

Kandidatnummer 10047 og 10049
FT2018

Hvordan påvirker forebyggende trening forekomsten av primære ikke-kontakt ACL-skader blant unge kvinnelige idrettsutøvere?

How does preventive training affect the incidence of primary non-contact ACL injuries among young female athletes?

Januar 2021

NTNU

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

Sammendrag

Bakgrunn: Fremre korsbåndsskader (ACL-skader) har store konsekvenser og er vanlig i den idrettsaktive delen av befolkningen. Man ser en økning av denne skaden blant barn og unge, og forskning viser at kvinner kan ha åtte ganger så stor risiko som menn.

Problemstilling: Hvordan påvirker forebyggende trening forekomsten av primære ikke-kontakt ACL-skader blant unge kvinnelige idrettsutøvere?

Metode: Søkene ble gjort i databasene PubMed, MEDLINE og SPORTDiscuss. Søkeordene «*anterior cruciate ligament injury*» or «*ACL injury*» and *prevention and training and female* and *intervention and physiotherapy and neuromuscular* ble kombinert på forskjellige måter i de ulike basene. Fem longitudinelle studier publisert etter år 2000 ble inkludert.

Resultat: Fire av fem studier viste en statistisk signifikant nedgang av ikke-kontakt ACL-skader etter en lengre intervensjonsperiode med skadeforebyggende trening. Den siste studien hadde også færre ikke-kontakt ACL-skader, men resultatet var ikke statistisk signifikant.

Konklusjon: Forebyggende trening kan redusere forekomsten av primære ikke-kontakt ACL-skader, men det er viktig at treningen rettes mot de modifiserbare risikofaktorene med en hensiktsmessig dosering. Fysioterapeuter kan bidra til å øke compliance, individualisere treningen og motivere utøvere, og derfor bør yrkesgruppen i økende grad involveres i dette arbeidet.

Abstract

Background: Anterior cruciate ligament injuries (ACL injuries) are a common injury in sports and has major consequences. An increased number of children and youngsters experience this injury. Studies show that women can be at eight times higher risk of getting an ACL injury than men.

Research question: How does preventive training affect the incidence of primary non-contact ACL injuries among young female athletes?

Method: We used PubMed, MEDLINE and SPORTDiscuss. The following search words were combined in the databases: «*anterior cruciate ligament injury*» or «*ACL injury*» and *prevention* and *training* and *female* and *intervention* and *physiotherapy* and *neuromuscular*. Five longitudinal studies published after year 2000 were included.

Results: Four of the five included studies showed a statistically significant decrease of non-contact ACL injuries after the intervention period. The last study also showed fewer non-contact ACL injuries, but the result was not statistically significant.

Conclusion: Preventive training can reduce the incidence of primary non-contact ACL injuries. It is important that the training is based on the modifiable risk factors and executed with a suitable dosage. Physiotherapists can contribute to an increased compliance, individualize the training and motivate the athletes. The profession should therefore be more involved in the preventive work.

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning	1
2.0 Teori	3
2.1 <i>Forebyggende treningsprogrammer</i>	3
2.1.1 Oppvarming	3
2.1.2 Styrketrening, koordinasjonstrening eller «nevromuskulær trening»	3
2.1.3 Andre treningsmetoder	6
2.1.4 Gjennomføring og opprettholdelse av forebyggende trening	6
2.2 <i>Problemstilling</i>	7
3.0 Metode	9
3.1 <i>Inklusjonskriterier</i>	10
3.2 <i>Metodekritikk</i>	12
4.0 Resultat	13
4.1 <i>Inkluderte studier</i>	13
4.2 <i>Forekomst av ikke-kontakt ACL-skader</i>	16
5.0 Diskusjon	17
5.1 <i>Styrker og svakheter</i>	17
5.2 <i>Treningsmetoder</i>	19
5.2.1 Oppvarming	19
5.2.2 Styrke.....	20
5.2.3 Eksplosiv styrke/spenst.....	21
5.2.4 Koordinasjon	21
5.2.5 Bevegelighet	22
5.2.6 Dosering	22
5.3 <i>Faktorer som påvirker gjennomføring og opprettholdelse av trening</i>	22
5.4 <i>Kliniske implikasjoner for fysioterapi</i>	26
6.0 Konklusjon	28
7.0 Referanseliste	29

1.0 Innledning

Fremre korsbåndsskader (ACL-skader, «anterior cruciate ligament injuries») er vanlig i den idrettsaktive delen av befolkningen. Skaden har store konsekvenser for utøveren selv, menneskene rundt og samfunnsøkonomien. I Skandinavia er den årlige insidensen hele fem til ti skader per 10 000 innbygger (Prøis, Bolic, Mæhlum & Bahr, 2010, s. 309).

En ACL-skade fører til lange skadeavbrekk. De fleste ønsker å komme tilbake til idrett, og da kreves det oftest en rekonstruksjon av det fremre korsbåndet. I 2019 ble det gjennomført 1924 korsbåndsooperasjoner i Norge (Visnes & Kroken, 2019, s. 6). Dette gir store samfunnsøkonomiske konsekvenser (Lindblad, Høy, Terkelsen, Helleland & Terkelsen, 1992). Ved retur til idrett er risikoen for ny skade stor. Risikoen er spesielt stor for dem som returnerer før ni måneder etter rekonstruksjon (Beischer et al., 2020). Derfor anbefales en rehabiliteringstid på opp til tolv måneder (Eitzen, Moksnes, Øiestad & Risberg, 2008). Langtidskonsekvenser er nedsatt aktivitetsnivå og økt risiko for kneartrose (Bahr, McCrory, Bolic & Prøis, 2014, s. 40; Neergaard, Andersen & Hesselmann, 2008, s. 189).

ACL sin funksjon er å hindre en for stor innadrotasjon og anterior translasjon av tibia i forhold til femur (Hutson & Speed, 2011, s. 349). Leddbåndet skades derfor oftest når foten settes i underlaget og mens kneet enten roterer i valgus eller varus, eller mens det er nesten strakt (Prøis et al., 2010, s. 302). Slike bevegelser skjer ofte i ballidretter som håndball og fotball, og derfor er skadeforekomst stor i slike idretter. Man skiller mellom kontakt og ikke-kontakt ACL-skader, der ikke-kontakt ACL-skader er de vanligste (Bahr et al., 2014, s. 351). Disse skadene skjer i situasjoner hvor man ikke er i kontakt med andre, for eksempel i retningsforandringer, akselerasjoner eller landing etter hopp (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 3).

ACL-skader er vanligere hos kvinner enn hos menn (Bram, Magee, Mehta, Patel & Ganley, 2020; Hutson & Speed, 2011; Montalvo et al., 2019; Neergaard et al., 2008; Prøis et al., 2010), og enkelte viser at risikoen hos kvinner kan være opptil åtte ganger så stor (Hutson & Speed, 2011). I Norge mister hvert lag på elitenivå i kvinnehåndball i gjennomsnitt en til to spillere på grunn av en ACL-skade årlig (Prøis et al., 2010, s. 301).

Siden flere og flere unge driver med idretter med stor risiko for ACL-skader (Neergaard et al., 2008, s. 187), har flere barn og unge fått denne skaden (Hutson & Speed, 2011; Neergaard et al., 2008). I forbindelse med vekstspurten i puberteten er risikoen for både akutte skader og overbelastningsskader økt (Neergaard et al., 2008, s. 387). Tall fra det nasjonale

korsbåndregisteret viser at forekomsten av primære korsbåndsskader er økende hos jenter i aldersgruppen 10–19 år (Visnes & Kroken, 2019, s. 12).

Det finnes ulike teorier og forklaringsmodeller på hvorfor unge kvinner har stor risiko for ACL-skade. Det er vanlig å dele risikofaktorene i to: modifierbare og ikke-modifierbare (Keays, Newcombe & Keays, 2020, s. 1).

Ikke-modifierbare risikofaktorer kan være anatomiske, slik som for eksempel hypermobilitet (Keays et al., 2020; Pfeifer, Beattie, Sacko & Hand, 2018) og en kort avstand mellom femurkondylene (Pfeifer et al., 2018). Ikke-modifierbare strukturelle komponenter kan være knevalgiserings og stor innad- og utadrotasjonsbevegelse i hoftene (Adachi, Nawata, Maeta & Kurozawa, 2008). Andre ikke-modifierbare risikofaktorer kan være familiehistorie, genetikk og kjønn (Adachi et al., 2008; Magnusson, Turkiewicz, Hughes, Frobell & Englund, 2020). Det er omstridt om hvorvidt ulike faser av menstruasjonssyklusen kan gi økt risiko for ACL-skade hos kvinner. Flere studier tyder på at risikoen er størst rundt eggøsning (Herzberg et al., 2017), men det trengs mer og bedre forskning på dette området.

Modifierbare risikofaktorer er faktorer man i stor grad kan gjøre noe med, og som bør være fokus i forebyggingen av ACL-skader. Underlag og fottøy kan være faktorer som påvirker skadeforekomsten (Neergaard et al., 2008, s. 58). ACL spennes når mm. quadriceps kontraherer med kneet ekstendert. Om kontraksjonen skjer med litt fleksjon i kneet, reduseres spenningen. Redusert styrke i mm. hamstrings relativt til mm. quadriceps (H/Q ratio) er derfor en risikofaktor for skade. En negativ H/Q ratio er vanligere hos kvinner enn hos menn (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 18). Nedsatt styrke i hofteabduktorer og -utadrotatorer har også vist seg å være risikofaktorer, og funksjonell knevalgiserings og rotasjonsbevegelse i hofter er risikofaktorer som til en viss grad kan modifieres (Pfeifer et al., 2018). For kvinner kan det se ut til at styrketilpasningen rundt hofte- og kneledd ikke skjer like fort som vekstspurtten i puberteten. Dette fører til redusert nevro-muskulær kontroll og styrke (Myer et al., 2009; Myer, Ford & Hewett, 2004). Pfeifer et al. konkluderer med at kvinner i større grad er disponert for flere risikofaktorer enn menn (Pfeifer et al., 2018).

2.0 Teori

2.1 Forebyggende treningsprogrammer

Forebyggende treningsprogrammer består ofte av flere ulike treningsmetoder. Det er viktig å påpeke at den forebyggende treningen er ferskvare, og at skadeforebyggende tiltak er en kontinuerlig prosess (Myklebust, 2019). Det varierer fra funksjon til funksjon hvor lang tid det tar å oppnå ulike treningseffekter. Allerede ved første treningsøkt settes enkelte prosesser i gang, mens andre tar fra uker til måneder. Effekten blir merkbart større om treningen pågår over flere måneder eller år (Henriksson & Sundberg, 2008, s. 9-10). Videre vil vi kort presentere teorien bak de ulike treningsmetodene.

2.1.1 Oppvarming

En av oppvarmingens hensikter er å forebygge risiko for skade (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 15). Oppvarming bidrar blant annet til at nerveimpulser og kjemiske reaksjoner går raskere, at vevet får større plastisitet og at utøveren blir mer motivert og konsentrert (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 17). Flere forebyggende treningsprogram er laget som oppvarmingsprogram.

2.1.2 Styrketrening, koordinasjonstrening eller «nevromuskulær trening»

Det er delte meninger om kategoriseringen og begrepsdefinisjonen av treningsmetodene styrke, koordinasjon og «nevromuskulær trening».

«Styrketrening er all trening som er ment å utvikle eller vedlikeholde evnen til å skape størst mulig kraft [...]» (Gjerset et al., 2015, s. 369). Koordinasjon defineres som «evne til samordning av bevegelser i forhold til hverandre og til omgivelsene» (Bråten & Andersen, 2019). Balanse, rytmefølelse, reaksjon og timing, romorientering, øye-hånd-koordinasjon, øye-fot-koordinasjon og tilpasset kraft er koordinative egenskaper (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen & Giske, 2012, s. 215). «Begrepet nevromuskulær trening, NMT, brukes i økende grad for å beskrive en spesiell type trening som inkluderer balansetrening, dynamisk leddstabiliseringstrening, “perturbation”-trening [...] og/eller hoppetrening» (Risberg & Myklebust, 2001).

Mange av studiene relatert til forebyggende trening av ACL-skader kaller treningen for NMT, og har dette som det overordnede begrepet. Østerås og Stensdotter kategoriserer styrketrening som et overordnet begrep hvor maksimal kraft, eksplosivitet, koordinasjon og utholdenhet blir elementer av styrketreningen (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 20). Pedersen,

Størksen og Moholdt (2005) mener NMT er et dårlig definert og unødvendig begrep, som egentlig kan erstattes med det allerede godt integrerte begrepet koordinasjonstrening. De sier seg enig med Østerås og Stensdotter (2011) om at koordinasjonstrening også er styrketrening (Pedersen, Størksen & Moholdt, 2005). Et viktig poeng er at ulike treningsmetoder inngår i hverandre og påvirker hverandre. Østerås og Stensdotter poengterer at «uansett valg av type styrketrening vil hele systemet og alle styrkeegenskaper påvirkes i større eller mindre grad» (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 19).

Ifølge Soligard et al. burde et av målene med skadeforebyggende trening dreie seg om å utvikle færre sårbare bevegelsesmønstre. De påpeker at det trolig vil være enklere å drive forebyggende trening av yngre siden deres bevegelsesmønstre enda ikke er helt etablert. De foreslår at det burde implementeres programmer designet for å forbedre styrke, bevissthet og nevro-muskulær kontroll, så snart barn begynner i organisert idrett (Soligard et al., 2008).

Styrketrening

Styrketrening bedrer styrkeprestasjoner, postural kontroll og spesifikk leddkontroll. Treningen fører til hypertrofi av muskulaturen, samt at musklene blir sterkere (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 50). Det skjer også en økning av ligamentstyrken og -tverrsnittarealet (Bahr et al., 2014, s. 5). Styrketrening påvirker i stor grad alle nivåer av nervesystemet (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 23). Dette er fordi styrketrening krever et samspill mellom muskler og nervesystemet (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 20). Utviklingen av muskelstyrke starter allerede første leveår, og fortsetter i barneårene (Olympiatoppen, 2001). Kvinner er mindre av vekst, har mindre muskelmasse, lavere nivå av androgene hormoner og små muskelfibre i forhold til menn. Det påvirker kvinners styrke (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 24). For en progresjon i styrken anbefales det tre økter per uke, og for å vedlikeholde styrke kan to være nok (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 38).

Maksimal styrke

Maksimal styrke trenes med en belastning på 80–100 % av en repetisjon maksimum (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 39). Denne tunge styrketreningen fører til en økt aktivering og koordinering av nerveimpulser til muskulaturen og øker evnen til å utføre hurtige og eksplosive bevegelser. Dette får senere betydning for evnen til å reagere, bremse og dempe bevegelser og belastninger (Neergaard et al., 2008, s. 269).

Eksplosivitet og spenst

Eksplosivitet er evnen til å produsere kraft raskt (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 42). Ved

plyometrisk trening trener man eksplosiviteten. Plyometri vil si at muskelen fungerer som en fjær (Gjerset et al., 2012, s. 172). Evnen til å produsere kraft hurtig bidrar til å beskytte det fremre korsbåndet under blant annet retningsforandringer, akselerasjoner og deselerasjoner (Neergaard et al., 2008, s. 269). Spensttrening, eller plyometrisk trening, stiller krav til eksplosiv muskelstyrke, maksimal muskelstyrke og muskelaktivering (koordinasjonen) (Gjerset et al., 2012, s. 173-174). Denne type trening bedrer blant annet nevro-muskulære forhold, slik at man får bedre styring av bevegelsene (Gjerset et al., 2012, s. 181). Det er viktig at spensttreningen starter allerede i ung alder, spesielt i idretter der dette er en viktig egenskap (Olympiatoppen, 2001). Retningslinjer ved spensttrening er blant annet god konsentrasjon, høy intensitet og lange pauser (Gjerset et al., 2012, s. 175).

Koordinasjon

Koordinasjon, eller nevro-muskulær kontroll (NMK), bidrar til den dynamiske leddstabiliteten i kneleddet (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 142). NMK er «nervesystemets evne til hurtig og adekvat motorisk respons for å oppøve ferdigheter, automatiserte bevegelser, og til reflektorisk bruk av adekvat muskulatur» (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 112). Dette involverer en kompleks interaksjon mellom komponenter av nervesystemet og muskel-skjelettsystemet, som beskrevet ovenfor. Sensoriske signaler fra blant annet proprioceptorer, likevektssans, somatosensorikk og syn påvirker den motoriske aktiviteten (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 119). Koordinasjonstrening er ifølge Østerås og Stensdotter også «et tiltak for å oppnå adekvat muskelfunksjon for å kunne kontrollere leddposisjon» (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 55).

Trening av koordinasjon/NMK og knestabilitet skal blant annet hindre for stor bevegelse av tibia i forhold til femur, samt adduksjon og innadrotasjon av hoftelddet – noe som fører til valgus i kneet (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 183). God nevro-muskulær knekontroll kan også gjøre at man unngår å lande med kneet i en utsatt stilling (Bahr et al., 2014, s. 45).

Grunnlaget for koordinasjonsevnen blir lagt gjennom lek og aktivitet på ulike arenaer når barn er seks til elleve år (Olympiatoppen, 2001). Motorisk læring defineres som «et sett av prosesser knyttet til praksis eller erfaring som fører til relativt permanente forandringer i evnen til å utføre motoriske ferdigheter» (Schmidt, 1991) sitert i (Sigmundsson & Haga, 2004, s. 24). Den motoriske læringen krever et uendelig antall gjentakelser for å danne funksjonelle nevrone nettverk i sentral nervesystemet. Dette støtter opp under hvorfor mange repetisjoner er nødvendig for læring av bevegelse og motoriske ferdigheter (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 121-124).

Ved koordinasjonstrening er konsentrasjon viktig, og dermed bør ikke øktene være for lange eller ha for mye innhold. Mestring, mening med treningen og tilbakemeldinger er også essensielt (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 128-130). I tillegg bør koordinasjonstrening være utfordrende, slik at sansesystemene som involveres får optimal stimuli (Bråten & Andersen, 2019). En mye brukt dosering er ti minutter daglig, fem dager i uken i ti uker (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 112). Vedlikeholdstrening bør gjennomføres en til to ganger i uken etter denne perioden (Bahr et al., 2014, s. 51)

2.1.3 Andre treningsmetoder

Muskulær utholdenhet

Muskulær utholdenhet er en forutsetning for et stabilt ledd (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 111) og kan gi en forbedret intramuskulær koordinasjon (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 82). En muskelgruppes utholdenhet vil si noe om hvor lenge den kan aktiveres under en treningsøkt (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 37-38). Barn som er mye i aktivitet utvikler muskulatur som tåler belastning over tid (Olympiatoppen, 2001). Muskulær utholdenhet bør trenes fordi motorikken blir dårligere ved utmattelse. Dette øker risikoen for skade (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 38). Siden den muskulære utholdenheten er «evnen en muskel eller en muskelgruppe har til å utvikle en gitt kraft mange ganger» (Gjerset et al., 2012, s. 74), er den viktig for å beholde leddkontrollen over tid (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 47).

Bevegelighetstrening

Tilstrekkelig bevegelighet i kneleddet er viktig for et stabilt ledd (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 111). Man har størst påvirkningskraft av bevegeligheten som barn, da det er lettere å vedlikeholde enn å opparbeide god bevegelighet i de senere årene (Olympiatoppen, 2001). Da kvinner ofte er bevegelige nok, trenger de ofte ikke å vektlegge bevegelighetstrening i like stor grad som menn, og spesielt ikke dem med hypermobilitet (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 111). I forebyggende treningsprogrammer brukes ofte uttøyning med statiske tøyningsøvelser av 10–15 sekunders varighet, minst tre ganger (Bahr et al., 2014, s. 46). Målet er å forberede musklene på maksimal anstrengelse, ikke å øke bevegeligheten (Bahr et al., 2014, s. 46).

2.1.4 Gjennomføring og opprettholdelse av forebyggende trening

Motivasjon er viktig for gjennomføringen av forebyggende treningsprogram og er «et samlebegrep for de krefter som igangsetter og vedlikeholder atferd og gir atferden retning» (Håkonsen, 2014, s. 89). Motivasjon kan være avgjørende for compliance. Compliance er et

begrep som brukes til å for eksempel forklare en pasient sin gjennomføring av trening. Hvor nøye noen «etterlever anbefalinger kalles graden av compliance» (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 163). Banduras sosial kognitive teori hevder at «menneskene handler ikke bare ut fra de konkrete erfaringer de har gjort, men mer i samsvar med sine kognitive forestillinger» (Mæland, 2016, s. 113). Når man skal gjøre et valg om å gjennomføre den forebyggende treningen, er det avgjørende at man har tiltro til egne evner for en god gjennomføring (mestringsforventning). Tiltro til at treningen fører til den ønskede effekten (resultatforventning), som i dette tilfellet er forebygging av alvorlige ACL-skader, kreves også (Mæland, 2016, s. 113). Motivasjonen for trening øker altså med økende mestrings- og resultatforventning. Lyst, forståelse for meningen med treningen, mestring og selvfølelse er indre faktorer som øker denne motivasjonen. Ytre faktorer kan være avstand til treningslokale, transportmuligheter og kostnader (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 230).

Østerås og Haaland (2001) påpeker i sin studie flere faktorer som øker compliance. Faktorene er basert på forskning på pasienter med hjemmetreningsprogram, men kan overføres til utøvere som skal drive forebyggende trening. I tillegg til Banduras teori nevnes helseoppfatningsmodellen. Modellen sier at «den opplevde trusselen» og «den forventede gevinsten» påvirker sannsynligheten for at en person utfører en handling (Kristoffersen, Nortvedt & Skaug, 2011, s. 218). Tro på at man gjennomfører treningen på riktig måte, gode tilbakemeldinger og en god relasjon mellom fysioterapeut og pasient er faktorer som øker compliance (Østerås & Haaland, 2001). Den viktigste «barrieren» som bidrar til non-compliance er at treningen og pasientens øvrige hverdag ikke passer sammen (Østerås & Haaland, 2001). Ellers påpekes det at det ser ut til at pasienter med høyere utdanning og pasienter med mye smerter har høyere compliance (Østerås & Haaland, 2001).

2.2 Problemstilling

Forebyggende treningsprogrammer skal gjøre risikoen for ikke-kontakt ACL-skader mindre. Gjennom flere mulige mekanismer skal idrettsutøvere bli bedre rustet til å unngå å havne i potensielt farlige situasjoner (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 25). Skadeforebyggende tiltak bygger på forskningen om skademekanismer og risikofaktorer (Bahr et al., 2014). Kliniske retningslinjer fra 2018 anbefaler treningsbaserte programmer for forebygging av akutte kneskader spesielt for kvinnelige idrettsutøvere under 18 år (Arundale et al., 2018, s. 2). På bakgrunn av dette ønsket vi å se på hva forskningen sier om skadeforebyggende trening sin effekt på forekomsten av ACL-skader hos kvinner i risikogruppen.

Problemstilling: Hvordan påvirker forebyggende trening forekomsten av primære ikke-kontakt ACL-skader blant unge kvinnelige idrettsutøvere?

3.0 Metode

Vi har gjort søk i databasene PubMed, MEDLINE og SPORTDiscuss. Søkene ble utført i perioden 22.10.2020 til 12.11.2020. Vi har brukt søkeordene i tabellene nedenfor (tabellene 1–3). Vi fant alle utvalgte artikler i PubMed. En artikkel ble regnet som relevant ut ifra tittel, sammendrag og tilgang på fulltekst. Flytskjemaet (tabell 4) gir en oversikt over antall treff i de ulike databasene, samt utplukkingsprosessen.

Vi har brukt PEDRO-skala for kvalitetsgjennomgang av studiene. Denne skalaen er i utgangspunktet laget for RCT-studier, men da flere av studiene vi har inkludert er en hybrid mellom RCT- og kohortstudier har vi likevel valgt denne skalaen. Studiene scorer fra fire til syv poeng. Grunnen til variasjonen er at ikke alle passer til sjekklstens kriterier. Vi har altså ikke satt en nedre poenggrense for inkludering i denne litteraturstudien.

Tabell 1: Søkestrategi i PubMed

PubMed				
Søkeord	Kombinasjoner	Antall treff	Antall relevante artikler	Antall utvalgte artikler
(1) "Anterior cruciate ligament injury" or «ACL injury»	1 AND 2 AND 3 AND 4	276	5	5
(2) Prevention	1 AND 2 AND 4 AND 6	86	Ingen nye	Ingen nye
(3) Training				
(4) Female	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 5 AND 6	55	Ingen nye	Ingen nye
(5) Intervention				
(6) Physiotherapy	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 7	134	Ingen nye	Ingen nye
(7) Neuromuscular				

Tabell 2: Søkestrategi i MEDLINE

MEDLINE				
Søkeord	Kombinasjoner	Antall treff	Antall relevante artikler	Antall utvalgte artikler
(1) "Anterior cruciate ligament injury" or «ACL injury»	1 AND 2 AND 3 AND 4	207	Ingen nye	Ingen nye
(2) Prevention	1 AND 2 AND 4	461	Ingen nye	Ingen nye
(3) Training				
(4) Female	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 5	75	Ingen nye	Ingen nye
(5) Intervention				
(6) Physiotherapy	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 7	114	Ingen nye	Ingen nye
(7) Neuromuscular				

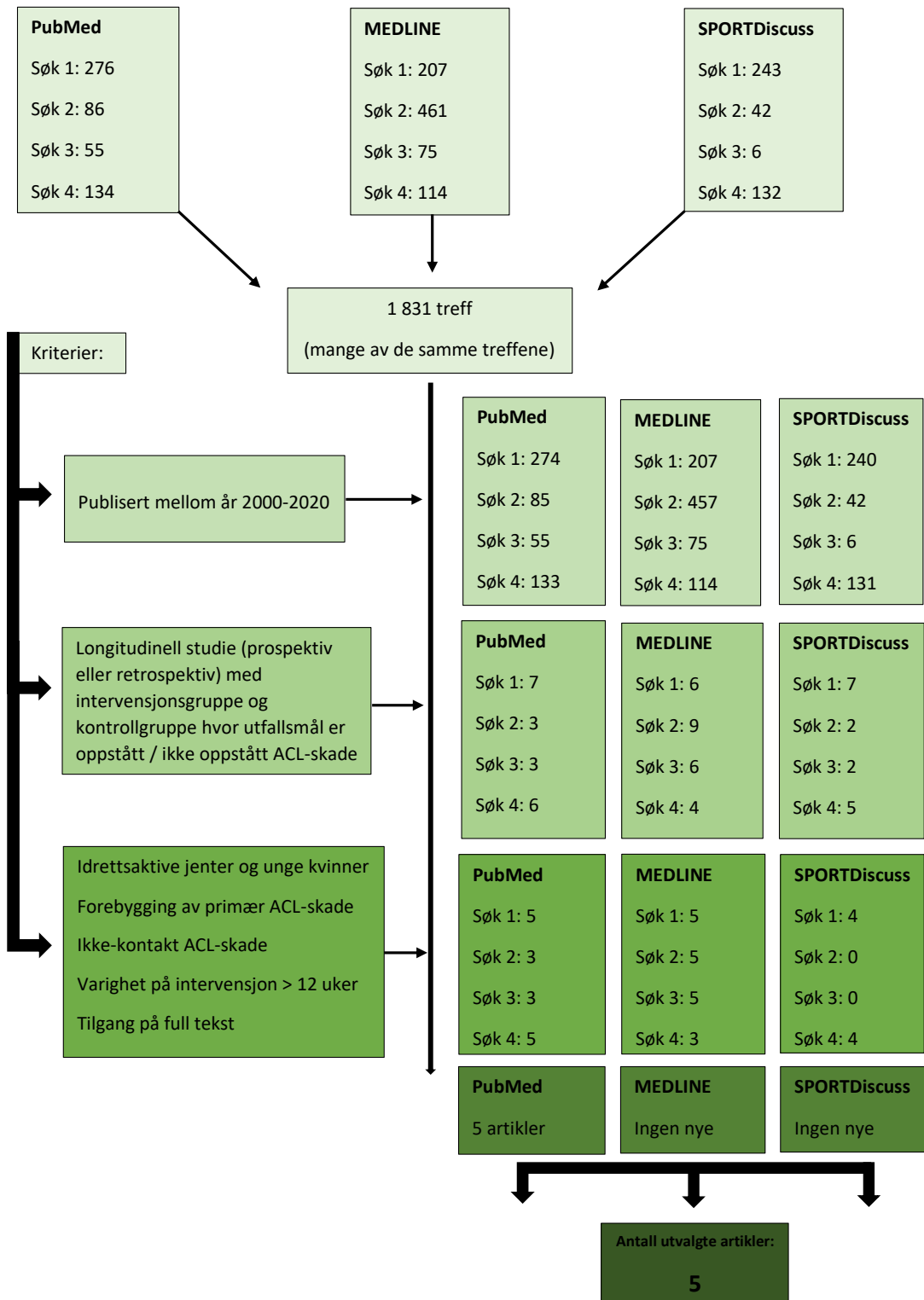
Tabell 3: Søkestrategi i SPORTDiscuss

SPORTDiscuss				
Søkeord	Kombinasjoner	Antall treff	Antall relevante artikler	Antall utvalgte artikler
(1) "Anterior cruciate ligament injury" or «ACL injury»	1 AND 2 AND 3 AND 4	243	1	0
(2) Prevention	1 AND 2 AND 6	42	Ingen nye	Ingen nye
(3) Training				
(4) Female	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 5 AND 6	6	Ingen nye	Ingen nye
(5) Intervention				
(6) Physiotherapy	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 7	132	Ingen nye	Ingen nye
(7) Neuromuscular				

3.1 Inklusjonskriterier

1. Longitudinelle studier (prospektiv eller retrospektiv) med originaldata
2. Idrettsaktive jenter og/eller unge kvinner
3. Skrevet etter år 2000
4. Utfallsmål er oppstått eller ikke oppstått ikke-kontakt ACL-skade
5. Har tall på primær ACL-skade
6. Varighet på intervensjon > 12 uker
7. Tilgang på full tekst
8. Bruk av en treningsbasert forebygging

Tabell 4: Flytskjema



3.2 Metodekritikk

Vi valgte å gjøre en litteraturstudie for å finne ut hva som allerede fantes av forskning på området. En svakhet med litteraturstudier er at man potensielt kan gå glipp av mye materiale og relevant informasjon. Likevel hadde det vært tidkrevende og utfordrende for oss som ikke har noen erfaring fra tidligere, samt begrenset med tid, å velge en annen metode.

Det kan argumenteres for at inklusjonskriteriene som brukes i denne studien ikke er strenge nok. Vi hadde fått spisset oppgaven mer ved å bruke strengere inklusjonskriterier, men på den andre siden hadde vi mest sannsynlig fått færre studier. Når fem studier i utgangspunktet burde/kunne vært flere, hadde en endring av inklusjonskriteriene ført til for lite datamateriale. I utgangspunktet ønsket vi at deltakerne i de inkluderte studiene skulle være under 20 år, men det resulterte i et begrenset utvalg av materiale. Dette er også grunnen til at vi har gjort noe ulike søk i de forskjellige databasene. Helt like søk førte til færre treff enn om vi varierte søkeord og kombinasjoner.

Vi ønsket å undersøke forekomsten av primære ACL-skader, men fant ut at datamaterialet ville blitt svært begrenset om vi ekskluderte studiene som også så på sekundære eller kontralaterale ACL-skader. Årsaken er at det samme forebyggende treningsprogrammet ofte blir gjennomført av et helt idrettslag, og i praksis vil sannsynligheten for at flere av utøverne har hatt tidligere ACL-skader være høy. Vi har inkludert tre studier som ikke skiller på primære og sekundære ACL-skader, men det er snakk om et fåtall av deltakerne (se tabell 5).

Det at vi er fysioterapistudenter påvirker vår bias. På studiet lærer vi at trening og fysisk aktivitet er den beste tilnærmingen til det meste. Dette kan ha gjort at vi ubevisst har lett etter studier eller tolket resultater på en slik måte at vår hypotese (at trening har en positiv effekt) styrkes. Som bachelorstudenter har vi lite erfaring med søking etter og lesing av forskningsartikler. Det hadde mest sannsynlig styrket vår oppgave om vi hadde hatt mer erfaring.

4.0 Resultat

Tabell 5: Resultattabell

Studie	Metode	Deltakere	Intervensjon	Dosering og varighet	Resultat
Omi et al. (2018) (1)	Prospektiv ikke-randomisert observasjon-intervensjonsstudie	Jenter (gj.sn. 19,6 år), basketball, college 2. div, USA Observasjonsperiode: 309 Intervensjonsperiode I: 268 Intervensjonsperiode II: 180	HIP-program: -hopp/landing -styrke -balanse Progresjon 3 ganger/sesong	20 min, 3ggr/uke, før- og under sesong Observasjonsperiode: 4 år Intervensjonsperiode I: 4 år Intervensjonsperiode II: 4 år Totalt: 12 år	Statistisk signifikant reduksjon av ikke-kontakt ACL-skader fra observasjonsperioden til intervensjonsperiode I (P = 0,44) og II (P = 0,39)
Waldén et al. (2012) (2)	Prospektiv "cluster" randomisert kontrollert studie	Jenter 12-17 år Fotballag Sverige Intervensjonsgruppe: 2479 Kontrollgruppe: 2085	Knåkontroll (NMT): -kjerne-stabilitet -balanse -hopp/landing -styrke 4 vanskelighetsgrader	15 min, 2ggr/uke, 7 mnd.	Statistisk signifikant færre ikke-kontakt ACL-skader i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen (P = 0,049*)
Gilchrist et al. (2008) (3)	Prospektiv "cluster" randomisert kontrollert studie	Kvinner (gj.sn. 19,9 år), fotballag, college 1. div, USA Intervensjonsgruppe: 583 Kontrollgruppe: 852	PEP-program (NMT): -oppvarming -tøyning -styrke -plyometri/hopp -hurtighet Alternative øvelser ved etterspørsel for å unngå kjedsomhet	30 min, 3ggr/uke 12 uker	Ikke statistisk signifikant færre ikke-kontakt ACL-skader i intervensjonsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen (P = 0,066**)
Mandelbaum et al. (2005) (4)	Prospektiv ikke-randomisert kohortstudie	Jenter (14-18 år), fotballag, USA Intervensjonsperiode I: Intervensjonsgruppe: 1041 Kontrollgruppe: 1905 Intervensjonsperiode II: Intervensjonsgruppe: 844 Kontrollgruppe: 1913	PEP-program (NMT): -oppvarming -tøyning -styrke -plyometri/hopp -hurtighet	20 min som oppvarming før hver trening/kamp, hele sesongen Intervensjonsperiode I: 1 år Intervensjonsperiode II: 1 år Totalt: 2 år	Statistisk signifikant færre ikke-kontakt ACL-skader i begge intervensjonsgruppene sammenlignet med kontrollgruppene (hhv. P = 0,0001 og P = 0,0003)
Myklebust et al. (2003) (5)	Prospektiv ikke-randomisert observasjon-intervensjonsstudie	Kvinner, håndballag (elite, 2.- og 3. divisjon), Norge Kontrollsesong: 942 Intervensjonsperiode I: 855 Intervensjonsperiode II: 850	Treningsprogram (NMT): -løping -hopp/landing -balanse 4 vanskelighetsgrader	15 min, 3ggr/uke, 5-7 uker, før sesong. 15 min, 1ggr/uke under sesong (6-7 mnd.) Kontrollsesong: 1 år Intervensjonsperiode I: 1 år Intervensjonsperiode II: 1 år Totalt: 3 år	Statistisk signifikant reduksjon av ikke-kontakt ACL-skader fra kontrollsesong til intervensjonsperiode II (P=0,04). Ikke statistisk signifikant forskjell mellom kontrollsesong og intervensjonsperiode I (P = 0,55***)

*P-verdien er basert på en subgruppe med god compliance. Et fåtall (< 1 %) av deltakerne i studien hadde hatt ACL-skade tidligere. Det var ikke oppgitt i ovennevnte resultat hvor mange av subgruppen dette gjaldt.
**12,9 % av alle deltakerne hadde historie med tidligere ACL-skade. Dette gjelder null av de med ikke-kontakt ACL-skade i intervensjonsgruppen og fire av de i kontrollgruppen.
***7,2 % (5 av 69) av alle ACL-skadene (også kontakt ACL-skader) i studien var sekundære skader.

4.1 Inkluderte studier

Totalt fem studier ble inkludert i denne litteraturstudien. I resultattabellen (tabell 5) ser du en oversikt over de enkelte studienes metode, deltakere, intervensjon og resultat. I resultattabellen har vi gitt hver studie et nummer fra 1 til 5. Nummeret blir herfra brukt til å referere til de ulike studiene.

Studiens design og metode

I fire av studiene (1–3, 5) hadde trener ansvar for gjennomføringen av forebyggingsprogrammet. I studie 4 virker det som spillerne hadde ansvar for gjennomføringen, og at treneren kun observerte utførelsen den siste uken av hver sesong. I studie 5 hadde de, i tillegg til treneren, en fysioterapeut tilknyttet hvert lag under andre intervensjons sesong. I første intervensjons sesong var det kun elite-lagene som hadde fysioterapeut. Fysioterapeutene deltok på alle sesjonene og hadde sammen med trener ansvar for rapportering av data (ACL-forekomst, «athlete exposure», compliance). Det samme gjelder for studie 2, men her deltok ikke terapeutene på hver trening. De gikk sammen med én trener og spiller fra hvert lag i intervensjonsgruppen og instruerte dem i øvelsene. Også studie 1 hadde bistand av fysioterapeut til å instruere øvelsene for første gang, i tillegg kom fysioterapeuten innom for å instruere progresjon av øvelsene. I studie 1, 3 og 4 er trener alene om ansvaret for datarapporteringen.

Kun to av studiene (1, 2) fikk fysisk instruksjon av øvelsene ved oppstart av intervensjonen. Fire av studiene (2–5) fikk tilsendt video av øvelsene, hvor tre av de (2–4) i tillegg fikk beskrivelse av øvelsene skriftlig, mens studie 5 fikk plakater av øvelsene. Tre av studiene (1, 2, 4) fikk undervisning om ACL-skader og forebyggende trening.

Kun én av studiene (2) har noen form for blinding. De fikk to forfattere som ikke hadde deltatt i intervensjonen eller datainnsamlingen til å utføre «*the intention to treat analysis*» med skjult gruppeidentitet. De valgte også å blinde en av forfatterne i forbindelse med randomiseringen av gruppene. I tillegg skjulte de gruppeidentitet for medisinstudenten som undersøkte deltakerne for ACL-skade. I studie 3 fikk ikke forfatterne som hadde deltatt i design og utvikling av PEP-programmet delta i datainnsamlingen eller analysen, men de oppgir ikke om analytikerne var blindet for gruppeidentitet.

Deltakere

I resultattabellen kommer det fram at deltakerne varierer i antall, alder og nivå. To av studiene (2, 3) har de samme deltakerne gjennom hele løpet. I studie 1, hvor det er én

observasjonssesong og to intervensjonssesonger, er det ulike deltakere over de tre periodene. Studie 4 består av to intervensjonsperioder. Her er det ikke oppgitt om deltakerne beholdes eller skiftes ut, men deltakerantallet mellom periodene er ulikt. Det tyder på en form for utskiftning. I studie 5 ser de over en treårsperiode på lagene i de tre øverste divisjonene i håndball. Her vil deltakerne basere seg på hvilke lag som beholder plassen i divisjonen.

Intervensjon

Alle studiene har forebyggende trening som intervensjon, og kaller treningen for NMT. Selv om samtlige studier bruker NMT som begrep, varierer innholdet i treningsprogrammene. Alle studiene benytter plyometriske øvelser, fire trener styrke (1–4) og tre trener balanse (1, 2, 5). To av studiene (3, 4) bruker «Prevent Injury and Enhance Performance» (PEP-program), som i tillegg inneholder elementer av tøying og hurtighet. Vi finner også hurtighetstrening i studie 5. Av de fire programmene (1–4) som inneholdt styrke, trente alle underekstremitetene med fokus på hofta og kne, men studie 2 hadde også elementer av «kjerne-stabilitet». Studie 1 bruker «hip-focused injury prevention» program (HIP). I resultattabellen kommer det frem at doseringen og varigheten på intervensjonene varierer stort.

Tre av studiene (2–4) bruker ikke utstyr til treningen. Studie 1 bruker manualer, BOSU-ball og treningsstrikk, mens studie 5 bruker balansebrett og -matter.

Compliance

Alle studiene samler inn data om compliance. Compliance blir i denne sammenheng forstått som deltakernes oppfølging og gjennomføring av den forebyggende treningen.

Studie 1 har gjennomsnittlig compliance på 89 % i de to intervensjonsperiodene. Studie 2 hadde 1303 av 2479 deltakere med tilstrekkelig compliance (53 %), studie 3 hadde 18/26 lag (69 %), og studie 5 hadde et gjennomsnitt på 27,5 % i de to intervensjonsperiodene. Tross den lave prosenten totalt sett i studie 5 hadde eliteutøverne 42 % i 1999–2000 sesongen og 50 % i 2000–2001 sesongen. Studie 4 samlet inn data ved bruk av et skjema som deltakerne skulle svare på. Svarprosent lå på 98 % i gjennomsnitt av de to intervensjonssesongene, men studien oppgir ikke resultatene av compliance. I tre av studiene (1–3) ble compliance dokumentert av treneren. Studie 2 hadde i tillegg to uannonserte besøk med hvor de observerte utførelse og compliance i skjul. I studie 5 dokumenterte fysioterapeuten compliance.

Studie 2 stilte krav om minimum 50 % gjennomførelse, studie 3 satte 33 % som grense og studie 5 stilte 71–100 % som krav, i tillegg til 75 % «athlete exposure». Studie 1 og 4 oppgir ikke hvilke minimumskrav som ble stilt for «tilstrekkelig compliance».

4.2 Forekomst av ikke-kontakt ACL-skader

I alle studiene finnes det tall på ikke-kontakt ACL-skader. Det var brukt et konfidensintervall på 95 % i alle studiene. Statistisk signifikans var $p < 0,05$. Samtlige studier har brukt MR og/eller artroskopi for bekreftelse av skaden.

I fire studier (1, 2, 4, 5) var det en statistisk signifikant reduksjon av ikke-kontakt ACL-skader. I studie 1 var det 13 ikke-kontakt ACL-skader i observasjonsperioden, fem i første intervensjonsperiode og tre i andre intervensjonsperiode. Nedgangen er statistisk signifikant fra observasjonsperioden til begge intervensjonsperiodene (hhv. $P = 0,111$ og $P = 0,127$). I studie 2 var det i helhet åtte skader i kontrollgruppen og fem skader i intervensjonsgruppen. Forskjellen var statistisk signifikant ($P = 0,049$) bare for en subgruppe med tilstrekkelig compliance. I denne studien hadde noen av deltakerne hatt tidligere ACL-skader, men det er ukjent hvor mange av de nevnte skadde dette gjelder for. Det var ikke gjort utregninger for p-verdi utenom subgruppen når det gjelder ikke-kontakt ACL-skader. I studie 4 var det en statistisk signifikant forskjell mellom intervensjonsgruppen og kontrollgruppen i både sesong en og to. I sesong en hadde intervensjonsgruppen to skader, mens kontrollgruppen hadde 32 skader ($P = 0,001$). I sesong to hadde intervensjonsgruppen fire skader, mens kontrollgruppen hadde 35 skader ($P = 0,0047$). Til sammen var det seks ACL-skader for intervensjonsgruppene og 67 for kontrollgruppene ($P < 0,0001$). I studie 5 var det 18 ikke-kontakt ACL-skader i observasjonssesongen. Forskjellen mellom observasjonssesongen og andre intervensjonssesong (sju skader) var statistisk signifikant ($P = 0,04$). I første intervensjonssesong var det ti ikke-kontakt ACL-skader. Heller ikke her var det oppgitt p-verdi.

Det var to ACL-skader i intervensjonsgruppen i studie 3. I kontrollgruppen var det ti skader. Forskjellen var ikke statistisk signifikant ($P = 0,066$).

5.0 Diskusjon

Målet med denne litteraturstudien var å undersøke effekten av skadeforebyggende trening på forekomsten av ikke-kontakt ACL-skader hos unge idrettsaktive kvinner. Idrettsaktive jenter og unge kvinner er en utsatt gruppe og ACL-ruptur er en alvorlig skade, spesielt for idrettsaktive mennesker. Vi ville derfor finne ut om skadeforebyggende trening reduserte forekomsten av ikke-kontakt ACL-skader hos denne gruppen.

Alle studiene viste reduksjon av ikke-kontakt ACL-skader ved forebyggende trening over tid, men den faktiske reduksjonen varierte. Én av studiene viste ikke en statistisk signifikant nedgang. Myklebust et al. (2003) hadde statistisk signifikant nedgang kun i én sesong, mens for Walden et al. (2012) gjaldt dette kun deltakere med god compliance. Alle studiene kaller den forebyggende treningen for NMT, men programmene består av ulike treningsmetoder og øvelser. Selv om våre studier peker i retning av en forebyggende effekt har vi kommet over studier som peker i motsatt retning, men som ikke har passet inklusjonskriteriene. Dette vil bli belyst senere i diskusjonen.

Mulige årsaker til varierende resultater vil nå bli diskutert. Vi vil trekke frem hvordan studienes design, metode og intervensjon kan ha påvirket resultatet. Fokuset ligger på skadeforekomst og dens sammenheng med treningsmetodene. Styrker og svakheter ved studiene, faktorer som kan ha påvirket gjennomføringen av treningen og implikasjoner for fysioterapi vil også bli diskutert.

5.1 Styrker og svakheter

Design

Alle studiene som er inkludert i denne oppgaven er prospektive studier. Fordelen med prospektive studier er at de gjerne utføres i naturlige settinger (Hood, 2009). Dette medfører et resultat med høy grad av ekstern validitet, som vil si at de er generaliserbare til den «virkelige verden» (Carlson & Morrison, 2009). I tillegg vil prospektive studier kunne fremskaffe nyttig informasjon om sammenhengen mellom eksponeringen og effekten av denne (Hood, 2009). Samtlige studier har altså et design som gir oss den informasjonen vi er ute etter: Skadeforebyggende trening sin effekt på forekomsten av ikke-kontakt ACL-skader. Likevel er det viktig å poengtere at statistisk signifikante resultater ikke nødvendigvis er klinisk signifikante (Helsebiblioteket, 2016).

Slik det kommer frem i resultattabellen (tabell 5), varierer lengden på studiene stort. Gilchrist et al. (2008) og Walden et al. (2012) varer i henholdsvis tolv uker og syv måneder. Dette er en fordel når begge to er randomiserte kontrollerte studier. En forholdsvis kort varighet gjør det mulig å kontrollere studiene i større grad. I de resterende studiene, som varer fra to til tolv år, kan det tenkes at flere forvekslingsfaktorer har påvirket resultatet. Eksempler kan være at utøverne skifter til andre sko, eller at underlaget som spilles på blir byttet ut. Dette er risikofaktorer som det er større sannsynlighet for at kan ha påvirket resultatet i studiene av lengre varighet (Neergaard et al., 2008, s. 58). Uavhengig av eventuelle forvekslingsfaktorer er likevel de lengste studiene mest overførbare til praksis, da man heller ikke kontrollerer for slike faktorer i praksis.

Til tross for variasjon i lengde, konkluderer samtlige studier med at den forebyggende treningen gir en reduksjon av ikke-kontakt ACL-skader. Det styrker vår hypotese om at treningen har en skadeforebyggende effekt. Den korteste studien er også den eneste studien som ikke viser til en statistisk signifikant nedgang av ikke-kontakt ACL-skader. Som tidligere nevnt vil en studie av kortere varighet bidra til en dårligere validitet, og studien har derfor dårligere forutsetninger for å si noe om sammenhengen mellom forebyggende trening og skadeforekomst.

Blinding

Blinding er et viktig verktøy for å sikre at fortolkning og registrering ikke påvirkes av subjektive antagelser om effekt av behandling (Lindbæk & Skovlund, 2002). I de aktuelle studiene kunne man i teorien foretatt blinding av deltakere, klinikere, trenere, forfattere og dataanalytikere. Kun Walden et al. (2012) benyttet blinding. Vi tar en nærmere titt på fordeler og ulemper med bruk av blinding i klinisk longitudinelle studier, som ser på effekt av en intervensjon, samt mulighetene for blinding.

Ingen av studiene foretok blinding av deltakerne, noe som ville vært vanskelig, da deltakerne må bli instruert i treningen for å kunne gjennomføre intervensjonen. I tillegg skal deltakerne samtykke om de deltar i et forskningsprosjekt. En forvekslingsfaktor som blir gjeldende når deltakerne er klar over prosjektet er Hawthorneeffekten. Denne effekten går ut på atferdsendringen som oppstår ved en undersøkelse (Grønmo, 2014). Når vi mennesker blir observert og målt av andre har de fleste et ønske om å prestere bra, og gjør kanskje en større innsats enn de ville gjort foruten. En måte å unngå denne forvekslingsfaktoren er om studien gjøres retrospektivt framfor prospektivt. Ved en retrospektiv studie ser man tilbake i tid (Persvold, 2020). Studien til Murray et al. (2017) har dette studiedesignet. De samlet inn data

fra kvinnelige volleyball- og fotballspillere, hvor de sammenliknet de som hadde trent NMT på eget initiativ, med de som ikke hadde det. Studien hadde overraskende resultater som viste en statistisk signifikant økning ($P < 0,001$) av ACL-skader hos volleyballspillerne som hadde trent NMT sammenlignet med kontrollgruppen. At studien har motstridende resultater sammenlignet med våre funn er interessant. Likevel har studien flere svakheter som gjør det vanskelig å koble resultatene opp mot hverandre. De har ikke oppgitt øvelser eller dosering. Studien skiller heller ikke mellom kontakt og ikke-kontakt ACL-skader (Murray, Renier, Ahern & Elliott, 2017).

Blinding av trenere og/eller fysioterapeut har heller ikke blitt gjort i noen av studiene. Det henger trolig sammen med deres rolle som instruktører og ansvaret de hadde for innsamling og rapportering av datamaterialet. Hawthorneeffekten blir også gjeldende for trenere og terapeuter.

Blinding av forfattere og dataanalytikere er mulig, om man har kapasiteten til det. Walden et al. (2012) skjulte gruppeidentitet for forfatterne ved «intention to treat analysis». Flere av studiene kunne med fordel dratt nytte av å blinde forfattere eller dataanalytikere. Forfatterne står bak intervensjonen og har ofte en hypotese om utfallet. Om forfatterne foretar inndeling av grupper, rollen som instruktør og innsamling, rapportering og analysering av data vil det kunne bane vei for utfallet, og med større sannsynlighet mot deres egen hypotese, både på et bevisst og ubevisst plan. Alle studiene valgte å la noen utenforstående få ansvaret for treningen, samt innsamlingen og rapporteringen av data. I Gilchrist et al. (2008) fikk heller ikke forfatterne som hadde deltatt i design og utvikling av PEP-programmet delta i dataanalysen.

Vi ser at mulighetene for blinding ikke er så stor når man undersøker effekt av klinisk intervensjon som skal fungere i praksis over tid.

5.2 Treningsmetoder

5.2.1 Oppvarming

Alle studiene vi inkluderte valgte å kjøre forebyggingen som en oppvarmingssekvens. Som nevnt i teoridelen er hensikten med oppvarming å forebygge skader (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 15). Før oppvarming er kroppen trolig uthvilt og konsentrasjonen god, og derfor er det hensiktsmessig å implementere skadeforebyggingen her. Dette er viktige forutsetninger for effekt av trening. I mange aldersbestemte lag er det foreldrene som tar på seg trenerrollen

og lager treningsprogram. Det er en styrke at programmene i de aktuelle studiene er utviklet av profesjonelle fagfolk.

Ifølge Ristić et al. er det flest ACL-skader i midtre og siste del av en kamp (Ristić, Ninković, Harhaji & Milankov, 2010). Dette kan indikere at noe av den skadeforebyggende treningen bør foregå i lignende situasjoner hvor deltakerne er slitne, og motorikken er noe dårligere (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 38). I PEP-programmet, som gjennomføres i studiene til Mandelbaum et al. (2005) og Gilchrist et al. (2008), trenes gående utfall og ettbeins ståhev med mange repetisjoner (hhv. 18 meter og 30 repetisjoner). Dette trener den muskulære utholdenheten i relevante muskler, noe som kan ha bidratt til å øke utøvernes evne til å beholde knekontroll over tid (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 47).

5.2.2 Styrke

Siden styrketrening av muskulatur rundt hofte- og kneledd virker forebyggende for ACL-skader (Noyes & Barber-Westin, 2018; Pfeifer et al., 2018), vil man kanskje forvente at dette i stor grad blir tatt hensyn til i forebyggende treningsprogrammer. Myklebust et al. (2003) har lite fokus på en styrkeutvikling i form av større kraft. Man kan argumentere for at deltakerne i denne studien trolig driver med styrketrening utenom, men det kan tenkes at resultatene hadde vært bedre om noe styrketrening hadde blitt implementert. Walden et al. (2012) sin intervensjon inneholder ettbeins knebøy, seteløft, ståhev og utfall. Selv om dette kun er kroppsvektøvelser, gjør det faktum at programmet består av fire vanskelighetsgrader og at utøverne er forholdsvis unge at programmet trolig bidro til en styrkeutvikling i relevant muskulatur. Det kunne vært inkludert en øvelse som stilte krav til mm. hamstrings evne til knefleksjon, slik som både Mandelbaum et al. (2005), Gilchrist et al. (2008) og Omi (2018) et al. har gjort. I disse tre studiene brukes «russian hamstrings» (også kalt «nordic hamstrings») for å trene den eksentriske styrken i mm. hamstrings. Øvelsen er svært relevant, da evnen til å motvirke kneekstensjon som nevnt er viktig for å unngå ikke-kontakt ACL-skader (Noyes & Barber-Westin, 2018).

Omi et al. (2018) er studien som har fokusert mest på styrketrening. Her har de også lagt til ytre belastning i form av manualer og treningsstrikk, og dermed lagt til rette for en større styrkeutvikling enn i de andre studiene. I tillegg er dette den eneste studien som trener dynamisk hofteabduksjon og -utadrotasjon, noe som sammen med hamstringsstyrke regnes som risikofaktorer for ACL-skade (Pfeifer et al., 2018). Trening av hoftens utadrotatorer kunne kanskje bidratt til en større skadeforebyggende effekt i de resterende studiene. Selv om

disse studiene ikke har trent dynamisk hofteabduksjon, kan de ha fått trent sin isometriske styrke gjennom unilaterale øvelser og balanse på ett bein.

Ingen av studiene trener maksimal styrke. Baserer man seg på relevant teori kunne man trolig sett en større forebyggende effekt hvis tung styrketrening hadde blitt implementert i de forebyggende treningsprogrammene (Neergaard et al., 2008, s. 269). På den andre siden hadde det gjort det vanskeligere å gjennomføre treningen, da man ofte trenger mer utstyr og andre lokaler for å drive slik trening. Tung styrketrening hadde heller ikke egnet seg som en del av oppvarming før trening/kamp, og hadde i tillegg påvirket totalbelastningen og kravet til restitusjon i mye større grad enn den treningen som er implementert.

5.2.3 Eksplosiv styrke/spenst

Alle studiene oppgir at de inkluderer hoppetrening i sin intervensjon, men det virker som det kun er i PEP-programmet målet er å øke den eksplosive styrken (The Santa Monica Sports Medicine Research Foundation, u.å). Mandelbaum et al. (2005) og Gilchrist et al. (2008) er de eneste som inkluderer hoppetrening med høy nok intensitet (Gjerset et al., 2012, s. 175), og er derfor de eneste studiene som gjennomfører spensttrening slik den er beskrevet i teoridelen. For eksempel blir deltakerne til Walden et al. (2012), som gjennomfører Knäkontroll-programmet, instruert til å «ta et lite hopp fremover» (Waldén, Atroshi, Magnusson, Wagner & Hägglund, 2012, s. 7). Samtlige studier har fokus på kontroll i landingene, men det hadde nok vært en fordel å oppfordre til maksimal intensitet under de plyometriske øvelsene, slik at man får øvd på kontrollerte landinger i mer kamplignende situasjoner. Siden god eksplosiv styrke også har en skadeforebyggende effekt kunne man kanskje også sett en ytterligere nedgang i antall ACL-skader om fokuset hadde vært litt bredere (Neergaard et al., 2008, s. 269).

5.2.4 Koordinasjon

I teoridelen blir koordinasjon og NMK omtalt som det samme (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 142; Østerås & Stensdotter, 2011, s. 55). Herfra brukes begrepet koordinasjon. Alle studiene har noen elementer av koordinasjon i sitt program, men det varierer hvilke elementer de fokuserer på. Tre av studiene trener blant annet balanse. Myklebust et al. (2003) bruker balansematter og -brett og Omi et al. (2018) legger til pasninger og driblinger for å øke vanskelighetsgraden. Ved trening på landing etter hopp har Omi et al. (2018) lagt til ballmottak og ytre kontakt. Deltakerne får trent øye-hånd-koordinasjon, balanse, krafttilpasning og reaksjonsevne. I tillegg er øvelsen idrettsspesifikk og det virker gunstig å trene koordinasjon i kamplignende situasjoner hvor risikoen for ACL-skade øker (Skadefri,

u.å). Også Gilchrist et al. (2008) og Mandelbaum et al. (2005) har en idrettsspesifikk øvelse hvor de gjør et vertikalt hopp, header ballen og lander. Her stilles det særlig krav til timing og krafttilpasning. Koordinasjonstrening påvirker de sensoriske signalene (proprioseptorer, likevektssans, somatsensorikk og syn) som kan bidra med å forbedre den motoriske aktiviteten, samt stabiliteten i kneleddet (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 142; Østerås & Stensdotter, 2011, s. 119). Treningen kan bidra til at man unngår å lande med kneet i en utsatt stilling (Bahr et al., 2014, s. 45). Dette kan igjen begrense tibias bevegelse i forhold til femur slik at man reduserer risiko for ACL-skade (Noyes & Barber-Westin, 2018, s. 183).

5.2.5 Bevegelighet

Gilchrist et al. (2008) og Mandelbaum et al. (2005) har inkludert tøyingsøvelser i sitt program. De tøyer i hovedsak musklene på forside og baksida lår i 30 sekunder, to runder. Ingen av studiene begrunner hvorfor de har inkludert tøyning. Basert på nevnt teori bør ikke bevegelighetstrening vektlegges i stor grad i forebyggende treningsprogrammer som ikke er individualisert til hver enkelt utøver. I enkelttilfeller hvor spillere har tydelig nedsatt bevegelighet ville det være gunstig å bedre denne for å få et mer stabilt kneledd. Det ville muligens vært mer gunstig å gjøre statisk hold på 10–15 sekunder for å gjøre muskulaturen klar for belastning (Bahr et al., 2014, s. 46), framfor 30 sekunder hvor hensikten er å øke muskellengde (Møller et al. 1985; Alter 1996) sitert i (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 108).

5.2.6 Dosering

Som nevnt i teoridelen bør øktene med koordinasjonstrening være korte og hyppige. Ti minutter daglig, fem dager i uken i ti uker i en treningsperiode (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 112), og én til to ganger ukentlig i en vedlikeholdsperiode (Bahr et al., 2014, s. 51). Samtlige av de inkluderte studiene har treningsøkter på 30 minutter og under. Selv om øktene er lengre enn det Østerås og Stensdotter foreslår, gjør den store variasjonen i øvelser og treningsmetoder at dette trolig ikke påvirker konsentrasjonen i negativ grad. Walden et al. (2012) har en treningsfrekvens på to ganger i uken. Frekvensen kunne med fordel vært høyere, men samtidig er deltakerne i studien unge, og det er ikke sikkert de trener hyppigere enn to ganger ukentlig. Mandelbaum et al. (2005) rapporterer ikke treningsfrekvensen, men har løst det på en god måte når PEP-programmet brukes som oppvarming før hver trening og kamp. Deltakerne i studien fikk dermed inn så mye forebyggende trening som mulig.

5.3 Faktorer som påvirker gjennomføring og opprettholdelse av trening

Til tross for forskjell i compliance viser alle studiene reduksjon av ACL-skader. Omi et al. (2018) var studien med best compliance, og her ser man en tydelig nedgang i antall ikke-

kontakt ACL-skader. Walden et al. (2012) hadde jevnt over dårlig compliance, men for en subgruppe med god compliance var resultatet statistisk signifikant. Selv om Gilchrist et al. (2008) også hadde god compliance, var dette den eneste studien hvor resultatet ikke var statistisk signifikant. Dårligst compliance finner vi i den eldste studien (Myklebust et al., 2003). Likevel ser man en nedgang fra ti til syv skader i intervensjonsgruppa når compliance øker fra 26 % til 29 %. Om dette skyldes mer trening eller rene tilfeldigheter, er usikkert. Likevel er trolig graden av compliance viktig for reduksjonen av ikke-kontakt ACL-skader fordi kroppens strukturer er avhengig av en viss dosering for å utvikle seg.

Hva kjennetegner deltakerne med god compliance?

Det er visse kjennetegn ved studiene som rapporterer om god compliance. Både Omi et al. (2018) og Gilchrist et al. (2008) har kvinnelige collegestudenter som deltakere. Sammenligner man disse deltakerne med deltakerne til Walden et al. (2012), ser vi at gjennomsnittsalderen er mye høyere. Det kan tyde på at compliance øker i takt med alderen. Mulige grunner kan være at man med alderen får erfare konsekvensene av en ACL-skade, at man får mer selvdisciplin og forståelse for viktigheten av forebyggende trening.

Selv om Myklebust et al. (2003) rapporterer om generelt dårlig compliance, er den vesentlig høyere hos elitelagene enn hos dem i andre- og tredjedivisjon. Dette kan tyde på at compliance øker jo høyere nivå man spiller på. Som tidligere nevnt mister i gjennomsnitt hvert lag på elitenivå i kvinnehåndball en til to spillere på grunn av en ACL-skade årlig (Prøis et al., 2010, s. 301). For dem på et høyt nivå har det store konsekvenser da idretten ofte er levebrødet deres. Det samme ser man hos Omi et al. (2018) og Gilchrist et al. (2008). Her spiller deltakerne i henholdsvis andre- og førstedivisjon. Igjen kan vi sammenligne med Walden et al. (2012), som kun har deltakere på aldersbestemte lag.

Elitespillerne i Myklebust et al. (2003) hadde fysioterapeut tilknyttet lagene i både første- og andre intervensjonssesong. Siden compliance økte når også de resterende lagene fikk fysioterapeut, kan dette tyde på at fysioterapeuter kan øke compliance. Deltakerne i Omi et al. (2018), som hadde best compliance, hadde også tilgang på fysioterapeut. Selv om Walden et al. (2012) hadde både fysioterapeuter og dårlig compliance, er det som tidligere nevnt andre grunner som kan være årsaken til non-compliance blant disse deltakerne.

Compliance versus dosering

Walden et al. (2012) og Gilchrist et al. (2008) har i utgangspunktet henholdsvis to og tre forebyggende treningsøkter i uken. Kravet for god nok compliance i begge studiene er én

ukentlig økt. En slik dosering blir brukt hvis målet er vedlikehold av koordinasjonen (Bahr et al., 2014, s. 51). Begge to kunne med fordel latt seg inspirere av Myklebust et al. (2003), som krevde en treningsfrekvens på to til tre ganger i uken for god nok compliance. Hvis de resterende studiene hadde satt krav om compliance, kunne også deltakerne i disse studiene fått en større skadeforebyggende effekt.

Man kan si at kravene som er satt burde vært strengere om man kun baserer seg på den teoretiske kunnskapen om dosering av trening. Høye krav til compliance og dosering vil i teorien gi gode forebyggende resultater, men en større treningsmengde- og frekvens vil på den andre siden bli vanskeligere å gjennomføre. Gilchrist et al. (2008) krever kun én ukentlig økt, og i denne studien ser man god compliance. Myklebust et al. (2003), som krever to til tre ukentlige økter, er studien med lavest compliance. Disse studiene illustrerer at om man setter for høye krav, kan det lettere føre til at utøverne mister motivasjon.

Hva bidrar til god compliance?

Som tidligere nevnt kan Hawthorne-effekten ha bidratt til at utøverne har gjennomført treningen (Grønmo, 2014). Siden denne effekten gjelder for alle deltakerne i de fem studiene med forskjellig grad av compliance, er det vanskelig å si noe om i hvilken grad utøverne har blitt påvirket av denne effekten. Det som likevel er verdt å merke seg, er at compliance høyst sannsynlig ville vært enda dårligere for utøvere som ikke er med i et forskningsprosjekt. Det betyr at man må finne andre måter å øke compliance på når man skal introdusere forebyggende treningsprogrammer til idrettsutøvere og -lag i praksis. Dette er også viktig hvis man skal opprettholde den forebyggende treningen etter forskningsprosjekter eller generelt over tid. Vi vet at treningen i stor grad er reversibel (Myklebust, 2019), og derfor er det viktig å finne måter å opprettholde compliance over tid.

Ytre faktorer som påvirker motivasjonen for trening, og dermed compliance, er avstand til treningslokale, transportmuligheter og kostnader (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 230). I samtlige studier er det lagt opp til at den forebyggende treningen kan gjennomføres i forbindelse med den vanlige treningen. Dette er positivt da det ikke kreves noe ekstra treningslokaler eller transport for gjennomføringen. Tiden som kreves til gjennomføringen varierer fra 15 til 30 minutter, og den forebyggende treningen trenger dermed ikke å stjele mye av tiden som egentlig skulle gått med til den vanlige treningen. Studiene har fjernet enkelte «barrierer» (Østerås & Haaland, 2001). Når treningen kan gjennomføres sammen med resten av laget, øker motivasjonen fordi den også tilfredsstillende sosiale behov (Østerås & Stensdotter, 2011, s. 231). Dette er en bedre måte å gjennomføre den forebyggende treningen

på enn den Söderman, Werner, Pietilä, Engström og Alfredson (2000) benyttet i sin studie. Her fikk deltakerne et balansebrett og ble instruert til å gjennomføre et treningsprogram hjemme. En annen fordel med de inkluderte studiene er at treningsprogrammet krever lite utstyr og dermed ikke har store kostnader. Mandelbaum et al. (2005), Gilchrist et al. (2008) og Walden et al. (2012) hadde ikke noe ekstra treningsutstyr, og deres intervensjon kan derfor i praksis gjennomføres av alle. Omi et al. (2018) og Myklebust et al. (2003) benyttet henholdsvis manual, BOSU-ball, treningsstrikk og balansebrett og -matter i sine studier. Det er ikke sikkert deres intervensjoner kan gjennomføres i idrettslag med dårlig råd.

Ifølge Banduras teori gir økt mestrings- og resultatforventning høyere motivasjon for trening (Mæland, 2016, s. 116). En ulempe med samtlige studier er at treningen ikke er individualisert til hver enkelt utøver. Spesielt Walden et al. (2012) og Mandelbaum et al. (2005) burde tatt hensyn til at deltakerne deres mest sannsynlig er på forskjellige stadier i den motoriske utviklingen. Trolig er det stor forskjell på 12- og 17-åringer og 14- og 18-åringer hva gjelder forutsetninger for å mestre treningen. Dette er fordi endringer i motoriske ferdigheter «skjer gjennom utallige repetisjoner av bevegelser» (Sigmundsson & Haga, 2004, s. 28). Resultatet av dette kan være en redusert mestringsforventning hos dem som ikke mestrer treningen. På den andre siden har Walden et al. (2012), i likhet med Omi et al. (2018) og Myklebust et al. (2003) lagt til rette for en progresjon i treningen. Først- og sistnevnte har løst dette på en bedre måte enn Omi et al. (2018), da de har gjort det mulig å tilpasse vanskelighetsnivået til hver enkelt utøver. Omi et al. (2018) har på den andre siden lagt inn progresjon for samtlige utøvere tre ganger i sesongen. Omi et al. (2018), Myklebust et al. (2003) og Gilchrist et al. (2008) har lagt vekt på at utøverne skal få tilbakemeldinger på utførelsen av øvelsene. Dette er viktig, fordi compliance øker hvis man har tro på at man gjennomfører treningen på riktig måte (Østerås & Haaland, 2001). Det kan tenkes at 14-åringer uten oppsyn og tilbakemeldinger vil ha dårligere forutsetninger for gjennomføring, og derfor kunne Mandelbaum et al. (2005) med fordel latt noen andre enn utøverne selv ha ansvar for den forebyggende treningen.

Studiene har i ulik grad bidratt til å øke utøvernes resultatforventning gjennom informasjon om alvorligheten av ACL-skader og viktigheten av den forebyggende treningen. Mandelbaum et al. (2005) ga slik informasjon til trenerne, Walden et al. (2012) til trenerne og én spiller fra hvert lag, mens Omi et al. (2018) inkluderte alle trenerne og spillerne. Trolig har deltakerne i sistnevnte studie fått mer bakgrunnskunnskap enn de andre deltakerne. Omi et al. (2018) er

dermed den studien som i størst mulig grad har tatt hensyn til «health belief»-modellen og resultatforventningen for å øke motivasjon og compliance.

5.4 Kliniske implikasjoner for fysioterapi

Vi lærer utelukkende mest om behandling og rehabilitering av korsbåndsskader og mindre om forebygging på bachelorstudiet. I senere år har forebygging fått et større fokus og i den forbindelse tenker vi at fysioterapeuter burde involvert seg mer innen forebyggingen av ACL-skader. Ikke bare på elitenivå, men også på lavere nivåer, fordi forskningen og teorien vi har vist til tyder på at det er en økt forekomst hos unge kvinner og at man bør starte forebyggingen tidlig.

Fysioterapeuter har gode forutsetninger for å legge til rette for progresjon og mestring, gi tilbakemeldinger og til å utdanne utøverne. Dette er faktorer som kan bidra til å øke compliance og er av den grunn avgjørende for å oppnå effekt. En fysioterapeut har kunnskaper om anatomi, fysiologi og trening, og kan på grunnlag av dette legge til rette for og tilpasse øvelser, svare på spørsmål knyttet til trening og utdanne både spillere og trenere. Forklaring av hensikten med treningen fra en man vet har kunnskap om emnet vil trolig øke utøvernes resultatforventninger. Det gir treningen mening, noe som igjen øker motivasjon og compliance. En god relasjon mellom fysioterapeut og utøver øker også compliance (Østerås & Haaland, 2001). Sannsynligheten for gjennomføring med riktig intensitet, dosering og fokus øker om en fysioterapeut, fremfor en trener eller forelder, har ansvar for den forebyggende treningen. Selv om mange forebyggende treningsprogram er lagt opp på gruppenivå kan fysioterapeuten legge til rette for individualisering og tilpassing av øvelser ved behov.

Utfordringer knyttet til involvering av fysioterapeuter i aldersbestemte klasser er blant annet kostnader, tidspunkt og ressurser. Fysioterapitjenesten koster penger og det er ikke sikkert breddeklubblag har god nok økonomi. Et annet aspekt er at treningene for aldersbestemte lag foregår på ettermiddag eller kveldstid. Da er de fleste fysioterapeuters arbeidsdag over. Å drive forebyggende trening krever en viss hyppighet og om et eller flere lag skulle hatt en fysioterapeut innom flere ganger i uken ville både tidsaspektet og ressurskapasitet blitt en stor utfordring. Det er ikke nok kapasitet til at mange aldersbestemte lag, både på gutte- og jentesiden, kan få hyppig veiledning av en fysioterapeut. En må derfor prioritere, og ut ifra våre funn burde det blitt iverksatt en ekstra innsats på jentesiden fra tidlig i tenårene. Hvordan denne prioriteringen ville blitt møtt er usikkert. Det kan mulig føre til motstandsargumenter knyttet til misnøye rundt forskjellsbehandling.

Med bakgrunn i denne litteraturstudien og vår nåværende kunnskap kunne en god start være at en fysioterapeut lager et forebyggende program som han eller hun instruerer for utøverne på en trening, og som treneren senere overtar ansvaret for. Under instruksjonen bør terapeuten komme med tilbakemeldinger på utførelse, samt informasjon om hensikten med treningen. Kunnskapsformidling trenger ikke kreve mye tid eller ressurser, og kan skape et miljø for den forebyggende treningen. Om mulig burde fysioterapeuten sjekke gjennomføring, korrigere og vise progredierende øvelser i løpet av sesongen. Basert på våre funn om at jenter har høyere forekomst av ACL-skader i tidligere alder enn gutter, bør forebyggende trening for jenter prioriteres i ung alder.

6.0 Konklusjon

Idrettsaktive unge jenter er tilsynelatende i risikozonen for ikke-kontakt ACL-skader, og mye tyder derfor på at denne gruppen bør prioriteres i den forebyggende treningen. Samlet sett tyder datamaterialet vårt på at forebyggende trening kan redusere forekomsten av primære ikke-kontakt ACL-skader, men det er trolig viktig at treningen rettes mot de modifiserbare risikofaktorene med en hensiktsmessig dosering. Funnene peker på at treningen bør inneholde elementer av koordinasjon og styrke på hofter- og knemuskulatur, samt at det er effektivt å inkludere den i oppvarmingen før trening og kamper. Fysioterapeuter kan bidra til å øke compliance, individualisere treningen og motivere utøvere, og derfor bør yrkesgruppen i økende grad involveres i dette arbeidet. Kunnskapsformidling trenger ikke kreve mye tid eller ressurser, og kan skape et miljø for den forebyggende treningen. Fremtidig forskning bør i større grad fokusere på primære ikke-kontakt ACL-skader hos yngre utøvere. I tillegg bør det fokuseres på hvordan man øker motivasjon til og compliance med den forebyggende treningen for å redusere forekomsten av primære ikke-kontakt ACL-skader.

7.0 Referanseliste

- Adachi, N., Nawata, K., Maeta, M. & Kurozawa, Y. (2008). Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Arch Orthop Trauma Surg*, 128(5), 473-478. <https://doi.org/10.1007/s00402-007-0461-1>
- Arundale, A. J. H., Bizzini, M., Giordano, A., Hewett, T. E., Logerstedt, D. S., Mandelbaum, B., ... Snyder-Mackler, L. (2018). Exercise-Based Knee and Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 48(9), A1-A42. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.0303>
- Bahr, R., McCrory, P., Bolic, T. & Prøis, L.-A. (2014). *Idrettsskader : diagnostikk og behandling*. Bergen: Fagbokforl.
- Beischer, S., Gustavsson, L., Senorski, E. H., Karlsson, J., Thomeé, C., Samuelsson, K. & Thomeé, R. (2020). Young Athletes Who Return to Sport Before 9 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have a Rate of New Injury 7 Times That of Those Who Delay Return. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 50(2), 83-90. <https://doi.org/10.2519/jospt.2020.9071>
- Bram, J. T., Magee, L. C., Mehta, N. N., Patel, N. M. & Ganley, T. J. (2020). Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 0(0), <https://doi.org/10.1177/0363546520959619>
- Bråten, M. & Andersen, L. A. (2019). *Hva er koordinasjon?* Olympiatoppen. https://www.olympiatoppen.no/fagstoff/teknikk_motorikk/teknikk_motorikk/page2917.html
- Carlson, M. D. A. & Morrison, R. S. (2009). Study design, precision, and validity in observational studies. *Journal of palliative medicine*, 12(1), 77-82. <https://doi.org/10.1089/jpm.2008.9690>
- Eitzen, I., Moksnes, H., Øiestad, B. E. & Risberg, M. A. (2008). Totalruptur av fremre korsbånd - funksjonstesting, rehabilitering og langtidspfølger. *Fysioterapeuten*, (11), 22-28. https://fysioterapeuten.no/files/archive/539/5312/version/3/file/1108_Fagartikkel.pdf
- Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L. Y., . . . Dvorak, J. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior

- cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med*, 36(8), 1476-1483. doi:10.1177/0363546508318188
- Gjerset, A., Holmstad, P., Raastad, T., Haugen, K. & Giske, R. (2012). *Treningslære (Bokmål[utg.], 4. utg.)*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Helge, J. W., Enoksen, E., Raastad, T., Meen, H. D., ... Beyer, N. (2015). *Idrettens treningslære (2. utg.)*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Grønmo, S. (2014). *Hawthorneeffekten*. Store Norske Leksikon.
<https://snl.no/Hawthorneeffekten>
- Helsebiblioteket. (2016). *Analysere tall 1*. Helsebiblioteket.
<https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/analysere-tall-1>
- Henriksson, J. & Sundberg, C. J. (2008). Generelle effekter av fysisk aktivitet. I R. Bahr (Red.), *Aktivitetshåndboken - Fysisk aktivitet i forebygging og behandling* (s. 8-36). Oslo: Helsedirektoratet.
- Herzberg, S. D., Motu'apuaka, M. L., Lambert, W., Fu, R., Brady, J. & Guise, J. M. (2017). The Effect of Menstrual Cycle and Contraceptives on ACL Injuries and Laxity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med*, 5(7), 2325967117718781. <https://doi.org/10.1177/2325967117718781>
- Hood, M. N. (2009). A review of cohort study design for cardiovascular nursing research. *J Cardiovasc Nurs*, 24(6), E1-9. <https://doi.org/10.1097/JCN.0b013e3181ada743>
- Hutson, M. A. & Speed, C. (2011). *Sports injuries*. Oxford: Oxford University Press.
- Håkonsen, K. M. (2014). *Psykologi og psykiske lidelser (5. utg.)*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Keays, S. L., Newcombe, P. & Keays, A. C. (2020). Generalized joint hypermobility in siblings with anterior cruciate ligament injuries and matched unrelated healthy siblings. *Physiotherapy Research International*, 25(2), e1826.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/pri.1826>
- Kristoffersen, N. J., Nortvedt, F. & Skaug, E.-A. (2011). *Grunnleggende sykepleie : B. 3 : Pasientfenomener og livsutfordringer (2. utg.)*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Lindblad, B. E., Høy, K., Terkelsen, C. J., Helleland, H. E. & Terkelsen, C. J. (1992). Handball injuries: An epidemiologic and socioeconomic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(4), 441-444. <https://doi.org/10.1177/036354659202000413>
- Lindbæk, M. & Skovlund, E. (2002). Kontrollerte kliniske forsøk - jakten på sann effekt av behandling. *Tidsskriftet Den norske legeförening*, 122(27).

- <https://tidsskriftet.no/2002/11/tema-forskningsmetoder/kontrollerte-kliniske-forsok-jakten-pa-sann-effekt-av-behandling>
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., . . . Garrett, W. (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. doi:10.1177/0363546504272261
- Magnusson, K., Turkiewicz, A., Hughes, V., Frobell, R., & Englund, M. (2020). High genetic contribution to anterior cruciate ligament rupture: Heritability ~69%. *British journal of sports medicine*, bjsports-2020-102392. doi:10.1136/bjsports-2020-102392
- Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Yut, L., Webster, K. E., Beynnon, B., Kocher, M. S. & Myer, G. D. (2019). "What's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?" A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*, 53(16), 1003-1012. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096274>
- Murray, J. J., Renier, C. M., Ahern, J. J. & Elliott, B. A. (2017). Neuromuscular Training Availability and Efficacy in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injury in High School Sports: A Retrospective Cohort Study. *Clin J Sport Med*, 27(6), 524-529. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000398>
- Myer, G. D., Ford, K. R., Divine, J. G., Wall, E. J., Kahanov, L. & Hewett, T. E. (2009). Longitudinal assessment of noncontact anterior cruciate ligament injury risk factors during maturation in a female athlete: a case report. *Journal of athletic training*, 44(1), 101-109. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.101>
- Myer, G. D., Ford, K. R. & Hewett, T. E. (2004). Rationale and Clinical Techniques for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Among Female Athletes. *Journal of athletic training*, 39(4), 352-364.
- Myklebust, G. (2019). 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. <https://doi.org/10.1097/00042752-200303000-00002>
- Mæland, J. G. (2016). *Forebyggende helsearbeid : folkehelsearbeid i teori og praksis (4.utg.)*. Oslo: Universitetsforl.

- Neergaard, C., Andersen, B. & Hesselmann, P. (2008). *Sportsskader : forebyggelse, behandling og genoptræning*. København: Munksgaard.
- Noyes, F. R. & Barber-Westin, S. (2018). *ACL Injuries in the Female Athlete: Causes, Impacts, and Conditioning Programs (2nd ed. 2018. utg.)*. Berlin, Heidelberg: Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg.
- Olympiatoppen (2001). *Olympiatoppens synspunkter på trening for barn*. Olympiatoppen <https://www.olympiatoppen.no/fagomraader/ungeutovere/fagstoff/media28495.media>
- Omi, Y., Sugimoto, D., Kuriyama, S., Kurihara, T., Miyamoto, K., Yun, S., . . . Hirose, N. (2018). Effect of Hip-Focused Injury Prevention Training for Anterior Cruciate Ligament Injury Reduction in Female Basketball Players: A 12-Year Prospective Intervention Study. *The American journal of sports medicine*, 46(4), 852-861. doi:10.1177/0363546517749474
- Pedersen, A. V., Størksen, J. H. & Moholdt, T. T. (2005). Hva er egentlig nevro-muskulær trening? *Fysioterapeuten*, (11), 18-22. https://fysioterapeuten.no/files/archive/404/4772/version/3/file/1105_Fagartikkel.pdf
- Persvold, A. Z. (2020). *Retrospektiv*. Store Norske Leksikon. <https://snl.no/retrospektiv>
- Pfeifer, C. E., Beattie, P. F., Sacko, R. S. & Hand, A. (2018). RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NON-CONTACT ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY: A SYSTEMATIC REVIEW. *Int J Sports Phys Ther*, 13(4), 575-587.
- Prøis, L.-A., Bolic, T., Mæhlum, S. & Bahr, R. (2010). *Idrettsskader : en illustrert guide til diagnostikk og behandling av skader i forbindelse med fysisk aktivitet*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke.
- Risberg, M. A. & Myklebust, G. (2001). Neuromuskulær trening som rehabilitering og forebygging relatert til kneskader. *Fysioterapeuten*, (2). https://fysioterapeuten.no/files/archive/462/5004/version/3/file/0201_Fagartikkel2.pdf
- Ristić, V., Ninković, S., Harhaji, V. & Milankov, M. (2010). Causes of anterior cruciate ligament injuries. *Medicinski pregled*, 63(7-8), 541-542. <https://doi.org/10.2298/mpns1008541r>
- Sigmundsson, H. & Haga, M. (2004). *Motorikk og samfunn : en samfunnsvitenskapelig tilnærming til motorisk atferd*. Oslo: Sebu forl.
- Skadefri (u.å). *Hva skjer når korsbåndet ryker? Hollywood-metoden gir deg svaret*. Skadefri. <http://www.skadefri.no/idretter/handball/acl/>

- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., ... Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, *337*, a2469.
<https://doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Söderman, K., Werner, S., Pietilä, T., Engström, B., & Alfredson, H. (2000). Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *8*(6), 356-363. doi:10.1007/s001670000147
- The Santa Monica Sports Medicine Research Foundation. (u.å). *The PEP Program: Prevent injury and Enhance Performance*. Aclstudygroup.
<https://www.aclstudygroup.com/pdf/pep-program.pdf>
- Visnes, H. & Kroken, G. (2019). *Årsrapport for 2019 med plan for forbedringstiltak*. Kvalitetsregistre.
https://www.kvalitetsregistre.no/sites/default/files/27_arsrapport_2019_nasjonalt_korsbandregister.pdf
- Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P. & Hägglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, *344*, e3042. <https://doi.org/10.1136/bmj.e3042>
- Østerås, H. & Haaland, K. (2001). Compliance i fysioterapi. *Fysioterapeuten*, *10*.
https://fysioterapeuten.no/files/archive/477/5064/version/3/file/1001_Fagartikkel.pdf
- Østerås, H. & Stensdotter, A.-K. (2011). *Medisinsk treningslære (2.utg.)*. Oslo: Gyldendal akademisk.