadeforebyggende effekt et NHE-program har. Basert på informasjon om lav compliance rundt om i verden per i dag, kan det likevel stilles spørsmål til om det er nødvendig å anbefale høyest mulig dosering. Det er vanskelig å konkludere med noe eksakt på grunn av mange variabler som spiller inn, men et lavdosert treningsprogram kan være mer gjennomførbart for de fleste. Effekten man kan få av å gjennomføre kun 3 maksimale repetisjoner i uka (studie 8) med god compliance, kan derfor være viktig kunnskap å spre for at trenere og spillere kan se hvor lite som skal til for å få en god grad av effekt. Konklusjonen vil være at det viser seg at litt er bedre enn ingenting, men at dersom man har kapasitet til å gjennomføre høyere dosering kan dette gi en enda større effekt.

## 6.0 Referanseliste

- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E. & Sanders, R. H. (2017). 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 medicine*, 47, 907-916. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2>
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr, R. (2007). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 18(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- Bahr, R., McCrory, P., LaPrade, R.F., Meeuwisse, W. & Engebretsen, L. (2014). *Idrettskader – diagnostikk og behandling*. Fagbokforlaget.
- Bastuji-Garin, S., Sbidian, E., Gaudy-Marqueste, C., Ferrat, E., Roujeau, J-C., Richard, M-A. & Canoui-Poitrine, F. (2013). Impact of STROBE statement publication on quality of observational study reporting: Interrupted time series versus before-after analysis. *PLoS ONE*, 8(8), Artikkel e64733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064733>
- Cadu, J-P., Goreau, V. & Lacourpaille, L. (2022). A very low volume of Nordic hamstring exercise increases maximal eccentric strength and reduces hamstring injury rate in professional soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 31(8), 1061-1066. <https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0445>
- Cashin, A. G. & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy evidence database (PEDro) Scale. *Journal of physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
- Chesterton, P., Tears, C., Wright, M. & Portas, M. (2020). Hamstring injury prevention practices and compliance of the Nordic hamstring program in English professional football. *Translational sports medicine*, 4(2), 214-222. <https://doi.org/10.1002/tsm2.209>
- Dahl, H. A. & Rinvik, E. (2018). *Menneskets funksjonelle anatomi* (3. utgave). Cappelen Damm AS.
- de Oliveira, N. T., Medeiros, T. M., Vianna, K. B., Oliveira, G. S, Ribeiro-Alvares, J. B. A. & Baroni, B. M. (2020). A four week training program with the nordic hamstring exercise

- during preseason increases eccentric strength of male soccer players. *International journal of sports physical therapy*, 15(4), 571-578. DOI: 10.26603/ijsp20200571
- Drawer, S. & Fuller, C. W. (2001). Propensity for osteoarthritis and lower limb joint pain in retired professional soccer players. *British journal of sports medicine*, 35(6), 402-408. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.35.6.402>
- Ekstrand, J., Bengtsson, H., Waldén, M., Davison, M., Khan, K.M. & Häggglund, M. (2022). Hamstring injury rates have increased during recent seasons and now constitute 24% of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22. *British journal of Sports Medicine*, 57(5), 292-298. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2021-105407>
- Elerian, A.E., El-Sayyad, M.M. & Dorgham, H.A.A. (2019). Effect of Pre-training and Post-training Nordic Exercise on Hamstring Injury Prevention, Recurrence, and Severity in Soccer Players. *Annals of Rehabilitation Medicine* 2019, 43(4), 465-473. <https://doi.org/10.5535/arm.2019.43.4.465>
- Goodman, C.C. & Fuller, K.S. (2021) *Goodman and Fuller's Pathology: Implications for the Physical Therapist* (5. utgave). Elsevier.
- Hasebe, Y., Akasaka, K., Otsudo, T., Tachibana, Y., Hall, T. & Yamamoto, M. (2019). Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med* 2020, 41, 154-160. <https://doi.org/10.1055/a-1034-7854>
- Helbostad, J. L., Granbo, R. & Østerås, H. (2016). *Aldring og bevegelse- Fysioterapi for eldre* (2. Utgave). Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Juel, N. G. (2014). *Norsk fysikalsk medisin* (3. utgave). Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Medeiros, T. M., Ribeiro-Alvares, J. B., Fritsch, C. G., Oliveira, G. S., Severo-Silveira, L., Pappas, E. & Baroni, B. M. (2020). Effect of weekly training frequency with the nordic hamstring exercise on muscle-strain risk factors in football players: A randomized trial. *International journal of sports physiology and performance*, 15(7), 1026-1033. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0780>

- Meurer, M. C., Silva, M. F. & Baroni, B. M. (2017). Strategies for injury prevention in Brazilian football: Perceptions of physiotherapists and practices of premier league teams. *Physical therapy in sport*, 28, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.07.004>
- Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhagen, T., Raastad, T. & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. Concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(5), 311-317. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.367.x>
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E. & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: A cluster-randomized controlled trial. *The American journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296-2303. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Philips, L. H. (2000). Sports injury incidence. *British journal of sports medicine*, 34(2), 133-136. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.34.2.133>
- Raya-González, J., Martín, L.T., Beato, M., Rodríguez-Fernández, A., & Sanchez-Sanchez J. (2021). The effects of training based on Nordic hamstring and sprint exercises on measures of physical fitness and hamstring injury prevention in U19 male soccer players. *Research in Sports Medicine*, 31(5), 588-603. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.2010206>
- Sharma, P. & Dunham, A. (2023). Pharmacy Calculations. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560924/>
- Skadefri (u.å.) *Hamstringsstrek*. <https://www.skadefri.no/kroppsdeler/lar/hamstringsstrek/?p=451>
- Tveiten, S. (2020). *Helsepedagogikk – helsekompetanse og bruker medvirkning* (2. utgave). Fagbokforlaget.
- van der Horst, N., Smits, D., Petersen, J., Goedhart, E.A. & Backx, F.J.G. (2015). The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6), 1316-1323. DOI: 10.1177/0363546515574057

Ylinen, J. (2008) *Stretching Therapy*. Churchill Livingstone Elsevier.

Østerås, H. & Stensdotter, A. (2020). *Medisinsk treningslære* (3. utgave). Gyldendal.

