



# Høgskulen på Vestlandet

## Bacheloroppgave

BFY330-O-2021-VÅR-FLOWassign

### Predefinert informasjon

<b>Startdato:</b>	07-05-2021 09:00	<b>Termin:</b>	2021 VÅR
<b>Sluttdato:</b>	14-05-2021 14:00	<b>Vurderingsform:</b>	Norsk 6-trinns skala (A-F)
<b>Eksamensform:</b>	Bacheloroppgave		
<b>Flowkode:</b>	203 BFY330 1 O 2021 VÅR		
<b>Intern sensor:</b>	(Anonymisert)		

### Deltaker

<b>Kandidatnr.:</b>	318
---------------------	-----

### Informasjon fra deltaker

<b>Antall ord *:</b>	7928
----------------------	------

**Egenerklæring \*:** Ja  
**Jeg bekrefter at jeg har registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på vitnemålet mitt \*:**

### Gruppe

<b>Gruppenavn:</b>	(Anonymisert)
<b>Gruppenummer:</b>	8
<b>Andre medlemmer i gruppen:</b>	345

Jeg godkjenner autalen om publisering av bacheloroppgaven min \*

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? \*

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? \*

Nei



Høgskulen  
på Vestlandet

# BACHELOROPPGAVE

Forebygging av fremre korsbåndskader –  
en litteraturstudie

Prevention of anterior cruciate ligament  
injury – a literature study

**Kandidatnummer: 318 og 345**

Bachelor i fysioterapi

Fakultet for helse- og sosialvitenskap

Institutt for helse og funksjon

Innleveringsdato: 14.05.21

Tall på ord: 7928

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

## Sammendrag

**Tittel:** Forebygging av fremre korsbåndskade – en litteraturstudie

**Bakgrunn:** Fremre korsbåndskade (ACL-skade) er en av de vanligste og mest alvorlige skadene hos kvinnelige idrettsutøvere, der unge kvinner i alderen 14-19 år er spesielt utsatt. Skaden medfører en lang og krevende rehabilitering, samt økt risiko for reskade og utvikling av artrose. Forebygging er derfor avgjørende for å redusere forekomsten av en ACL-skade. Formålet med dette litteraturstudiet var å undersøke den forebyggende effekten av nevro-muskulær trening på unge kvinnelige fotballspillere.

**Metode:** Vi har gjennomført en litteraturstudie for å svare på problemstillingen vår. Etter systematiske søk i aktuelle databaser, endte vi opp med å inkludere tre studier i oppgaven.

**Resultat:** Alle de inkluderte studiene viste en reduksjon i antall skader mellom gruppene i favør intervensjonsgruppene. I to av studiene var resultatene statistisk signifikante. En av studiene viste også en statistisk signifikant reduksjon hos de med tidligere ACL-skadehistorikk. I tillegg ser nevro-muskulær trening særlig ut til å redusere forekomsten av ikke-kontakt ACL-skade.

**Konklusjon:** Nevro-muskulær trening har en forebyggende effekt på ACL-skader hos unge kvinnelige fotballspillere, og kan over tid trolig redusere de negative konsekvensene som følger med skaden. Resultatene anses som viktig kunnskap for fysioterapeuter, i arbeid med ACL-skadeforebygging.

## Abstract

**Title:** Prevention of anterior cruciate ligament injury – a literature study

**Background:** Anterior cruciate ligament injury (ACL-injury) is one of the most common and severe injuries in female athletes, where young females aged 14-19 years are particularly exposed. The injury leads to a long and demanding rehabilitation, as well as increased risk of re-injury and development of osteoarthritis. Therefore, prevention is crucial to reduce the incidence of an ACL-injury. The purpose of this literature study was to assess the preventive effect of neuromuscular training in young female soccer players.

**Method:** To answer our research question we have conducted a literature study. After systematic searches in current databases, we ended up with three studies in our thesis.

**Result:** All the included studies showed a reduction in the occurrence of ACL-injury, in favor of the intervention group. In two of the studies the results were statistically significant. One of the studies also proved a statistically significant reduction in those with previous ACL-injury. In addition, neuromuscular training appears to in particular reduce the incidence of non-contact ACL-injury.

**Conclusion:** Neuromuscular training has a preventive effect on ACL-injuries in adolescent female soccer players, and might over time, reduce the negative consequences that come with the injury. The results are considered as important knowledge for physiotherapists, working with ACL-injury prevention.

## Innholdsfortegnelse

<b>1.0 Innledning .....</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn.....	6
<b>2.0 Teori.....</b>	<b>8</b>
2.1 Sentrale begrep.....	8
2.2 Anatomi og biomekanikk i kneet.....	9
2.3 Skademekanisme ved ACL-skade.....	10
2.4 Risikofaktorer.....	10
2.5 Forebyggende tiltak.....	11
<b>3.0 Metode .....</b>	<b>13</b>
3.1 Valg av metode.....	13
3.2 Spørsmålsformulering.....	13
3.3 Seleksjonskriterier.....	13
3.4 Databasevalg.....	15
3.5 Søkestrategi.....	15
3.6 Søkealgoritme.....	16
3.7 Metodediskusjon .....	17
<b>4.0 Resultat.....</b>	<b>19</b>
4.1 Resultat av søk.....	19
4.2 Presentasjon av inkluderte studier .....	20
4.2.1 Formål .....	22
4.2.2 Utvalg .....	22
4.2.3 Utfallsmål .....	22
4.2.4 Intervensjon .....	23
4.2.5 Resultat .....	25
<b>5.0 Diskusjon.....</b>	<b>27</b>
5.1 Vurdering av metodisk kvalitet.....	27
5.1.1 Randomisering, blinding og rekruttering.....	29
5.1.2 Baseline .....	29
5.1.3 Behandling og oppfølging .....	30
5.1.4 Frafall .....	30
5.1.5 Måling av eksponering og utfall.....	31
5.1.6 Forvekslingsfaktorer .....	31
5.2 Resultatdrøfting.....	32
5.3 Klinisk relevans .....	36
<b>6.0 Konklusjon.....</b>	<b>39</b>
<b>7.0 Referanseliste.....</b>	<b>40</b>

## Liste over tabeller og figurer

Tabell 3.1 PICO-skjema.....	13
Tabell 3.2 Seleksjonskriterier .....	14
Tabell 3.3 Endelige søkeord .....	16
Tabell 3.4 Søkealgoritme i MEDLINE .....	16
Tabell 3.5 Søkealgoritme i Cochrane Library.....	17
Tabell 3.6 Søkealgoritme i PEDro .....	17
Tabell 3.7 Søkealgoritme i SPORTDiscus .....	17
Figur 1 Flytdiagram.....	19
Tabell 4.1 Matrise av inkluderte studier .....	21
Tabell 4.2 Skildring av intervensjoner .....	24
Tabell 5.1 Vurdering av metodisk kvalitet for RCT .....	28
Tabell 5.2 Vurdering av metodisk kvalitet for kohortstudie .....	28

## Vedlegg

Vedlegg 1. PEP-program.....	45
Vedlegg 2. Knækontroll .....	46

## 1.0 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Fotball er en av de mest populære idrettene i verden med mer enn 260 millioner aktive spillere (Waldén et al., 2011). Antall kvinner i både amatør- og elitefotball har hatt en stor vekst de senere årene, med mer enn 13 millioner kvinner som spiller organisert fotball på verdensbasis (FIFA, 2019). Selv om de helsesrelaterte fordelene ved deltakelse i idrett er mange, kan de fysiske kravene idretten stiller, sette spillerne i høy risiko for skade. I tillegg har den raske utviklingen i graden av profesjonalitet i kvinnefotball ført til en økning i både frekvens, intensitet og konkurranse, noe som gjør risikoen for skade betydelig høyere (López-Valenciano et al., 2021; Martínez-Lagunas et al., 2014).

Ulike studier viser at underekstremiteten er det kroppsområdet hvor flest skader oppstår, og at kvinnelige fotballspillere har mer enn to ganger høyere forekomst av alvorlige kneskader sammenlignet med menn (López-Valenciano et al., 2021). En alvorlig kneskade som er spesielt utbredt blant kvinnelige idrettsutøvere, er fremre korsbåndskade (ACL-skade). Den årlige insidensen av ACL-skader hos kvinnelige fotballspillere på collegenivå er ca. 8%, noe som tilsvarer at hvert lag mister én til to spillere hvert år (Bahr, 2014, s. 349). En slik skade medfører bortfall fra trening og kamp over en lengre periode, og kan videre forårsake mentale, følelsesmessige og økonomiske konsekvenser, samt økt risiko for artrose (Hewett et al., 2006). Kvinnelige fotballspillere har to til åtte ganger høyere risiko for å pådra seg en ACL-skade sammenlignet med deres mannlige kolleger, der yngre utøvere i alderen 14-19 år ser ut til å være spesielt utsatt (Bahr, 2014, s. 349; Vescovi & VanHeest, 2010; Renström et al., 2008; Waldén et al., 2011).

Stevenson et al. (2014) har oppsummert effekten av nevro-muskulære treningsprogram i forebygging av ACL-skader hos kvinnelige idrettsutøvere. Forfatterne konkluderer med at nevro-muskulære treningsprogram viser en reduksjon i antall ACL-skader, men at resultatene må tolkes med varsomhet da endringene ikke er statistisk signifikante. Samtidig indikerer resultatene at slike treningsprogram kan redusere risikoen for skader og at kostnadene knyttet til programmet er lave.



Bakgrunnen for valg av tema bygger på vår interesse for idrett og fysisk aktivitet. Vi har begge spilt fotball i våre barne- og ungdomsår, og selv om ingen av oss har opplevd en kneskade, har vi vært vitne til hvordan en slik alvorlig kneskade kan sette en spiller på sidelinjen i lang tid. Som kommende fysioterapeuter er vi også nysgjerrig på hvilken effekt skadeforebyggende tiltak har. På bakgrunn av dette ville vi undersøke hvordan man kan forebygge ACL-skader hos unge kvinnelige fotballspillere, da disse har en betydelig høyere skadeinsidens enn mannlige fotballspillere. Dette førte oss frem til følgende problemstilling:

*“Hvilken forebyggende effekt har nevromuskulær trening på forekomst av ACL-skade hos unge kvinnelige fotballspillere?”*

## 2.0 Teori

I teoridelen har vi tatt for oss sentrale begrep som vil være til hjelp ved videre lesing.

Deretter har vi beskrevet anatomien og biomekanikken i kneet. Til slutt har vi tatt for oss skademekanismen til ACL-skade, ulike risikofaktorer og forebyggende tiltak.

### 2.1 Sentrale begrep

**ACL:** Anterior cruciate ligament, fremre korsbånd. Videre i oppgaven vil betegnelsen ACL benyttes.

**Agility:** Beskrives som evnen til å opprettholde riktig kroppsposisjon, mens utøveren endrer retning hurtig gjennom ulike bevegelser (Sheppard et al., 2007). Young et al. (2002) mener agility inneholder to komponenter: hurtig retningsforandring og kognitive faktorer, som beslutningsprosesser.

**Compliance:** Begrepet blir i denne oppgaven tolket som oppfølging og gjennomføring av intervensjonen (Braut & Hem, 2020).

**Ikke-kontakt ACL-skade:** ACL-skade hos en utøver uten ytre kontakt av en annen spiller eller objekt på banen (Gilchrist et al., 2008). Dette kan skje ved at utøveren plutselig bremses eller endrer retning (Friedberg, 2020).

**Kontakt ACL-skade:** ACL-skade hos en utøver påført som følge av direkte kontakt mot kneet eller andre kroppsdeler av en annen spiller eller objekt på banen (Gilchrist et al., 2008).

**Nevromuskulær trening:** Trening som har til hensikt å forbedre den refleksive muskelresponsen rundt et ledd, da den frivillige muskelresponsen ikke er rask nok til å opprettholde kontroll over leddet når det blir utsatt for krefter (Cimino et al., 2010). Treningsformer som balansetrening, sansemotorisk trening, plyometrisk trening og proprioseptiv trening inngår i begrepet (Risberg, 2020).

**Propriosepsjon:** Innhenting av informasjon om kroppens stillinger og bevegelser. Signalene kommer fra sanseorganene i muskler, sener og leddkapsler (Jansen, 2021). Dette er nødvendig for å kunne utføre velkoordinerte og smidige bevegelser (Sand et al. 2014, s. 188).

**Plyometrisk trening:** Trening som består av en rask muskelstrekk (eksentrisk muskelarbeid), umiddelbart etterfulgt av en forkortelse av muskelen (konsentrisk muskelarbeid) i én og samme muskel. Spenst og hurtighet inngår under plyometrisk trening. Treningsformen benyttes i de fleste idretter for blant annet økt eksplosivitet og styrke (Miller et al., 2006).

**Valgus:** Betegnes som feilstilling i et ledd, hvor lengdeaksene av de tilstøtende knoklene (f.eks. lårbenet og leggbenet) i frontalplanet gjør at det dannes en "knekk" utover (Jacobsen et al., 2017, s. 500; Schlichting, 2020).

**Skadeinsidens:** Antall nye skader i løpet av en bestemt periode, hos en gitt populasjon i risiko (Snyder-Mackler & Kolt, 2007, s. 237).

## 2.2 Anatomi og biomekanikk i kneet

Kneleddet er det største og mest omfattende bygde leddet i kroppen vår (Dahl & Rinvik, 2010, s. 466). Leddforbindelsen mellom lårbenet (femur) og skinnebenet (tibia) danner selve leddet (Holck, 2020). For å bedre forstå korsbåndenes plassering og funksjon, er det hensiktsmessig å vite at kneet ikke bare omfatter selve kneleddet, men også omkringliggende strukturer som kneskål, leddkapsel og ligamenter der alle bidrar til å holde leddflatene sammen (Holck, 2020). I denne oppgaven skal vi ikke gå nærmere inn på alle strukturene i og rundt kneet, men videre beskrive og konsentrere oss om ACL, dets posisjon og funksjon.

ACL har sitt utspring fra området mellom femurs to kondyler. Det strekker seg bakover, oppover og lateralt og har sitt feste på innsiden av den ytterste av de to femurkondylene (Dahl & Rinvik, 2010, s. 469). Den primære funksjonen til ACL er å forhindre anterior bevegelse av tibia i forhold til femur. I tillegg har ACL en sekundær oppgave i å forhindre tibial rotasjon, samt varus og valgus stress av kneleddet (Beutler & Alexander, 2020).

### 2.3 Skademekanisme ved ACL-skade

En viktig faktor for å utvikle effektive skadeforebyggende program er å innhente kunnskap om skademekanismen, noe som innebærer en beskrivelse av hvordan skaden skjer (Snyder-Mackler & Kolt, 2007, s. 237). ACL-skade er en av de vanligste og mest alvorlige skadene innen idrett, og medfører fravær fra kamp og trening i minimum et år, samt en lang og krevende rehabiliteringsprosess (Campbell et al., 2014; Yu & Garret, 2007). Skaden kan også gi tilleggsskader i kneet, som instabilitet, skade på menisk og brusk (Yu & Garrett, 2007). Skaden oppstår oftest i idretter med høye krav til retningsforandringer, raske vendinger, vridninger eller hopp (MacDonald et al., 2020). Omtrent 70% av skadene skjer i ikke-kontaktsituasjoner, der kneleddet er i 10-30 graders fleksjon, utrotert og i valgus, eksempelvis landing etter hopp (Myklebust et al., 2003). Hos kvinnelige fotballspillere oppstår skaden ofte ved retningsforandringer i løp, gjenvinning av balanse etter spurt eller i landing etter hodedueller (Boden et al., 2000; Kaneko et al., 2017).

### 2.4 Risikofaktorer

Risikoen for å utvikle en ACL-skade er relativt lav i den generelle befolkningen, men betydelig høyere i sammenheng med idrett (Waldén et al., 2011). Likevel er det noen grupper som er spesielt utsatt grunnet potensielle risikofaktorer. Dette kan forklares som en kombinasjon av både fysiologiske og biomekaniske egenskaper. Spesielt forskjeller i muskelstyrke og biomekaniske forhold ser ut til å gi økt risiko for denne type skade hos kvinnelige idrettsutøvere (MacDonald et al., 2020).

Det er vist at kvinner har økt forekomst av ubalanse i styrkeforholdet mellom quadriceps- og hamstringsmuskulaturen sammenlignet med menn. Disse muskelgruppene er sentrale aktive strukturer som bidrar med beskyttelse av ACL mot uheldige bevegelser, som økt knevalgus og forskyving av tibia i forhold til femur. Det ubalanserte styrkeforholdet gjør at kvinners sterkere quadricepsmuskulatur, muligens kan forårsake en uheldig anterior glidning av tibia, som igjen kan disponere for en ACL-skade. Styrking av hamstringsmuskulaturen kan dermed være en viktig faktor for å redusere belastningen på ACL. I tillegg har flere biomekaniske studier, vist at kvinner i større grad posisjonerer kneleddet i økt valgusposisjon ved retningsforandringer som videre skaper økt belastning på ACL (MacDonald et al., 2020).

Ubalanse i hoftemuskulaturens aktivering og kontroll kan også være en risikofaktor når man sammenligner skadeinsidensen mellom menn og kvinner. Hoftemuskulaturen spiller en viktig rolle for kreftene som kneet utsettes for i idrett. Lavere aktivering av setemuskulatur og økt innoverrotasjon i hoftelrådet har blitt rapportert hos kvinner ved hopp og landing sammenlignet med menn. Kombinert kan disse faktorene øke belastningen på ACL, og dermed øke risikoen for skade (MacDonald et al., 2020).

Videre er det vist at alder spiller en rolle for økt risiko av ACL-skader blant kvinner. Flere studier viser til at skaden er økende for jenter i ungdomsårene, og at kvinner etter puberteten skal ha en tre ganger så stor risiko for ACL-skade, sammenlignet med menn (Hägglund & Waldén, 2016). I tillegg ser man at unge utøveres totalbelastning har en betydning for den økende skadeinsidensen. I lagidretter som fotball blir belastningen på de unge utøverne svært stor, da disse ofte deltar på flere lag med høy trening- og kampbelastning, der det er lite rom for restitusjon (Myklebust, 2019).

Det er også vist at kvinnelige utøvere med en tidligere ACL-skadehistorikk har økt risiko for en ny ACL-skade. En systematisk oversikt fra Wiggins et al. (2016) viser at én av fire yngre utøvere, med tidligere ACL-skade, vil pådra seg en ny skade i løpet av karrieren. Disse har en 30-40 ganger større risiko for en ny ACL-skade sammenlignet med de uten slik skadehistorikk.

## 2.5 Forebyggende tiltak

For å forebygge idrettsskader trengs det kunnskap om insidens, alvorlighetsgrad og årsak til skader, samt evaluering av aktuelle tiltak (Snyder-Mackler & Kolt, 2007, s. 237). Videre bør det innhentes informasjon og kunnskap om kravene idretten stiller, noe som igjen må sees i sammenheng med spillerens kapasitet. Selv om fysioterapeuter tradisjonelt har vært knyttet til rehabilitering, har det de siste årene vært et større fokus rettet mot forebyggende arbeid i fysioterapi (Snyder-Mackler & Kolt, 2007, s. 2). Fysioterapiressurser er begrenset i barne- og ungdomsidretten, men fysioterapeuter kan med sin kunnskap om bevegelsesutvikling, fysisk aktivitet og forebygging, bidra med veiledning og videreformidling til trenere og foreldre (Strømholte, 2018).

Som et resultat av den høye ACL-skadeforekomsten i fotball, og kvinners uttalte ACL-skadestatistikk, har det oppstått et økende fokus på forebygging av slike skader (Hewett et al., 2006). Skadeforebyggende program med fokus på balanse, styrke og nevromuskulær kontroll har vist signifikant reduksjon i knevalgus, noe som indikerer at slike program kan påvirke spillernes bevegelsesmønster, og dermed redusere risikoen for ACL-skade (Lopes et al., 2018). Samtidig er det vist at slike program bør ha en varighet på minimum åtte uker, samt gjennomføres hyppig, flere ganger i uken for å oppnå endringer i styrke og nevromuskulære effekter (Bien, 2011; Mandelbaum et al., 2005). I tillegg er høy compliance trolig nødvendig, da riktig oppfølging og gjennomføring av nevromuskulære program har vist seg å være avgjørende for å redusere ACL-skadeforekomsten (Silvers-Granelli et al., 2018). En systematisk oversikt fra Sadoghi et al. (2012) har oppsummert effekten av skadeforebyggende treningsprogram på forekomsten av ACL-skader hos mannlige og kvinnelige idrettsutøvere. Forfatterne konkluderer med at det er sterk evidens for å ta i bruk slike skadeforebyggende treningsprogram, da man kan redusere forekomsten med opptil 52% hos kvinnelige idrettsutøvere.

## 3.0 Metode

### 3.1 Valg av metode

Det er essensielt å avklare tidlig hva kjernes spørsmålet skal besvare for å kunne innhente adekvat informasjon på en systematisk måte (Jamtvedt et al., 2015, s. 39). Vi ønsket tidlig å ta for oss ACL-skade som hovedtema, samt belyse hvilken effekt nevrologisk trening har på forekomsten av ACL-skade hos unge kvinnelige fotballspillere. Vi ønsket en oversikt over problemområdet, avklare og sammenligne hva som eksisterte av tidligere forskning, samt vurdere om videre forskning var nødvendig. På bakgrunn av dette fant vi det relevant å skrive en litteraturstudie. En litteraturstudie innebærer å samle kunnskap fra skriftlige kilder, kritisk vurdere og sammenfatte den (Magnus & Bakketeig, 2000, s. 37).

### 3.2 Spørsmålsformulering

For å presisere spørsmålet vi ønsket svar på, disponerte vi et PICO-skjema. Et PICO-skjema deler opp spørsmålet i ulike kategorier og er spesielt egnet ved bruk av effektspørsmål, noe vårt spørsmål er (Folkehelseinstituttet [FHI], 2018, s. 17). I tabell 3.1 fremstilles de ulike delene fra spørsmålet i et PICO-skjema. Oppsettet bidro til å bestemme seleksjonskriteriene som vi kommer tilbake til i delkapittel 3.3.

*Tabell 3.1 PICO-skjema*

P (populasjon)	I (intervensjon)	C (sammenligning)	O (utfall)
Kvinnelige fotballspillere	Nevromuskulær trening	Trening som normalt	Forekomst av ACL-skader

### 3.3 Seleksjonskriterier

Det å unngå systematiske feil er essensielt i utvelgelsen av studier. Derfor vil bestemmelsen av inklusjon eller eksklusjon basert på forhåndsbestemte kriterier være avgjørende (FHI, 2018, s. 21). Dette var kriterier vi bestemte oss for før vi begynte søkeprosessen og som la grunnlaget for hvilke studier vi vurderte som aktuelle for litteraturstudiet. I Tabell 3.2 illustreres seleksjonskriteriene.

Tabell 3.2 Seleksjonskriterier

	Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
Populasjon	Unge kvinnelige fotballspillere Alder 11-25 år	Mannlige fotballspillere Kvinnelige fotballspillere over 25 år Andre idrettsutøvere eller idretter
Intervensjon/tiltak	Nevromuskulær trening	Andre intervensjoner eller tilleggsintervensjoner
Sammenligning	Kontrollgruppe som ikke gjennomfører nevrologisk trening, men trener som normalt	Ingen kontrollgruppe
Utfall	Forekomst av ACL-skade som primærutfall	Andre idrettsskader Studier som ikke har ACL-skade som primærutfall

Vi har ekskludert alle studier som tar for seg mannlige fotballspillere, samt kvinnelige fotballspillere over 25 år. Dette var bevisst, da vi ønsket å se på unge kvinner spesifikt, da de er mer utsatt for denne type skade (Vescovi & VanHeest, 2010; Renström et al., 2008).

Videre har vi ekskludert alle studier som potensielt tar for seg andre intervensjoner eller tilleggsintervensjoner til nevrologisk trening. Dette valget er basert på at vi trolig kunne konkludere med at resultatene vi fant skyldes nevrologisk trening og dermed stole på resultatene. Det kunne blitt utfordrende å inkludere andre intervensjoner eller tilleggsintervensjoner, da flere faktorer ville spilt inn på resultatet.

Vi har ikke valgt å inkludere eller ekskludere studiedesign som et kriterium, til tross for at randomiserte kontrollerte studier (RCT) er foretrukne design for effektspørsmål (Jamtvedt et al., 2015, s. 51). I en RCT blir intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen (Jamtvedt et al., 2015, s. 99). RCTer er likevel ikke nødvendigvis fullt dekkende for besvarelse av effektspørsmål (FHI, 2018, s. 19). Innledningsvis kom vi i tillegg over flere systematiske oversikter på temaet som hadde inkludert studier av relevans med andre typer studiedesign. Basert på dette, valgte vi derfor å ikke begrense til type studiedesign.



### 3.4 Databasevalg

Det bør benyttes relevante bibliografiske databaser i litteratursøk etter klinisk forskning angående helsefaglige spørsmål (Jamtvedt et al, 2015, s. 52). Vi begynte innledende søk i kliniske oppslagsverk og retningslinjer, og senere i systematiske oversikter og enkeltstudier, slik kunnskapspyramiden tilsier (Jamtvedt et al., 2015, s. 55). Basert på hva som er anbefalt som aktuelle kilder ut i fra effektspørsmål, ble våre endelige søk gjennomført i databasene Cochrane Library, MEDLINE, PEDro og SPORTDiscus (Jamtvedt et al., 2015, s. 56). Ettersom ingen database er komplett og har ulikt innhold (FHI, 2018, s. 29), har vi forsøkt å kombinere søk i flere databaser for å finne så relevant forskning som mulig på området. En styrke ved gjennomføring av systematiske søk i databaser er at innholdet ofte er beskrevet ved hjelp av nøkkelord, noe som innebærer at søket blir effektivt og at man reduserer faren for å miste aktuell litteratur (Jamtvedt et al., 2015, s. 52).

### 3.5 Søkestrategi

For å finne så relevant litteratur som mulig, men samtidig unngå å få opp for mange uhensiktsmessige treff, er det vesentlig å bruke aktuelle emne- og tekstord (FHI, 2018, s. 30). Ofte kan det å bruke en kombinasjon av emne- og tekstord være å foretrekke i søk. Dette fordi det i mange artikler ikke finnes dekkende eller etablerte emneord, og derfor bør tekstord også benyttes (FHI, 2018, s. 31).

Vi benyttet oss av emneordssystemet "MeSH" på norsk og engelsk for å finne relevante søkeord (FHI, 2018, s. 31). Dette ga oss både aktuelle emneord og tekstord. I tillegg utarbeidet vi egne tekstord som kunne være av relevans. Tabell 3.3 illustrerer hvilke søkeord som ble benyttet i endelig søk, etter å ha gjort innledende kombinasjonssøk på aktuelle emne- og tekstord.

Tabell 3.3 Endelige søkeord

Elementer fra PICO-skjema	Søkeord
Kvinnelige fotballspillere	"female", "soccer"
ACL-skade	"anterior cruciate ligament", "ACL", "anterior cruciate ligament injury", "ACL injury"
Nevromuskulær trening	"neuromuscular", "neuromuscular training", "neuromuscular program", "preventive program", "injury prevent"

Videre kombinerte vi disse emne- og tekstordene med kombinasjonsord, også kjent som bolske operatorer. Vi brukte den bolske operatoren "OR" for å utvide søket, og deretter kombinerte vi alle kategoriene med "AND" for å avgrense søket (Jamtvedt et al., 2015, s. 62). Vi har utarbeidet ulike søkealgoritmer for de utvalgte databasene, da det er forskjell i måten man gjør et systematisk søk i de respektive databasene.

### 3.6 Søkealgoritme

I tabellene under foreligger fremgangsmåten for endelige søk. Søkene ble gjennomført i tidsperioden 6.-8.april 2021.

Tabell 3.4 Søkealgoritme i MEDLINE

Søke kategorier	Antall treff
1. Anterior cruciate ligament/	n = 11 134
2. ACL	n = 17 548
3. 1 OR 2	n = 22 135
4. Neuromuscular*	n = 84 744
5. Preventive program*	n = 2614
6. Neuromuscular training*	n = 495
7. Injury prevent*	n = 9082
8. 4 OR 5 OR 6 OR 7	n = 96 031
9. Soccer/	n = 8198
10. Female/	n = 8 973 383
11. 3 AND 8 AND 9 AND 10	n = 72

Tabell 3.5 Søk algoritme i Cochrane Library

Søke kategorier	Antall treff
1. Title abstract keyword: "anterior cruciate ligament" OR "ACL" OR "anterior cruciate ligament injur*" OR "ACL injur*"	Trials: n = 3223
2. Title abstract keyword: AND "neuromuscular training" OR "neuromuscular*"	Trials: n = 165
3. Title abstract keyword: AND "soccer"	Trials: n = 26
4. Title abstract keyword: AND "female*"	Trials: n = 23

Tabell 3.6 Søk algoritme i PEDro

	Søke kategorier
Abstract & title	Anterior cruciate ligament injur* neuromuscular*
Method	Clinical trial
When searching	Match all search terms (AND)
Trials	n = 21

Tabell 3.7 Søk algoritme i SPORTDiscus

1. Anterior cruciate ligament injur*	7. Female
2. ACL injur*	8. Soccer
3. 1 OR 2	9. 3 AND 6 AND 7 AND 8
4. Neuromuscular training	n = 30
5. Neuromuscular program	
6. 4 OR 5	

### 3.7 Metodediskusjon

Det er flere faktorer som kan ha påvirket litteraturstudien innhold. Vår kompetanse og erfaring når det gjelder søk og utvelgelse av litteratur kan være et avgrensende element, til tross for undervisning i tema og bistand i søk fra bibliotekar ved Høgskulen på Vestlandet.

Videre er vi innforstått med at søk i både andre og flere databaser kunne gitt oss andre treff. I tillegg kunne alternative søkeord og videre kombinasjoner av ordene gitt oss andre resultat. Begge disse faktorene kan ha ført til at vi har mistet aktuelle artikler. På den andre siden har vi prøvd å variere søkeordene vi endte opp med slik at muligheten for å oppdage ny

litteratur var tilstede. I tillegg har vi gjort en grundig jobb i de innledende søkene ved å søke i flere databaser, slik at vi kunne føle oss sikre på at de utvalgte databasene var de som ga oss flest relevante treff. For å minimere sjansen for å ha ekskludert viktig litteratur etter endelige søk, sjekket vi de inkluderte studienes referanselister, samt deres siterte artikler ved å søke de opp i Google Scholar. Manuelle søk i Google Scholar ble også foretatt for å se om vi hadde gått glipp av potensielle artikler. I tillegg så vi over flere systematiske oversikter og metaanalyser på temaet for å vurdere om deres inkluderte studier var av relevans og om det var noen vi hadde oversett. Dette er elementer vi mener styrker vår oppgave.

Å finne ny publisert forskning på et område er hensiktsmessig, og spesielt forskning som er publisert etter det er kommet en systematisk oversikt. Da vi gjorde innledende søk kom vi over flere systematiske oversikter på tema (bl.a. Stevenson et al., 2014; Petushek et al., 2019), men ingen som traff nøyaktig og dekket vår problemstilling. Dette medførte derfor at vi ikke valgte å avgrense søket vårt til en tidsperiode, og vi er klar over at de inkluderte studiene er noen år gamle. Likevel har vi valgt å innlemme de i oppgaven, da vi synes de var relevante for å besvare problemstillingen. Vi er bevisst på at eldre studier imidlertid kan være en begrensning med tanke på resultatene.

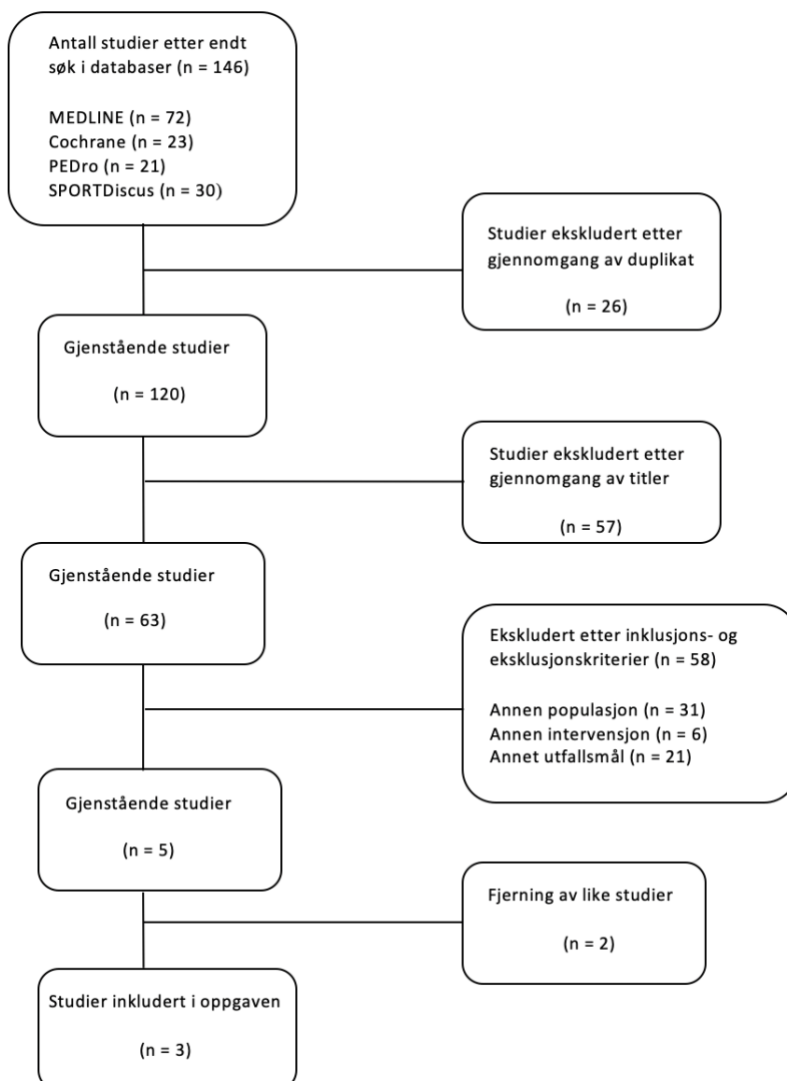
Vi har også vurdert hvilken påvirkningskraft inklusjonskriteriene med hensyn på utfallsmål kan ha hatt av betydning. Vi er innforstått med at å avgrense til ACL-skader som primærutfall, gjør at potensielle studier som tar for seg akutte kneskader hvor ACL-skader er blant dem, faller bort og at endring av dette kriteriet trolig ville gitt oss flere treff. Likevel vurderte vi å gjøre avgrensingen til kún ACL-skader og ikke andre kneskader som kan oppstå, da det er ulike risikofaktorer for de ulike skadene og sammenligning av forekomst og effekt ville dermed blitt utfordrende å evaluere.

## 4.0 Resultat

### 4.1 Resultat av søk

Etter endt søk i utvalgte databaser stod vi igjen med 146 studier. Ved hjelp av Excel ble 26 studier ekskludert ved gjennomgang av duplikat. Deretter ble 57 studier ekskludert etter gjennomgang av tittel. Videre leste vi gjenstående studiers abstract, og ekskluderte til sammen 58 studier som ikke tilfredsstilte våre inklusjon- og eksklusjonskriterier. Vi stod da igjen med 5 artikler, hvorav ytterligere to ble fjernet da den ene viste seg å være en kommentar i et tidsskrift og den andre var en prøveversjon av en RCT. Vi stod dermed igjen med tre studier som ble inkludert i oppgaven vår. Figur 1 viser flytdiagrammet som illustrerer utvelgingsprosessen basert på våre seleksjonskriterier.

Figur 1. Flytdiagram



#### 4.2 Presentasjon av inkluderte studier

Følgende studier ble inkludert i litteraturstudien (Mandelbaum et al., 2005; Gilchrist et al., 2008; Waldén et al., 2012). Videre presentasjon av studiene er fremstilt i tabell 4.1 og fremkommer i delkapitlene under.

Tabell 4.1 Matrise av inkluderte studier

Studie/design	Formål	Utvalg	Intervensjon/tiltak	Kontroll	Utfallsmål	Resultat
Mandelbaum et al. (2005)  Kohortstudie, ikke-randomisert	Effekt av PEP-program på forekomst av ACL-skader hos unge kvinnelige fotballspillere	Total: 5703 kvinnelige fotballspillere Alder: 14-18 år Sesong 1: IG: (n=1041, fra 52 lag) KG: (n=1905, fra 95 lag) Sesong 2: IG: (n=844, fra 45 lag) KG: (n=1913, fra 112 lag)	IG og trenere lærte PEP-program gjennom video, instruksjonshefte og kurs.	KG utførte egen oppvarming laget av deres respektive trenere.	Forekomst av ACL-skader, spesifikt ikke-kontakt ACL-skader.	Sesong 1: 88% reduksjon i ACL-skader hos IG vs. KG per 1000 UE. Sesong 2: 74% reduksjon i ACL-skader hos IG vs. KG per 1000 UE.
Gilchrist et al. (2008)  RCT	Effekt av PEP-program på forekomst av ACL-skader hos unge kvinnelige fotballspillere.	Totalt: 1435 kvinnelige fotballspillere. Collegiate, 1. Divisjon. Gjennomsnittsalder: 19.88 år. IG: (n=538, fra 26 lag) KG: (n=852, fra 35 lag)	IG og trenere lærte PEP-program gjennom video og instruksjonshefte.	KG utførte sin vanlige oppvarming.	Forekomst av ACL-skade, spesifikt ikke-kontakt ACL-skader, samt andre kneskader.	41% reduksjon i ACL-skader hos IG vs. KG per 1000 UE. 70% reduksjon i ikke-kontakt ACL-skader hos IG vs. KG per 1000 UE.
Waldén et al. (2012)  RCT	Evaluere effekten av et nevro-muskulært oppvarmingsprogram (Knäkontroll) for å redusere forekomsten av akutte kneskader, spesifikt ACL-skader hos unge kvinnelige fotballspillere.	Totalt: 4564 kvinnelige fotballspillere. Alder: 12-17 år. Gjennomsnittsalder: 14 år. IG: (n=2479, fra 121 lag) KG: (n=2085, fra 109 lag)	Praktisk instruksjon fra fysioterapeut ble gitt til en trener og en spiller fra hvert lag i IG. Hver trener fikk og en CD med beskrivelse av programmet.	KG utførte spill og treninger som vanlig.	Primært: Forekomst av ACL-skader. Sekundært: Forekomst av alvorlig kneskade og enhver akutt kneskade.	64% reduksjon i ACL-skader hos IG vs. KG pr. 1000 spillende time.

IG = intervensjonsgruppe, KG = kontrollgruppe, UE = utøvers eksponering (definert som deltakelse i trening eller kamp, der en spiller ble utsatt for en mulig skade).

#### 4.2.1 Formål

I studien til Mandelbaum et al. (2005) og Gilchrist et al. (2008) var formålet å undersøke om et nevro-muskulært og proprioseptivt treningsprogram, kunne ha effekt på insidensen av ACL-skader blant unge kvinnelige fotballspillere. Waldén et al. (2012) så om effekten av et nevro-muskulært oppvarmingsprogram reduserte forekomsten av akutte kneskader hos unge kvinnelige fotballspillere.

#### 4.2.2 Utvalg

Alle studiene hadde en populasjon bestående av unge kvinnelige fotballspillere. Mandelbaum et al. (2005) inkluderte totalt 5703 kvinnelige fotballspillere i alderen 14-18 år fra samme liga over to år. De som takket ja til deltakelse ble tildelt intervensjonsgruppen, mens resterende lag fungerte som den ikke-randomiserte kontrollgruppen. Hos Gilchrist et al. (2008) deltok til sammen 1435 kvinnelige fotballspillere fra 1.divisjons collegiate kvinnefotball. Waldén et al. (2012) har inkludert totalt 4564 deltakere. Gjennomsnittsalder på deltakerne var hos Gilchrist et al. (2008) og Waldén et al. (2012) henholdsvis 19.88 år og 14 år, Mandelbaum et al. (2005) har derimot ikke spesifisert deltakernes gjennomsnittsalder.

Både Gilchrist et al. (2008) og Waldén et al. (2012) har ekskludert lag før intervensjonen ble satt i gang. Hos Mandelbaum et al. (2005) ble det imidlertid ikke foretatt ekskludering av lag, da lag som ikke ønsket å delta fungerte som kontrollgruppen. Gilchrist et al. (2008) ekskluderte totalt 14 lag grunnet deltakelse i pilotstudien året før. Hos Waldén et al. (2012) ble klubber som ikke svarte på invitasjonen eller som takket nei til å delta ekskludert, samt klubbene som hadde mindre enn to treninger i uken og/eller allerede brukte et skadeforebyggende treningsprogram.

#### 4.2.3 Utfallsmål

Alle de tre inkluderte studiene har tatt for seg insidens av ACL-skade som utfallsmål. Mandelbaum et al. (2005) har valgt å måle insidensen av ikke-kontakt ACL-skade på tre ulike måter; antall skader pr. 1000 utøvers eksponeringer i trening og kamp, antall skader pr. 100 lag, samt antall skader pr. 1000 spiller. Gilchrist et al. (2008) har i likhet med Mandelbaum et



al. (2005) målt insidensen av ikke-kontakt ACL-skade, men har i tillegg målt totalt antall ACL-skader (både kontakt og ikke-kontakt) og alle typer kneskader, uten videre presisering. Antall skader ble også her målt basert på pr. 1000 utøvers eksponeringer i kamp og trening.

Waldén et al. (2012) har forekomst av ACL-skader som primærutfall, og insidens av akutte og alvorlige kneskader som sekundærutfall. Både primær- og sekundærutfallene er målt i tall på skader pr. 1000 spillende time. I Gilchrist et al. (2008) ble det i tillegg rapportert inn ukentlig compliance av intervensjonen, målt i gjennomsnittlig antall gjennomføringer av intervensjonen pr. lag. Hos Mandelbaum et al. (2005) og Waldén et al. (2012) er compliance ikke spesifisert som utfallsmål. Likevel har de dokumentert at compliance av programmet ble gjennomført blant intervensjonslagene, men tall er ikke rapportert inn.

Hos både Mandelbaum et al. (2005) og Gilchrist et al. (2008) ble det ukentlig rapportert inn hver utøvers deltakelse i kamp og trening, samt eventuelle tilfeller av skader. I studien til Waldén et al. (2012) ble dette derimot rapportert inn månedlig. Alle studiene har benyttet seg av et skaderapporteringskjema for å klassifisere type skade og årsak til skade.

Registreringen av utfallsmålene i de ulike studiene har noe ulik lengde. Mandelbaum et al. (2005) har registrert skadeinsidens over to sesonger, mens Gilchrist et al. (2008) og Waldén et al. (2012) har begrenset studietiden til kun én sesong, henholdsvis over 12 uker og syv måneder.

#### 4.2.4 Intervensjon

Alle studiene brukte et nevro-muskulært oppvarmingsprogram som tiltak i intervensjonsgruppene, og sammenlignet med kontrollgrupper som gjennomførte sine ordinære oppvarmingsrutiner. Både Mandelbaum et al. (2005) og Gilchrist et al. (2008) benyttet seg av "Prevent Injury and Enhance Performance Program" (PEP-program), mens Waldén et al. (2012) brukte et svensk oppvarmingsprogram, kalt Knäkontroll. I tabell 4.2 og vedlegg 1 og 2 foreligger antall og varighet på økter, samt nærmere beskrivelse av intervensjonene.

Tabell 4.2 Skildring av intervensjoner

Studie	Antall og varighet på økter	Intervensjonsgruppe	Kontrollgruppe
Mandelbaum et al. (2005)	Intervensjonsgruppe: 15-20 minutters oppvarmingsprogram 3x i uken over to sesonger (2000- og 2001-sesongen)	<p><i>PEP-program:</i></p> <p><b>Oppvarming:</b> jogge fra linje til linje på fotballbane, jogge fra side til side og jogge baklengs.</p> <p><b>Tøying:</b> legg, fremside lår, bakside lår, innside lår og hoftebøyer.</p> <p><b>Styrke:</b> gående utfall, Nordic hamstring og et bens ståhev.</p> <p><b>Plyometrisk:</b> sidelengs hopp over kjegle, fremlengs/baklengs hopp over kjegle, vertikale hopp med heading og hoppende utfall.</p> <p><b>Agility:</b> spurt, diagonale sprinter, "bounding run" (hoppende løpsdrill, overdreven vertikal og horisontal forskyving fra et ben til neste (Suunto, 2017)).</p>	Trenerne til lagene i kontrollgruppen ble instruert til å gjennomføre sin vanlige oppvarming.
Gilchrist et al. (2008)	Intervensjonsgruppe: 15-20 minutters oppvarmingsprogram 3x i uken i 12 uker	<i>PEP-program (vist over)</i>	Trenerne til lagene i kontrollgruppen ble instruert til å gjennomføre sin vanlige oppvarming.
Waldén et al. (2012)	Intervensjonsgruppe: 15 minutters oppvarmingsprogram 2x i uken gjennom hele sesongen (7 mnd.)	<p><i>Knäkontroll:</i></p> <p>Seks øvelser med fokus på kjernestabilitet, balanse og knekontroll:</p> <p>Et bens knebøy, seteløft, to bens knebøy, planke, utfall og hopp/landingsteknikk.</p> <p>Oppvarmingsprogrammet var delt inn i fire steg i forhold til vanskelighetsgrad, der den første vanskelighetsgraden måtte fullføres før man kunne gå videre til neste.</p>	Trenerne til lagene i kontrollgruppen ble instruert til å trene og spille som vanlig gjennom sesongen uten noen endringer.

#### 4.2.5 Resultat

Alle de inkluderte studiene konkluderte med at et nevro-muskulært oppvarmingsprogram kan redusere forekomsten av ACL-skader blant unge kvinnelige fotballspillere.

Signifikansnivå var felles for alle studiene og var satt til å være 0.05, målt ved P-verdi.

Samtlige studier brukte et konfidensintervall på 95%. Dette er for å kvantifisere den tilfeldige variasjonen som alltid følger med en måling. Med et konfidensintervall på 95% kan forfatterne være 95% sikker på at de har funnet den sanne verdien (Jamtvedt et al., 2015, s. 109).

Mandelbaum et al. (2005) fant en statistisk signifikant endring på ikke-kontakt ACL-skader mellom intervensjons- og kontrollgruppen i begge sesongene. I den første sesongen var tallet på skader henholdsvis 0.05 (IG) og 0.47 (KG) pr. 1000 utøvers eksponeringer ( $P=0.0001$ ). Dette indikerer en total skadereduksjon på 88% per spiller i intervensjonsgruppen sammenlignet med pr. spiller i kontrollgruppen. I neste sesong var tallet på skader henholdsvis 0.13 (IG) og 0.51 (KG) pr. 1000 utøvers eksponeringer ( $P=0.0047$ ), noe som tilsvarer en total reduksjon i skader på 74%. De fant også statistisk signifikant endring i favør intervensjonsgruppen både da de så på antall skader pr. 1000 spiller og antall skader pr. 100 lag i begge årene.

I studien til Gilchrist et al. (2008) fant de en 41% reduksjon i totalt antall ACL-skader i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen. Dette var imidlertid ikke et statistisk signifikant funn. Ved å kun se på ikke-kontakt ACL skader, ble det heller ikke funnet en statistisk signifikant endring tross en 70% reduksjon på skadeforekomsten. Hos de med tidligere ACL-skadehistorikk ble det målt en statistisk signifikant endring ved ikke-kontakt ACL-skader, da ingen i intervensjonsgruppen fikk en ny skade, sammenlignet med fire skader i kontrollgruppen ( $P=0.046$ ). I første halvdel av sesongen var totalt antall ACL-skader som oppstod likt mellom de to gruppene, mens det i siste halvdel av sesongen ble funnet en statistisk signifikant endring i favør intervensjonsgruppen ( $P=0.025$ ). Lagenes compliance av PEP-programmet viste et gjennomsnittlig bruk på 26 av totalt 36 treninger (72,2%), der gjennomføringen hos hvert enkelt intervensjonslag varierte med et spenn på 12 til 37 ganger.

I Waldén et al. (2012) ble det funnet en statistisk signifikant reduksjon på 64% i insidensen av ACL-skader hos intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen ( $P=0.02$ ).

“Numbers needed to treat to benefit” (NNT), altså tallet på deltakere som må behandles for å hindre et uønsket utfall (i dette tilfelle ACL-skade) var 14 (Jamtvedt et al., 2015, s. 107).

Waldén et al. (2012) har også gjort en tilleggsanalyse av spillere som gjennomførte intervensjonen minst én gang i uken, der resultatet viser en statistisk signifikant reduksjon i ACL-skader på 83% ( $P=0.004$ ).

## 5.0 Diskusjon

I diskusjonsdelen vurderer vi studienes metodiske kvalitet, før vi videre diskuterer resultatene og om resultatene og tiltaket er av klinisk relevans.

### 5.1 Vurdering av metodisk kvalitet

Den metodiske kvaliteten til de inkluderte studiene er vurdert ved hjelp av "Sjekkliste for vurdering av en randomisert kontrollert studie" og "Sjekkliste for vurdering av en kohortstudie" (Helsebiblioteket, 2018). Ettersom Mandelbaum et al. (2005) er en kohortstudie er sjekklisten noe avvikende fra en sjekkliste for RCT. I delkapittel 5.1.1 - 5.1.4 fremkommer vurdering og sammenligning for alle tre studiene, mens delkapittel 5.1.5 - 5.1.6 kún omhandler kohortstudien. Sammendrag av vurderingen er presentert i tabell 5.1 og 5.2.

Tabell 5.1 Vurdering av metodisk kvalitet for RCT

Studie	Klart formål	Randomisering	Gruppene like ved baseline	Gruppene behandlet likt	Blinding av deltakere	Blinding av forfatter	Likt frafall	Frafall gjort rede for	Utfall målt likt	Intention to treat-analyse
Gilchrist et al. (2008)	Ja	Delvis	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Waldén et al. (2012)	Ja	Ja	Ja	Ja	Delvis	Delvis	Nei	Ja	Ja	Ja

Tabell 5.2 Vurdering av metodisk kvalitet for kohortstudie

Studie	Klart formål	Rekruttering til kohorten	Presist mål av eksponering	Presist mål av utfall	Forvekslingsfaktorer	Oppfølging	Likt frafall
Mandelbaum et al. (2005)	Ja	Ja	Ja	Ja	Delvis	Ja	Nei

### 5.1.1 Randomisering, blinding og rekruttering

I de to inkluderte RCTene ble det benyttet klyngerandomisering, hvor deltakerne ble randomisert gruppevis, slik at hele fotballag gjennomførte samme intervensjon (Jamtvedt et al., 2015, s. 102). Hos Gilchrist et al. (2008) og Waldén et al. (2012) ble deltakende klubber randomisert i enten intervensjons- eller kontrollgruppen. Waldén et al. (2012) gjennomførte randomiseringen ved hjelp av et datagenerert program, der klubbene ble randomisert etter distrikt, slik at alle lag fra samme klubb ble tildelt samme gruppe. En forsker som var blindet for identiteten til klubbene gjennomførte randomiseringen. Gilchrist et al. (2008) mangler derimot rapportering om hvordan gruppene er randomisert. Dette vurderer vi som en svakhet ved studien, da det er usikkert om randomiseringen er blitt gjort av testlederen, en andrepart eller et datagenerert program, noe som gjør det vanskelig å vurdere om gruppene var så like som mulig.

I de utvalgte studiene våre var hverken utøvere, trenere eller fysioterapeuter blindet. Dette er nokså vanlig i studier med fysioterapitiltak, da det er vanskelig å blinde deltakere for aktive behandlingstiltak (Jamtvedt et al., 2015, s. 102). Hos Waldén et al. (2012) var derimot legene som målte det primære utfallsmålet blindet.

Hos Mandelbaum et al. (2005) ble alle lagene kontaktet via mail angående interesse for deltakelse i treningsprogrammet. Lagene som takket ja ble plassert i intervensjonsgruppen, mens de gjenværende lagene fungerte som den ikke-randomiserte kontrollgruppen. En begrensning ved en slik ikke-randomisert effektstudie er at den tilsynelatende effekten kan skyldes at gruppene ikke var helt like (Jamtvedt et al., 2015, s. 114). Vi vurderer likevel rekrutteringen som tilfredsstillende, da studien har høyt deltakerantall og at forskerne har tatt høyde for at spillerne i de to gruppene var matchende i forhold til alder og ferdigheter.

### 5.1.2 Baseline

For å sammenligne gruppene er det ønskelig at gruppene er så like som mulig ved baseline (Jamtvedt et al., 2015, s. 100). Hos Gilchrist et al. (2008) og Waldén et al. (2012) ble data fra alle deltakere registrert ved baseline ved hjelp av et spørreskjema, for å kartlegge alder, vekt, høyde og tidligere skadehistorikk. Begge studiene konkluderte med at spillerne i både

intervensjons- og kontrollgruppen var like ved baseline, noe de også har fremstilt i en tabell, med verdier illustrert i gjennomsnitt.

#### 5.1.3 Behandling og oppfølging

I alle tre studiene ble gruppene behandlet likt i oppfølgingsperioden, sett bort fra den planlagte intervensjonen. Dette er viktig for å unngå forskjeller mellom gruppene, noe som kan påvirke resultatet (Jamtvedt et al., 2015, s. 101). Hos Mandelbaum et al. (2005) ble gruppene fulgt opp over en periode på to år, noe vi anser som en tilfredsstillende oppfølgingsperiode. I de to RCTene var oppfølgingsperioden noe kortere, og dette kan være en begrensning for oppnåelse av effekt.

#### 5.1.4 Frafall

Det er essensielt å vurdere frafallet og eventuelt årsak, samt om dette er tatt hensyn til i analysen (Jamtvedt et al., 2015, s. 103). I Gilchrist et al. (2008) var det et frafall på åtte lag (12%) hvorav alle kom fra intervensjonsgruppen. I Waldén et al. (2012) var frafallet på henholdsvis 23 lag (8%) i intervensjonsgruppen og 38 lag (13%) i kontrollgruppen. Frafallet var dermed ikke fordelt likt mellom gruppene i de to studiene. Begge studiene har gjort rede for årsak til frafallet. Hos Gilchrist et al. (2008) droppet lagene hovedsakelig ut grunnet mangelfull gjennomføring av programmet og rapportering. I Waldén et al. (2012) skyldes årsaken til frafall i begge gruppene fortrinnsvis manglende deltakerinteresse. Et større frafall i kontrollgruppen enn i intervensjonsgruppen kan, ifølge forskerne, muligens skyldes misnøye med gruppeinndeling. Vi anser imidlertid frafallet i de to studiene som relativt lavt, og at det trolig har hatt liten betydning for resultatene.

Hos Mandelbaum et al. (2005) ble antall intervensjonslag redusert fra 52 til 45 lag fra første til andre år av studien, da 18-åringene i den første sesongen hadde fylt 19 år. Disse ble dermed ekskludert grunnet alder. I tillegg var det 10 færre lag i ligaen i 2001-sesongen. Det kommer derimot ikke frem om disse tilhørte intervensjons- eller kontrollgruppen, noe som gjør det vanskelig å vurdere om frafallet er likt fordelt mellom gruppene. Vi anser likevel dette frafallet som lavt, da deltakerantallet i utgangspunktet er høyt.



Både Gilchrist et al. (2008) og Waldén et al. (2012) gjennomførte "intention to treat-analyse". Dette innebærer at de gjorde en analyse av alle lagene som opprinnelig deltok i studien, i de gruppene de ble fordelt til, til tross for frafall. En styrke ved dette er at resultatenes troverdighet øker (Jamtvedt et al., 2015, s. 103).

#### 5.1.5 Måling av eksponering og utfall

I Mandelbaum et al. (2005) ble både intervensjons- og kontrollgruppene eksponert for skade ved kamp og trening, og dette ble rapportert inn ukentlig i form av et eksponeringsskjema. I tillegg ble intervensjonslagene eksponert for en intervensjon (PEP-program), noe de gjenværende lagene i ligaen ikke ble. Vi vurderer eksponeringsskjema som en presis målemetode for å identifisere antall eksponeringer i trening og kamp.

Skader ble ukentlig rapportert inn av trenerne hos alle lagene i ligaen. Ettersom ukentlig skaderapportering var obligatorisk i denne ligaen, klarte studien enklere å fange opp antall skader. For at skaden skulle karakteriseres som en ikke-kontakt ACL-skade måtte det bekreftes ved positiv billediagnostikk. Det kommer derimot ikke frem om utfallsmålerne var blindet. Vi vurderer dette som en forholdsvis objektiv målemetode, og at manglende blinding av utfallsmålerne ikke har hatt betydning for resultatet.

#### 5.1.6 Forvekslingsfaktorer

Fordi vi ikke kan være helt sikre på om gruppene var like, er det en risiko for at en viss skjevfordeling har oppstått (Jamtvedt et al., 2015, s. 123). Dette er noe forfatterne har identifisert, da deltakerne i intervensjonslagene kan ha hatt en ytterligere interesse for skadeforebyggende program. I tillegg har de kontrollert at alder og ferdigheter var matchende mellom gruppene. De har derimot ikke tatt hensyn til om spillerne har hatt en tidligere kneskadehistorikk i analysene, noe som kan ha en innvirkning på resultatene.

## 5.2 Resultatdrøfting

I denne litteraturstudien har vi undersøkt effekten av nevromuskulær trening på forekomsten av ACL-skader hos unge kvinnelige fotballspillere. Vi inkluderte tre studier, hvor alle så på effekten av et nevromuskulært oppvarmingsprogram.

Resultatene fra studiene viste at nevromuskulær trening hadde en forebyggende effekt på forekomsten av ACL-skade hos unge kvinnelige fotballspillere. Både Mandelbaum et al. (2005) og Gilchrist et al. (2008) fant reduksjon på ikke-kontakt ACL-skader i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen. Hos Gilchrist et al. (2008) var endringen derimot ikke statistisk signifikant. Det var den heller ikke ved totalt antall ACL-skader, tross skadereduksjon i intervensjonsgruppen. Waldén et al. (2012) fant også reduksjon i antall ACL-skader i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen. Endringen var statistisk signifikant. Selv om flere av studienes resultater er statistisk signifikante, kan det diskuteres om intervensjonen er overførbar til praksis. Dette kommer vi tilbake til i delkapittel 5.3.

Alle inkluderte studier har som nevnt brukt et nevromuskulært oppvarmingsprogram som intervensjon. Både PEP-program og Knäkontroll fokuserer på nevromuskulær trening, men det er likevel noe variasjon i valg av øvelser som kan ha påvirket resultatet. Begge inkluderer styrke- og plyometriske øvelser. PEP-program inneholder i tillegg tøying og agilityøvelser, mens Knäkontroll har inkludert balanse og kjernestabilitet. Siden studiene har ulike komponenter av nevromuskulær trening er det vanskelig å avgjøre den isolerte effekten til hver enkelt øvelse. Likevel er det nærliggende å tro at en kombinasjon av de ulike nevromuskulære komponentene er å foretrekke for å redusere forekomsten av ACL-skader. Det er vist at plyometrisk trening kombinert med andre øvelser som styrke, agility og tøying, kan redusere knevalgus og bedre muskelaktivering, som igjen er med på å redusere risikoen for ACL-skade (Alentorn-Geli et al., 2009). I tillegg kan det tenkes at øvelsen "Nordic hamstring" i PEP-programmet spesifikt styrker hamstringsmuskulaturen, som kan være en faktor for å redusere belastningen på ACL (MacDonald et al., 2020).

En viktig faktor for å unngå systematiske feil er at intervensjonene er organisert på en standardisert måte, for å avgjøre om tiltaket hadde effekt (Jamtvedt et al., 2015, s. 101). I

alle studiene ble oppvarmingsprogrammet utført i tilknytning til ordinær trening. Fordelen med å gjennomføre intervensjonen som en del av oppvarmingen er at man unngår muskulær trøtthet, noe som har vist seg å være en faktor for manglende suksess i skadeforebyggende program som er utført i etterkant av trening (Bien, 2011). På den andre siden kan gjennomføring av intervensjonen også være en risiko for skade, da spillerne utfører øvelser som er nærliggende til skademekanismen ved en ACL-skade, eksempelvis hopp og hurtige retningsforandringer. Hverken Gilchrist et al. (2008) eller Waldén et al. (2012) har imidlertid rapportert om skader i tilknytning til det aktuelle oppvarmingsprogrammet. Mandelbaum et al. (2005) har ikke rapportert om skadene som oppstod skjedde i tilknytning til oppvarmingsprogrammet, og man kan dermed ikke utelukke at spillere har pådratt seg en ACL-skade ved gjennomføring av intervensjonen.

For å avgjøre om tiltaket har hatt effekt, må man vite at deltakerne har utført intervensjonen slik de skulle. En styrke i studien til Gilchrist et al. (2008) er at lagene har relativ høy gjennomsnittlig compliance til intervensjonen på 72,2%. Likevel er det viktig å ta hensyn til at hvert enkelt lags compliance ikke nødvendigvis er like høy. Dette kommer tydelig frem da treningene med bruk av intervensjonen hos hvert enkelt lag varierte mellom 12 til 37 ganger. Denne variasjonen kan ha innvirkning på resultatene, da ikke alle lagene har utført programmet nok ganger i forhold til anbefalt bruk. I tillegg er ikke enkeltspillers deltakelse rapportert, noe som kan bety at lagets compliance kan være høy, men ikke nødvendigvis hver spillers compliance. Mandelbaum et al. (2005) og Waldén et al. (2012) har derimot ikke rapportert compliance hos hverken enkeltspillere eller lag, noe som gjør at man ikke kan sammenligne oppnådd effekt og compliance. Compliance har vist seg å være en viktig del av det skadeforebyggende arbeidet, og er avgjørende for å fastslå en eventuell effekt. Det er også vist at lag som bruker programmet konsekvent oppnår en lavere skadefrekvens (Silvers-Granelli et al., 2018).

Varigheten på intervensjonsperioden har også noe å si for ulik oppnåelse av effekt. Det er vist at nevro-muskulære skadeforebyggende program bør gjennomføres hyppig i minimum åtte uker for å oppnå optimal effekt (Bien, 2011; Silvers-Granelli et al., 2018). Både Mandelbaum et al. (2005) og Waldén et al. (2012) hadde lengre intervensjonsperiode på henholdsvis to år og syv måneder, mens Gilchrist et al. (2008) hadde en

intervensjonsperiode på 12 uker. Intervensjonsperiodene i alle studiene innfrir dermed anbefalt varighet. Et interessant funn er at Gilchrist et al. (2008) rapporterte relativ lik ACL-skadestatistikk mellom gruppene de første seks ukene av intervensjonen, mens i de siste seks ukene hadde intervensjonsgruppen ingen ACL-skader sammenlignet med kontrollgruppen som hadde fem. Dette styrker trolig antagelsen om at lenger intervensjonsperiode gir bedre effekt av programmet.

For at resultatene skal være reelle, må man vite at alle skadene er registrert. I alle studiene ble det brukt skaderapporteringsskjema. Man kan videre stille spørsmål ved om slik skaderapportering er tilstrekkelig for å ekskludere og differensiere mellom ulike skadetyper, samt fange opp totalt antall skader. I tillegg kan en påvirkningsfaktor være at trenerne stod for innrapportering av skade, og at en eventuell feilrapportering kan ha påvirket resultatene. På den andre siden er det en fordel at skaderapporteringen ikke var basert på selvrapportering, da unøyaktige beskrivelser av skadene eller unngåelse av rapportering kunne oppstått. Likevel er en alvorlig kneskade vanskelig å skjule og det å spille fotball som normalt vil trolig være umulig. Det er derfor nærliggende å tro at riktig antall skader er fanget opp. Alle studiene har i tillegg brukt klinisk undersøkelse og/eller billeddiagnostikk for å kartlegge skadene, noe som sannsynligvis har ført til tilfredsstillende differensiering, der man har klart å fange opp riktig antall skader.

Som tidligere nevnt vil spillernes totalbelastning ha betydning for risiko for skade (Myklebust, 2019). Alle studiene har målt eksponering, men kún Waldén et al. (2012) har målt eksponeringen i antall spillende timer, der eksponeringen er tilnærmet lik i intervensjons- og kontrollgruppen. Dette gjør at man vet nøyaktig hvor mange timer deltakerne faktisk har vært utsatt for skade, selv om man ikke nødvendigvis er like utsatt under eksempelvis skuddtrening i forhold til en duell i en kamp. Hos de to andre studiene (Mandelbaum et al. 2005; Gilchrist et al., 2008) er eksponeringen målt i antall ganger spillerne har vært utsatt for skade. En kan diskutere om det er reelt å måle på denne måten, da man sannsynligvis er mer utsatt for skade i 90 minutter av en kamp i forhold til 5 minutter. Likevel regnes dette som én eksponering i begge disse studiene. Det er også interessant at både Mandelbaum et al. (2005) og Gilchrist et al. (2008) har en betydelig høyere eksponering i kontrollgruppen enn i intervensjonsgruppen. Selv om resultatene er

statistisk signifikante, kan en stille spørsmål ved om denne forskjellen kan ha påvirket resultatene.

Gilchrist et al. (2008) var den eneste av inkluderte studier som rapporterte ACL-skader hos spillere med tidligere ACL-skadehistorikk. Ingen i intervensjonsgruppen med tidligere ACL-skade pådro seg en ny skade, og reduksjonen var dermed statistisk signifikant for ikke-kontakt skader. ACL-reskade er en kjent risikofaktor for de med tidligere ACL-skadehistorikk (Waldén et al, 2006). Wiggins et al. (2016) har oppsummert risikoen for en ACL-reskade hos unge idrettsutøvere (<25 år), og resultatene viser at hver fjerde utøver pådro seg en ny ACL-skade etter tidligere skade ved retur til vridningsidretter som fotball. Denne forekomsten og identifiseringen av tidligere ACL-skade som risikofaktor for en ny ACL-skade, understreker viktigheten av å unngå at den første skaden oppstår. Sett i lys av dette kan det tenkes at et nevrologisk oppvarmingsprogram er særlig effektivt for de med tidligere ACL-skadehistorikk.

Hvilke deltakere som er inkludert i studiene og antall kan ha påvirket den reelle effekten av tiltaket. Alle studiene valgte å se på unge kvinnelige fotballspillere. Dette kan sies å være en homogen gruppe, men det er likevel noen forskjeller knyttet til alder. Gjennomsnittsalderen hos Waldén et al. (2012) var 14 år, og ettersom ACL-skade er økende for jenter i ungdomsalderen (Hägglund & Waldén, 2016), kan det diskuteres om deltakerne i denne studien var særlig utsatt for skade sammenlignet med deltakerne i Gilchrist et al. (2008) hvor gjennomsnittsalderen var 19.8 år. På den andre siden er det dokumentert at de i alderen 14-19 år ser ut til å være spesielt utsatt for skade (Vescovi & VanHeest, 2010; Renström et al., 2008), og ulik gjennomsnittsalder har trolig liten betydning for skaderisikoen og dermed effekt av programmet. Alle studiene hadde frivillig deltakelse. En skal være bevisst på at dette kan ha medført at de mest motiverte og trente lagene valgte å delta. Mandelbaum et al. (2005) inkluderte nærmere 6000 deltakere, og sammenlignet med nærmere 1500 deltakere hos Gilchrist et al. (2008) er dette en vesentlig forskjell. På lik linje med Mandelbaum et al. (2005), hadde Waldén et al. (2012) et relativt høyt deltakerantall i sin studie. Oppnådd effekt kan derfor gjenspeiles av høyt deltakerantall i disse studiene.

Det er verdt å nevne at Mandelbaum et al. (2005) har færre lag i intervensjonsgruppen begge årene, sammenlignet med kontrollgruppen. Dette kan trolig skyldes at det jevnt over var færre lag som ønsket å implementere intervensjonen, da dette var et valg de fikk. Det kan derfor tenkes at de som takket ja til intervensjonen kan ha hatt ekstra motivasjon til å gjennomføre programmet, noe som kan påvirke compliance og effekten av programmet. Tross ulikhet i deltakerantall i intervensjons- og kontrollgruppen er det gjennomgående flere ACL-skader i kontrollgruppen begge årene. I tillegg er det en 14% forskjell i oppnåelse av effekt fra første til andre sesong. Dette kan muligens ha blitt påvirket av reduksjonen i antall intervensjonsspillere fra første til andre sesong. En annen påvirkningsfaktor kan være at deltakere og trenere mistet motivasjon til å gjennomføre PEP-programmet i andre sesong, da det muligens kan oppfattes som noe ensformig. Eventuell varierende og manglende gjennomføring av programmet i siste sesong, vil trolig kunne påvirke effekten av programmet da hyppigheten som er anbefalt ikke oppnås.

Gyldigheten av effekten ved de ulike intervensjonene kan diskuteres. Som kjent hadde Mandelbaum et al. (2005), i likhet med Gilchrist et al. (2008) og Waldén et al. (2012) en kontrollgruppe, men denne var ikke randomisert, noe som kan påvirke påliteligheten til resultatene. Skadereduksjon hos de to RCT-studiene kan derfor anses som mer troverdig, da spillerne var tilfeldig fordelt mellom intervensjons- og kontrollgruppen. På den andre siden er det nærliggende å tro at årsaken til skadereduksjonen hos Mandelbaum et al. (2005) faktisk skyldes PEP-programmet, da deltakerne i de to gruppene var matchende i forhold til kjønn, alder og divisjonsnivå.

### 5.3 Klinisk relevans

Overføringsverdi henger sammen med om resultatene fra studiene kan brukes i praksis (Martinussen et al., 2010, s. 215). Et klinisk signifikant resultat betyr at det er stort nok til å ha praktisk betydning for pasienter og helsepersonell (Helsebiblioteket, u.å). Det vil derfor være hensiktsmessig å diskutere om tiltakene kan overføres til det virkelige liv og om resultatene fra studiene er av klinisk relevans.

Ekstern gyldighet i studier innebærer at elementer ved studiene er tilstrekkelig likt det som er aktuelt i virkelig praksis, for å kunne ha tillit til at resultatene er overførbare (FHI, 2018, s.

39). Utvalget i studiene er homogene; unge kvinnelige fotballspillere, og det er derfor grunn til å tro at resultatene er generaliserbare til denne gruppen. Ettersom kvinner har høyere risiko for ACL-skade enn menn, vil trolig intervensjonen ha en overføringsverdi for kvinner med høyere alder enn 25 også. Det er derimot usikkert om resultatene kan overføres til mannlige fotballspillere. Ut ifra resultatene vil imidlertid tiltakene sannsynligvis være effektivt for personer med tidligere kneskadehistorikk, samt ung alder.

I denne litteraturstudien er nevromuskulær trening brukt som treningsintervensjon. Intervensjonen kan sees på som både kostnadseffektiv og tidsøkonomisk, da programmet krever lite utstyr og enkelt kan implementeres i treningsøktene. Sammenlignet med kostnadene som er knyttet til både kirurgisk behandling av en ACL-skade og en lang rehabilitering, vil bruk av et slikt forebyggende treningsprogram kunne gi helseøkonomiske fordeler.

De inkluderte studiene viser at nevromuskulær trening har god forebyggende effekt på ACL-skader. Likevel bør man være forsiktig med å anta at forskningsbasert kunnskap alene skal fastslå beslutninger om behandling (Jamtvedt et al., 2015, s. 113). Det er ikke nødvendigvis slik at nevromuskulær trening passer for alle lag, tross dokumentert forskning. Spillernes og lagenes preferanser og forventninger må kartlegges, da det trolig er lite hensiktsmessig å starte et slikt tiltak hvis de som er med ikke tror på effekten. Videre er det heller ikke sikkert resultatene kan overføres til enkeltspillere, selv om laget hadde effekt av tiltaket.

Fysiologiske og biomekaniske risikofaktorer er svært individuelt, og man vet ikke på forhånd om tiltaket kan forebygge ACL-skade hos akkurat denne spilleren da ingen tiltak har effektgaranti. Likevel er det nærliggende å tro at tiltaket egner seg for personer med like karakteristikk.

For å oppnå best mulig effekt av tiltaket bør man introdusere programmet så tidlig som mulig, da unge fotballspillere ikke har etablert grunnleggende bevegelsesmønster fullstendig. Det kan derfor anses som nyttig å implementere et slikt forebyggende treningsprogram når barn og unge starter med idretten, da motoriske ferdigheter læres best i ung alder. En essensiell faktor kan også være å implementere programmet i forkant av sesong for å oppnå optimal effekt.

Grunnet høy ACL-skadeinsidens blant unge kvinnelige fotballspillere, er resultatene fra studiene svært relevante for fysioterapeuter. Fysioterapeuter kan bidra med veiledning og instruering i øvelser med fokus på hensiktsmessige bevegelsesmønstre. I tillegg bør fysioterapeuter bidra med videreformidling av kunnskap, slik at ACL-skadeforebygging kan implementeres hos flest mulig, tidligst mulig. På den måten kan man redusere forekomsten og de negative konsekvensene som følger med skaden både for enkeltspillere, lag og samfunn. Utfordringen er likevel at fysioterapeuter ikke er en del av ungdomsidretten. Hvordan kan man da implementere denne kunnskapen hos de gruppene som trenger den mest? Fysioterapeuter bør inkluderes tydeligere i det skadeforebyggende arbeidet, der kurs og videomateriale med instruksjon, kan være et nyttig hjelpemiddel. Samarbeid mellom fysioterapeuter og idrettsmiljø er derfor en essensiell faktor i det skadeforebyggende arbeidet, og kan på sikt øke helsegevinstene knyttet til deltakelse i idrett.

Vi er av den oppfatning at resultatene kan overføres til praksis, da resultatene i alle studiene viste gjennomgående forebyggende effekt. Samtidig vil ytterlige forskning på forebygging av ikke-kontakt ACL-skader være relevant, da dette er den hyppigste formen for ACL-skade.



## 6.0 Konklusjon

Denne litteraturstudien har inkludert tre studier som undersøkte effekten av nevromuskulær trening i forebygging av ACL-skader. Problemstillingen vi ønsket svar på var: *“Hvilken forebyggende effekt har nevromuskulær trening på forekomst av ACL-skade hos unge kvinnelige fotballspillere?”*.

Resultatene fra samtlige studier viser redusert forekomst av ACL-skader hos gruppene som gjennomførte nevromuskulær trening. Spesielt ved ikke-kontakt ACL-skade, hos spillere med tidligere kneskadehistorikk og ved bruk over lengre tid er det grunn til å tro at nevromuskulære oppvarmingsprogram har effekt, da resultatene var statistisk signifikante. I tillegg vurderes inkluderte studiers metodiske kvalitet som tilfredsstillende og resultatene som troverdige, tross noen ulikheter mellom studiene.

Basert på alvorlighetsgraden og de negative konsekvensene knyttet til en ACL-skade, illustrer studienes resultater viktigheten av tidlig forebygging og implementering av et slikt tiltak. Dette er aktuelt for fysioterapeuter i praksis, og videreformidling og veiledning av nevromuskulær trening er essensielt for å unngå ACL-skader. Resultatene kan derfor være til stor hjelp og viser hvordan et enkelt tiltak kan bidra til å unngå alvorlig skade som holder spillere på sidelinjen i lang tid.

## 7.0 Referanseliste

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C. & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17, 859-879. DOI 10.1007/s00167-009-0823-z
- Bahr, R. (Red.). (2014). *Idrettsskader - diagnostikk og behandling*. Fagbokforlaget.
- Beutler, A. & Alexander, A. (2020, 13. august). Physical examination of the knee. I K. B. Fields & J. Grayzel (Red.), *UpToDate*. [https://www.uptodate.com.galanga.hvl.no/contents/physical-examination-of-the-knee?sectionName=ANATOMY&search=acl&topicRef=243&anchor=H133527526&source=see\\_link#H133527526](https://www.uptodate.com.galanga.hvl.no/contents/physical-examination-of-the-knee?sectionName=ANATOMY&search=acl&topicRef=243&anchor=H133527526&source=see_link#H133527526)
- Bien, D. P. (2011). Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm-up programs in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 271-285. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181fb4a5a
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A. & Garrett, W. E. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23(6), 573-578. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-20000601-15>
- Braut, G.S. & Hem, E. (2020, 29. oktober). Compliance. I *Store Norske Leksikon*. <https://sml.snl.no/compliance>
- Campbell, C. J., Carson, J. D., Diaconescu, E. D., Celebrini, R., Rizzardo, M. R., Godbout, V., Fletcher, J. A., McCormack, R., Outerbridge, R., Taylor, T., Constantini, N. & Cote, M. (2014). Neuromuscular training programs can decrease anterior cruciate ligament injuries in youth soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 24(3), 263-267. doi: 10.1097/JSM.000000000000068
- Cimino, F., Bradford, S. V. & Setter, D. (2010). Anterior Cruciate Ligament Injury: Diagnosis, Management, and Prevention. *American Family Physician*, 82(8), 917-922. <https://www.aafp.org/afp/2010/1015/afp20101015p917.pdf>
- Dahl, H. A. & Rinvik, E. (2010). *Menneskets funksjonelle anatomi* (3.utg.). Cappelen Akademisk Forlag.
- FIFA. (2019). *Women's Football MA's Survey Report*. <https://img.fifa.com/image/upload/nq3ensohyxpuxovcovj0.pdf>
- Folkehelseinstituttet. (2018). *Metodehåndbok: Slik oppsummerer vi forskning*. <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2018/slik-oppsummerer-vi-forskning-2018v2-endret-2021.pdf>

- Friedberg, R.P. (2020, 19. november). Anterior cruciate ligament injury. I K. B. Fields & J. Grayzel (Red.), *UpToDate*. [https://www-uptodate-com.galanga.hvl.no/contents/anterior-cruciate-ligament-injury?sectionName=ANATOMY%20AND%20FUNCTION&search=acl&topicRef=107634&anchor=H2&source=see\\_link#H](https://www-uptodate-com.galanga.hvl.no/contents/anterior-cruciate-ligament-injury?sectionName=ANATOMY%20AND%20FUNCTION&search=acl&topicRef=107634&anchor=H2&source=see_link#H)
- Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L. Y., Watanabe, D. S., Dick, R. W. & Dvorak, J. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1476-1483. <https://doi.org/10.1177/0363546508318188>
- Hägglund, M. & Waldén, M. (2016). Risk factors for acute knee injury in female youth football. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 24(3), 737-746. DOI 10.1007/s00167-015-3922-z
- Hewett, T. E., Ford, K. R. & Myer, G. D. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, A Meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 490-498. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1177/0363546505282619>
- Helsebiblioteket. (2018). *Sjekkliste for vurdering av en randomisert kontrollert studie (RCT)*. <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/sjekkliste>
- Helsebiblioteket. (2018). *Sjekkliste for vurdering av en kohortstudie*. <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/sjekkliste>
- Helsebiblioteket. (u.å). *Ordliste med forklaringer*. Hentet 1.mai 2021 fra [file:///Users/Eier/Downloads/Ordliste2010%20\(1\)%20\(8\).pdf](file:///Users/Eier/Downloads/Ordliste2010%20(1)%20(8).pdf)
- Jacobsen, D., Kjeldsen, S. E., Ingvaldsen, B., Buanes, T. & Røise, O. (2017). *Sykdomslære: indremedisin, kirurgi, anestesi* (3.utg.). Gyldendal Akademisk.
- Jamtvedt, G., Hagen, K. B. & Bjørndal, A. (2015). *Kunnskapsbasert fysioterapi*. (2. utg.). Gyldendal Akademisk.
- Jansen, J. (2021, 6. februar). Dybdesensibilitet. I *Store Norske Leksikon*. <https://sml.snl.no/dybdesensibilitet>
- Kaneko, S., Sasaki, S., Hirose, N., Nagano, Y., Fukano, M. & Fukubayashi, T. (2016). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in female soccer players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 8(1), 1-6. <https://dx.doi.org/10.5812/asjasm.38205>
- Lopes, T. J. A., Simic, M., Myer, G. D., Ford, K. R., Hewett, T. E. & Pappas, E. (2018). The effects of injury prevention programs on the biomechanics of landing tasks: A

- systematic review with meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(6), 1492-1499. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1177/0363546517716930>
- López-Valenciano, A., Raya-González, J., Garcia-Gómez, J. A., Aparicio-Sarmiento, A., Baranda, P. S., Croix, M. & Ayala, F. (2021). Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 51, 423-442. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01401-w>
- MacDonald, J., Myer, G. D. & Napolitano, J. (2020, 31. desember). Anterior cruciate ligament (ACL) injury prevention. I K. B. Fields & J. Grayzel (Red.), *UpToDate*. <https://www.uptodate.com/contents/107634#H4029815415>
- Magnus, P. & Bakketeig, L. S. (2000). *Prosjektarbeid i helsefagene* (1.utg). Gyldendal Akademisk.
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T. & Garrett, W. Jr. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes. 2-Year Follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003-1010. <https://doi.org/10.1177/0363546504272261>
- Martínez-Lagunas, V., Niessen, M. & Hartmann, U. (2014). Women's football: Player characteristics and demands of the game. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 258-272. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.001>
- Martinussen, M., Araï, D., Friborg, O., Hagtvet, K. A., Handegård, B. H., Jacobsen, B., K., Lie, S. & Mørch, W. T. (2010). *Kvantitativ forskningsmetodologi og helsefag*. Fagbokforlaget.
- Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C. & Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(3), 459-465.
- Myklebust, G. (2019, 09. desember). *Forebyggende treningsprogrammer*. Fysioterapeuten. <https://fysioterapeuten.no/forebyggende-treningsprogrammer/125560>
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O. E. & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71-78.
- Petushek, E. J., Sugimoto, D., Stoolmiller, M., Smith, G. & Myer, G. D. (2019). Evidence-Based Best-Practice Guidelines for Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Young Female Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 47(7), 1744-1753. <https://doi.org/10.1177/0363546518782460>

- Renström, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., Georgoulis, T., Hewett, T. E., Johnson, R., Krosshaug, T., Mandelbaum, B., Micheli, L., Myklebust, G., Roos, E., Roos, H., Schamasch, P., Shultz, S., Werner, S., Wojtys, E. & Engebretsen, L. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394-412. <http://dx.doi.org.galanga.hvl.no/10.1136/bjism.2008.048934>
- Risberg, M.A. (2020, 12.april). Nevromuskulær trening. I *Store norske leksikon*. [https://sml.snl.no/nevromuskul%C3%A6r\\_trening](https://sml.snl.no/nevromuskul%C3%A6r_trening)
- Sadoghi, P., Von Keudell, A. & Vavken, P. (2012). Effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention training programs. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 94(9), 769-776. doi: 10.2106/JBJS.K.00467
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V. & Haug, E. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utg.). Gyldendal Akademisk.
- Schlichting, E. (2020, 16.oktober). Valgus. I *Store norske leksikon*. <https://sml.snl.no/valgus>
- Sheppard, J. M. & Young, W. B. (2007). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sport Sciences*, 24(9), 919-932. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1080/02640410500457109>
- Silvers-Granelli, H. J., Brophy, R. H. & Mandelbaum, B. R. (2018). *ACL injury prevention in soccer: The Santa Monica Experience* (2. Utg.). Springer.
- Stevenson, J. H., Beattie, C. S., Schwartz, J. B. & Busconi, B. D. (2014). Assessing the Effectiveness of Neuromuscular Training Programs in Reducing the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: A Systematic Review. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(2), 482-490. <https://doi.org/10.1177/0363546514523388>
- Strømholte, I. (2018). En kvalitativ intervjustudie: Skadeforebygging i ungdomsidrett fra trenerperspektiv. *Fysioterapeuten*, 8(18), 16-21.
- Suunto. (2017, 8. juni). 8 Essential running form drills. <https://www.suunto.com/nb-no/sports/News-Articles-container-page/8-essential-running-form-drills/>
- Vescovi, J. D., VanHeest, J. L. (2010). Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in sports*, 20(3), 394-402. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1111/j.1600-0838.2009.00963.x>
- Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P. & Häggglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 344, 1-11, e3042. <https://doi.org/10.1136/bmj.e3042>

- Waldén, M., Häggglund, M. & Ekstrand, J. (2006). High risk of new knee injury in elite footballers with previous anterior cruciate ligament injury. *British Journal of Sports Medicine*, 40(2), 158-162.  
<http://dx.doi.org.galanga.hvl.no/10.1136/bjism.2005.021055>
- Waldén, M., Häggglund, M., Werner, J. & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 19(1), 3-10. DOI 10.1007/s00167-010-1172-7
- Wiggins, A. J., Grandhi, R. K., Shneider, D. K., Stanfield, D., Webster, K. E. & Myer, G. D. (2016). Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A Systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(7), 1861-1876. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1177/0363546515621554>
- Young, W. B., James, R. & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.
- Yu, B. & Garrett, W. E. (2007). Mechanisms of non-contact ACL injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 41(1), 47-51. <http://dx.doi.org.galanga.hvl.no/10.1136/bjism.2007.037192>

## Vedlegg 1. PEP-program

**TABLE 1**  
**Prevent Injury and Enhance Performance Program<sup>a</sup>**

Exercise	Distance	Repetitions/ Time
<b>1. Warm-up</b>		
Jog line to line	50 yd	1
Shuttle run	50 yd	1
Backward running	50 yd	1
<b>2. Stretching</b>		
Calf stretch	NA	2 × 30 s
Quadriceps stretch	NA	2 × 30 s
Hamstring stretch	NA	2 × 30 s
Inner thigh stretch	NA	2 × 30 s
Hip flexor stretch	NA	2 × 30 s
<b>3. Strengthening</b>		
Walking lunges	20 yd	2 passes
Russian hamstring	NA	30 s
Single-toe raises	NA	30, bilaterally
<b>4. Plyometrics</b>		
Lateral hops	2- to 6-in cone	30 s
Forward hops	2- to 6-in cone	30 s
Single-legged hops	2- to 6-in cone	30 s
Vertical jumps	NA	30 s
Scissors jumps	NA	30 s
<b>5. Agilities</b>		
Shuttle run	40 yd	1
Diagonal run	40 yd	1
Bounding run	45-50 yd	1

<sup>a</sup>NA, not applicable.

## Vedlegg 2. Knåkontroll

Table 1   Details of neuromuscular warm-up programme used in intervention group		
Exercise	Instructions	Repetitions/duration
One legged knee squat:	Slow movement with smooth turn, horizontal pelvis and non-supporting foot in front of body with slightly flexed hip and knee	
Level A	Hands on hips	3×8-15 reps
Level B	Hold ball over head with straight arms	3×8-15 reps
Level C	Hands on hips; mark with non-supporting foot just above ground at 12-02-04-06 o'clock positions	3×5 reps
Level D	Bend down while holding ball and let ball touch ground outside supporting foot; make diagonal movement upwards and raise ball over head with straight arms on contralateral side	3×8-15 reps
Pair exercise	Teammate stands slightly oblique in front of you and ball is pressed between lateral sides of feet of non-supporting legs	3×5-10 reps
Pelvic lift:	Supine position; lift pelvis from ground while keeping back straight	
Level A	Both feet on ground and hands across chest	3×8-15 reps
Level B	One foot on ground and contralateral leg flexed in hip and knee 90° with both hands on knee	3×8-15 reps
Level C	One foot on football and contralateral leg flexed in hip and knee 90° with arms on ground alongside body	3×8-15 reps
Level D	One foot on ground and other in air; keep upper arms on ground with elbows flexed 90°; push away supporting foot and land on contralateral foot	3×8-15 reps
Pair exercise	Teammate stands with flexed knees and supports heel of one of your feet in her hands; hands across chest and lift pelvis	3×8-15 reps
Two legged knee squat:	Slow movement with smooth turn, back in straight position and feet shoulder-wide apart with soles in contact with ground	
Level A	Hold ball in front of body with straight arms	3×8-15 reps
Level B	Hands on hips	3×8-15 reps
Level C	Hold ball over head with straight arms	3×8-15 reps
Level D	Same as level C but continue movement and rise up on toes after returning to starting position and stay briefly in that position	3×8-15 reps
Pair exercise	Teammate stands next to you approximately 1 m away, facing opposite directions; hold ball between you with one hand and other hand on hip; apply slight pressure on ball while performing knee squat	3×8-15 reps
The bench:	Lift body and keep it in straight line	
Level A	Prone position; support on knees and on lower arms with elbows kept under shoulders	15-30 sec
Level B	Same as level A but with support on tip of feet	15-30 sec
Level C	Same as level B, but move foot to side and back to starting position; alternate sides	15-30 sec
Level D	Lie sideways with support on foot and lower arm with elbow kept under shoulder and other hand on hip; lift hip off ground and stay briefly in that position with good control before slowly returning to starting position	5-10 reps
Pair exercise	Teammate stands behind you and holds your feet or lower legs; lift the body and walk forward by using hands on ground	15-30 sec
The lunge:	Take deep step with marked knee lift and soft landing; rear knee should not touch ground	
Level A	Hands on hips; move forward with each step	3×8-15 reps
Level B	Hold ball in front of body with straight arms; rotate upper body while stepping forward and position ball laterally of front leg; move forward with each step and alternate sides	3×8-15 reps
Level C	Hold ball over head with straight arms; perform forward lunge and push back with front leg and return to starting position	3×8-15 reps
Level D	Hold ball in front of body with straight arms; perform sideways lunge and return to starting position	3×8-15 reps
Pair-exercise	Teammate stands in front of you 5-10 m away; perform forward lunge while making throw-in with ball	3×8-15 reps
Jump/landing:	Make jump with soft landing; stay briefly in landing position	
Level A	Stand on one leg with knee slightly bent and hands on hips; make short forward jump and land on same foot; jump backwards to starting position	3×8-15 reps
Level B	Stand on two legs shoulder-wide apart with hands on back; make sideways jump and land on one foot; alternate sides	3×8-15 reps
Level C	Take a few quick steps on same spot and make short jump straight forward landing on one foot	3×5 reps
Level D	Same as level C, but change direction and jump to one side (90° turn); alternate sides	3×5 reps
Pair exercise	Teammate stands in front of you approximately 5 m away; make two legged jump while heading football and land on two legs	3×8-15 reps