



UNIVERSITETET I AGDER

Femoral kontroll blant idrettsaktive kvinner

- Testutvikling og sammenheng med skadehistorikk

Mattis Østvold

Veileder

Stephen Seiler

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2011

Fakultet for Helse- og Idrettsfag

Institutt for Folkehelse, Idrett og Ernæring

Sammendrag

Hensikt: Ikke-kontakts kneskader er et tema som ofte blir omtalt i skadeforebyggende arbeid. Hensikten med studien var å kunne utvikle en standardisert test og en standardisert analyseringsmetode for kvantifisere endringer i femoral kontroll på en enkel men pålitelig måte. I tillegg har vi kvantifisert forholdet mellom femoral kontroll og skadehistorikk i utvalget.

Metode: Kvinnelige idrettsutøvere (n=95, alder= 18 ± 1 år) som var aktive innen ulike idretter, gjennomførte to ulike weak links tester og besvarte et spørreskjema angående deres nedre ekstremitets skadehistorie. Weak links ble definert som innoverrotasjon og/eller adduksjon av femur under ettbeins knebøy og fall og landingstest.

Resultater: På test av ettbeins knebøy var det kun rapportert skadegruppen på høyre bein som viste signifikant forskjell sammenlignet med ikke rapport skadegruppen ($p < 0.001$) på høyre bein. Testen fall og landing viste ingen forskjeller mellom tidligere skadde og uskadde forsøkspersoner.

Konklusjon: Kun ettbeins knebøy med høyre bein var relatert til skadehistorikken i vårt utvalg. Fall og landing avslørte nedsatt kjernestabilitet, men dette var ikke forbundet med skadehistorikk. Landingsmønsteret avslørte den nedsatte kjernestabiliteten men det var en tendens til asymmetrisk landing som gjorde det vanskelig å utføre korrekte målinger. Knebøy testen viste heller ingen sammenheng med skadehistorikk med venstre bein.

Ved måling av femur med analyseringsverktøyet "Dartfish" ser vi ut til å få meningsfull og korrekt data.

Nøkkelord: Kjernestabilitet, kvantifisering av femoral kontroll, skadehistorikk versus femoral kontroll

Abstract

Purpose: Non-contact knee injuries are often the topic of discussion in relation to injury prevention. The purpose of this study was to develop a standardized test and a standardized analysis method for quantifying changes in the femoral control in a simple but reliable way. We also wanted to quantify the relationship between femoral control and injury history in the sample.

Method: Female athletes (n = 95, age = 18 ± 1 years old) who were active in various sports, conducted two weak links test and answered a questionnaire regarding their history of lower limb injury. Weak links were defined as inward rotation and / or abduction of the femur under one legged squat and fall and landing test.

Results: The test of one legged squat was the only reported injury group on the right leg, which showed significant greater excessive inward rotation compared with the uninjured group ($p < 0.001$). The test fall and landing showed no differences between previously injured and uninjured subjects.

Conclusion: Only one legged squat with right leg was related to the injury history in our group. Fall and landing revealed reduced core stability. This was not associated with injury history. Landing pattern revealed the decreased core stability, but there was a tendency for asymmetric landing. One legged squat showed no correlation with the injury history on the left leg. Measurement of femoral movement with 2-dimensional video analysis gives meaningful and repeatable data.

Key words: Core stability, quantifying femoral control, injury history versus femoral control.

Forord

Det har vært en fantastisk erfaring å følge prosjektet fra idemyldring til et endelig og konkret resultat. Det er med stor glede jeg endelig kan si at masteroppgaven min er ferdig. Etter en lang prosess kan jeg endelig se tilbake på en slitsom men veldig lærerik tid. Min nysgjerrighet for kneskader ble vekket til live veldig tidlig under statistikktimene med Stephen Seiler. Ettersom jeg har vært igjennom to kneoperasjoner tidligere, føler jeg min plikt å kunne være en bidragsyter til forskning på skadeforebyggende arbeid på knær.

Jeg vil rette en stor takk til min dyktige veileder Stephen Seiler. Tusen takk for alt du har lært meg gjennom disse to årene ved UIA, både som foreleser og som veileder. Vil også takke for alt jeg har fått til disposisjon gjennom deg. Uten deg kunne jeg nok aldri ha gjennomført denne studien på den måten vi har gjort det. Igjen takk for troen du har hatt på prosjektet vårt og for at du har motivert meg og gitt meg grundige tilbakemeldinger gjennom hele denne prosessen.

Vil også takk Kristiansand katedralskole Gimle v/ Ingve Tofteland for bruken av deres elever som forsøkspersoner. Vil også takke mine medstudenter Karianne V. Brovold, Susan Antonsen, Heidi Irgemo, Linda Kjellevik, Lars Tore Gakkestad og Beate Benestad. Vil også takke min fantastiske kjæreste Susanne Fonahn som hele tiden har støttet og motivert meg når jeg til tider har vært sliten, oppgitt og lei.

Mattis Østvold

Innhold

Innledning	7
Teori	8
Skadefrekvens blant idrettutøvere	8
Kjønnforskjeller.....	9
Ikke-kontakts ACL skader	10
Årsakssammenheng.....	11
Anatomiske forskjeller	12
Nevromuskulære forskjeller	13
Kjernen	15
Kjernestabilitet.....	16
Problemstilling	17
Metode	18
Uvalg	18
Eksperimentell design.....	18
Ettbeins knebøy.....	19
Fall og landing fra kasse	20
Data analyse.....	20
Reliabilitetsanalyse av ettbeins knebøy, og fall og landing	21
Kroppssammensetning	21
Dataanalyse og statistikk	21
Resultater	22
Utvalgets karakteristikk	22
Femoral kontroll.....	23
Weak links og dets sammenheng med skadehistorikk.....	25
<i>Femoral kontroll versus skadehistorikk</i>	25
<i>Fall og landing</i>	25
Diskusjon	26
Prevalens av weak links og skader.....	26

Weak links tester og dets sammenheng med skadehistorikk	28
Studiens svakheter og studiens generaliserbarhet	32
Videre forskning	33
Konklusjon	34
Referanse liste.....	35
Vedlegg 1	39
Vedlegg 2	40

Innledning

Idrettsskader har vært gjenstand for forskning og debatt i mange år. Av alle idrettsskader som forekommer er det estimert at kneskader står for 60 %, med anterior cruciate ligament (ACL) for halvparten av disse igjen (9). 70 % av alle ACL skader forekommer i et ikke-kontaktsøyeblikk, mens de resterende 30 % kommer av en takling eller en annen kontaktsituasjon. Forskere har vist at det er kjønnsforskjeller i evnen til å generere og motstå krefter i kjerneområdet, som består av musklene rundt hofte og bekken. Nedsatt styrke i disse musklene har vist seg å være en medvirkende årsak til skader i de nedre ekstremitetene (1). Kjernemusklene består av sentrale muskler i rygg- og mageregionen og dens oppgave er å stabilisere. Disse musklene forbinder underekstremitetene sammen med overekstremitetene, og muliggjør kraftoverføringen dem i mellom. Personer med svakheter i hofte- og bekkenområdet, viser redusert evne til å kontrollere femur under stor belastning, og en innoverrotasjon (valgus) i kneleddet skjer. Det er rapportert at kvinnelige idrettsutøvere er fire til seks ganger mer risikoutsatt enn menn i en ikke-kontakts korsbånd skade, og da spesielt det fremre korsbåndet (ACL). Nevromuskulære strategier eller nedsatt nevro-muskulær kontroll under utførelse av idrettsrelaterte bevegelser, gjenspeiler unormal mekanikk i underekstremitetene, og kan være årsaken til økt risiko for ACL skader blant kvinnelige idrettsutøvere.

Forskere har lenge jobbet med ulike tilnærminger for å kunne redusere skadeomfanget på knær (20, 17, 29), og de fleste tar for seg idretter med høy risikofaktor for ACL skader. Ulike tester blir benyttet for å avdekke risikogrupper for ACL skader i forkant av intervensjonsstudier, der forsøkspersonene blir analysert til bestått eller ikke bestått (13). Når forsøkspersonene viser en tilstrekkelig stor knevalgus, har de blitt kvantifisert som en risikogruppe. Fysioterapeuter har gjennomført denne type kartlegging ved å se på utførelser enten gjennom retningsforandring under løping, landing fra hopp, ett beins knebøy, nedsteg eller hopp med kontra vertikalt hopp. Den mest anvendte metoden er å se på filmopptak av øvelsen eller ved å se på øvelsen direkte. I senere tid har kinematiske metoder blitt benyttet for å kvantifisere bevegelsesmønsteret til forsøkspersonene, for å avdekke grader innoverrotasjon. De fleste av disse studiene bruker høyteknologisk utstyr som krever mye tid og kalkuleringer for å kunne få valide resultater. Det vi ønsket med denne studien var å lage et enkelt men valid og pålitelig redskap som kan avdekke personer som kan være i en risiko

gruppe for ikke-kontakts korsbåndskader, og se om det kan ha en sammenheng med tidligere skader eller ikke.

Teori

Skadefrekvens blant idrettutøvere

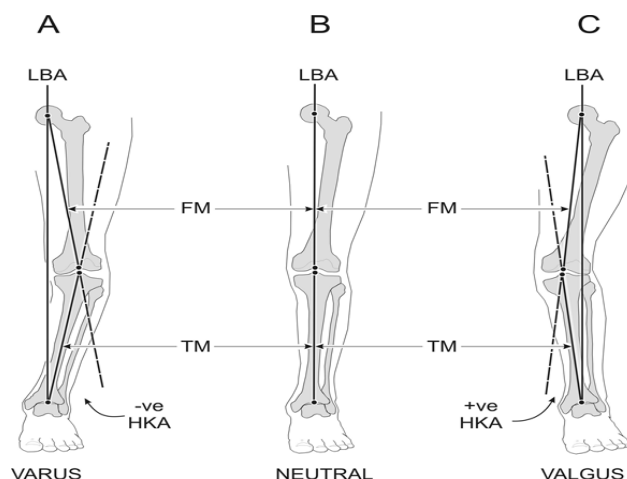
Idrettutøvere er i en utsatt risikogruppe for idrettsrelaterte skader. Risikofaktoren for skader høynes ut i fra hvilken idrett som bedrives og ut ifra nivå(1,2,5). Bahr et al. (2) har kvantifisert at 10-19 % av alle akutte skader behandlet på legevakten er idrettsskader, og at de skader som forekommer hyppigst er kne- og ankelskader. En skade som forekommer stadig oftere er ikke-kontakts anterior cruciate ligament (ACL) skader (2, 33), også kjent som skader på det fremre korsbåndet. Flere studier har studert skadeforebyggende trening for idretter med høy risikofaktor for ACL skader (20, 17, 29). Arendt et al. (1) definerte skadefrekvens som: *An injury rate is determined by comparing the number of injuries in a specific category with the number of athletes at risk in that category* (Arendt et al. 1995 s.697). Den høyeste kneskadefrekvensen er observert i idretter med pivotering, som fotball, håndball og basketball (2, 5). Studier viser at 70 % av alle ACL skader oppstår ved ikke-kontaktssituasjoner (7,8). Videre viser studier at kvinnelige idrettutøvere er fire til seks ganger mer utsatt for ikke-kontakts ACL skader enn menn på samme nivå (1, 8, 33). Rapporterte ACL skader viser seg å være så høy som 1.6 skader per 1000 spilte time under kamp for kvinner på elitenivå i håndball (33). En skaderapportstudie utført på basketballspillere viste at den primære årsaken til ACL skade var ikke-kontakts situasjoner både for menn og kvinner (1). Arendt et al. (1) skriver at kvinnelige idrettutøvere hadde en skaderatio som var 2.5 ganger høyere enn for menn over en femårs periode. Forskerne sammenlignet idrettene basketball, fotball og håndball ut i fra innsamlet skadehistorikk (1). Den skaden som ble rapportert hyppigst var ikke-kontakts ACL skader, og det var også denne skaden hvor det var størst forskjell mellom menn og kvinner. Meniskskader var også rapportert i 40 % av alle tilfellene ved en ACL avrivning eller delvis avrivning (1). Videre viser studien at kvinner er en mer utsatt gruppe for skader sammenlignet med menn, men i denne sammenheng bør det nevnes at ACL skader forekommer relativt sjelden blant idrettutøvere. Sett at 20 mannlige eller kvinnelige fotballspillere deltar på trening eller kamp, ville skadefrekvensen vært én ACL skade per 385. fysiske økt for menn og én ACL skade per 161. fysiske økt for kvinner (1). Det er ni ganger større sannsynlighet for å skade seg under kamp sammenlignet med trening, både for kvinner

og menn (1). Resultatene til Arendt et al. (1) understreker at kvinner har en større risiko for å bli utsatt for skade sammenlignet med menn.

Kjønnsforskjeller

Biomekaniske studier har evaluert kjønnsforskjeller i kneleddet under idrettslige prestasjoner (11, 18). Studier har funnet om at kvinners nevro-muskulære kontrollstrategier resulterer i en unormal stor belastning på kneleddet, noe som setter kvinner i en større risikogruppe for ikke-kontakts ACL skader sammenlignet med menn (11, 18). At det er forskjeller mellom kvinner og menns ACL skadeforekomst, kan være vanskelig å forstå. Lim et al. (16) forklarer at det har blitt utviklet teorier som ser på kjønnsforskjeller og hvorfor disse forskjellene oppstår. Disse teoriene baserer seg på variabler som fysiologiske og visuelle forstyrrelser, knestøtter, skotøy-mot-underlagsfriksjon og indre variabler som anatomiske forskjeller (hormonelle innvirkninger på ligamentet, nevrologiske funksjoner og biomekaniske forskjeller mellom kvinner og menn) (16, 33). Anatomiske forskjeller og hormonelle innvirkninger på ligamentet er ikke trenbare eller påvirkelige. Den nevro-muskulære bakgrunnen som gjengir hvorfor kvinnelige utøvere er mer mottakelig for ACL skader enn menn, er et område som har mer praktisk betydning ettersom det åpner for forebyggende tiltak. Siden anatomiske forskjeller og hormonelle faktorer ikke kan begrunnes som en direkte årsak til ACL skader, har forskere gått i retningen av de fysiologiske aspektene og de biomekaniske risikofaktorene. Forskere har tatt i bruk nevro-muskulære og proprioceptive intervensjonsprogrammer for å adressere potensielle svakheter (16, 33). Yoo et al. (33) viser i sin studie at kvinnelige idrettsutøvere lander i en mer oppreist posisjon enn hva menn gjør, med knær og hofter nesten fullt utstrakt. Dette truer balansen til quadriceps og hamstring ved en ubalanse mellom musklene oppstår. Ved ubalanse mellom musklene vil ACL få en mye større belastning og er dermed mer utsatt for skader. Kvinner viser også større knevalgus og redusert knevarus ved landing etter hopp, eller ved å foreta kutting ved retningsforandring under løp. Dette øker risiko for ACL skader (figur 1) (27).

Reseptorer for kjønnshormoner som østrogen, testosteron og relaxin har blitt funnet i menneskets ACL. Men studier har ikke klart å vise om disse hormonene har en spesifikk mekanisme på ACL. Flere studier trengs for å kunne få en forståelse på hvordan disse hormonene påvirker det nevro-muskulære systemet, spesielt under idrettslige forhold (5).



Figur 1: Valgus og varus knedreiemoment (sett forfra) (38)

Årsaken til økt risiko for ACL skader blant kvinner er multifaktorielt. Andre krefter kan være årsak til ACL skader, som for eksempel muskelstyrke, skotøy-mot-underlag, ferdighetsnivå, erfaring og vilkår.

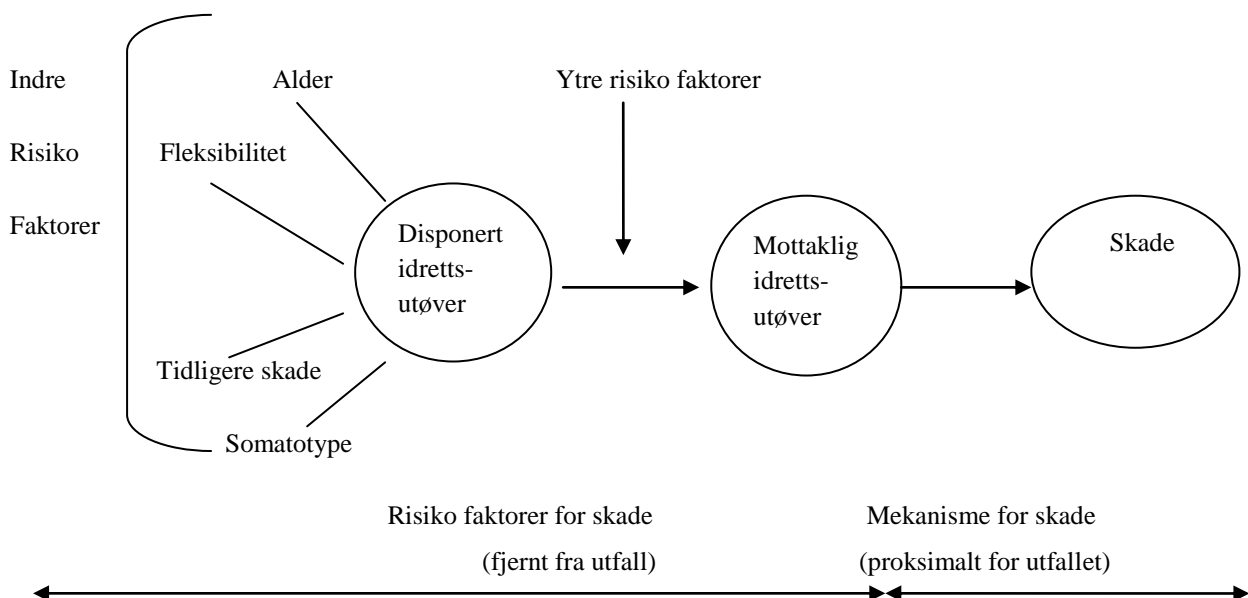
Ikke-kontakts ACL skader

Som nevnt tidligere forekommer 70 % av alle ACL skader under ikke-kontakts situasjoner (7, 8). Kontakts-ACL skader er bestemt gjennom eksterne krefter som virker på kneet, som for eksempel en takling eller annen fysisk kontakt. Kontakts-ACL skader kan ikke forbygges eller reduseres ved bruk av beskyttelser eller forskjellige knestøtter (25). Nevromuskulære treningsprogram er designet for å forebygge mot ikke-kontakts ACL skader. Ikke-kontakts ACL skader forekommer som regel under landing fra et hopp med ett eller begge bein, kutting under løp ved en retningsforandring, finter, eller ved en brå stopp bevegelse (1, 7). Når Arendt et al. (1) oppsummerte skade historikken på ACL, identifiserte de tre hovedgrunner til ikke-kontakts mekanisme: planting av foten ved kutting (29 %), landing med nesten utstrakt kne (28 %) og et stepp – stopp landing med kneet i en utstrakt (hyperekstensjon) posisjon (26 %). Ut i fra disse resultatene er det forståelig hvorfor mange ACL skadeforebyggende programmer bygger på forandring av teknikk ved landing fra hopp, og løpsmønster (23, 27). Ved å kunne forandre på én eller flere av disse tre mekanismene, kan man redusere risikoen for skader betraktelig. Arendt et al. (1) fant i sin studie at ved skader på ACL, viste det seg å være muskelsvakheter rundt kneleddet, med ingen kjønnsforskjeller etter at anatomiske forskjeller var utelukket. Men det er andre faktorer som også spiller en viktig rolle for reduksjon av ACL skade, nemlig nevrologisk funksjon. Dette kommer jeg nærmere inn på.

Årsakssammenheng

Lim et al., (16) viser i sin studie, at biomekanske risikofaktorer spiller en hovedrolle i ikke-kontakts ACL skader blant kvinner, sammenlignet med menn. Som nevnt tidligere viser kvinner å ha et mer utstrakt kne og større grader knevalgus under landingsfasen av en hopp- og stoppfase, et mindre bøyd kne og mer hoft og kne adduksjon under ett beins landing sammenlignet med menn. Dette fører til at quadriceps får en større oppgave til å stabilisere kneet. Et bøyd kne tillater kneleddet å være i en gunstigere situasjon for hamstrings og stabilisere leddet ved å kontrollere for rotasjon og anterior forskyvning. Styrken fra hamstrings, spesielt eksentrisk muskel styrke, er viktig for den funksjonelle stillingen som holder kneet i en bøyd posisjon (1).

For å forstå årsak-sammenheng har Meeuwisse (19) utviklet en modell som forteller hvilke faktorer som er med på å øke risikoen for ACL skader (figur 2). Figuren ble laget for å vise at det er samspillet mellom indre og ytre faktorer som kan føre til skader. Kroppssammensetting er en indre faktor, og kan være anatomiske, hormonelle og nevro-muskulære faktorer som kan føre til skader. Dette er kjønnsrelatert. Vi skal nå se litt nærmere på nettopp disse tre faktorene. Selv om de ytre risikofaktorene ikke kan forebygges, er det viktig å være klar over disse faktorene. Det finnes lite litteratur på hvorfor konkurransesituasjoner gir en større risiko for ACL skader. Nivået på konkurransen og hva slags type konkurranse kan ha en innflytelse på ACL skader.



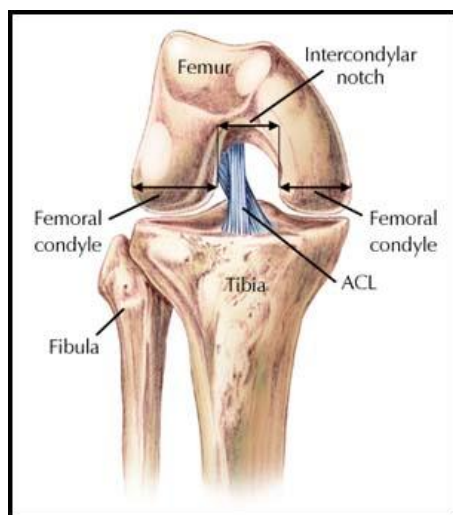
Figur 2: Årsak sammenheng i mellom indre og ytre faktorer som kan føre til skade (19)(Min utheving)

Idrettsutøvernes skotøy og underlag hvor idretten foregår kan også påvirke risikoen for ACL skader. Utilstrekkelig friksjon mellom sko og underlag kan redusere stabiliteten og utførelse, mens økt friksjon kan få foten til og ”henge fast” eller stoppe ubevisst under konkurranse og dermed øke risikoen for ACL skade. Spillere som bruker flere knotter under skoene og med større og bedre grep har vist seg å være en mer utsatt risikogruppe for ACL skader (1). Forskning har vist at når kvinner spiller innendørs idretter med kunstig underlag, øker risikoen for kneskader sammenlignet med å spille på naturlig parkett. Til sammenlikning, viste menn ingen økning i skaderisiko ved kunstig underlag (22). Det er en åpenbar sammenheng med utøverens sko og underlaget, men for lite studier er blitt gjort på dette til at man kan slå fast at dette faktisk har en sammenheng med ACL skader.

Det finnes ingen effektiv beskyttelse for en kontakt-ACL skade, men for ikke-kontakts ACL skade er det laget knestøtter/spenner (brace). Den er likevel ingen garanti mot kneskader. Selv om Rishiraj et al. (25) fant at knee-støtte gir 20-30 % bedre støtte til ligamentet i kneet, kan det ikke konstanteres at knestøtter forebygger ACL skader. En studie som ble gjort på alpinister viste at knestøtter hadde en forebyggende effekt, men resultatet kunne ikke forsvare bruken av knestøtter til noen annen form for idrett (14).

Anatomiske forskjeller

Brophy et al. (5) skriver i sin oversiktsartikkel at størrelsen og geometrien på intercondylar notch har vært et fokus i mange studier. Til tross for at mangelen på standardiserte teknikker har gjort det vanskelig å sammenligne resultater, foreslår de fleste resultatene at knær med bilaterale ACL skader har en mindre notch bredde enn knær med unilateral ACL skader. Videre funn er at knær med ACL skader har mindre notch enn individer som ikke er skadet (5). Dette tilsier at det rommet som ACL har å bevege seg på hos kvinner, er mindre enn hos menn, noe som øker risikoen for å bli skadet. Figur 3 viser et så kalt intercondylar notch og samspillet mellom femur, tibia og ACL.



Figur 3: Liten bredde i Intercondylar notch kan være en risiko faktor for ACL skade (37)

Tidligere studier har vist at tibial slope og ikke-kontakts ACL skader ikke har noen sammenheng. Resultatene støttes ikke av Brophy et al. (5) som har vist at tibial slope mediallyt og lateralt condyle bør sammenlignes separat. For å få en bedre forståelse for sammenhengen mellom posterior tibial slope og ACL skade behandling bør mer forskning bli gjort på området.

Nevromuskulære forskjeller

Studier har identifisert kjønnsforskjeller i nevromuskulær aktivitet (1). Ut i fra disse funnene er det sett på unormal positur/holdning og innretting under disse fysiske oppgavene (5). Belastning på ACL skjer primært via krefter på anterior plan, hvor krefter på coronal og axial plan får en belastning sekundært. En ekstern rotasjon på kneet reduserer ACL belastning. Brophy et al. (5) skriver i sin oversiktsartikkel at i ett kadavar forsøk, viste det seg at en skade på det medical coallaterale ligament (MCL) måtte forekomme for at man skulle kunne se knevalgus med et så stort dreiemoment at leddet ville kunne skade ACL (5).

Brophy et al. (5) forteller i sin artikkel, om en studie utført på idrettsutøvere i begynnelsen av 20-årene, hvor det ble det observert kjønnsforskjeller i løping, side-step kutting og kryss kutting. ACL ligamentet hos kvinner er mindre enn hos menn noe som igjen gjør dem mer utsatt (5). Ligamentet har også en mindre lineær stivhet blant kvinner, og trenger mindre motstandskraft for å skades. Er man først blitt skadet viser det seg at energiabsorpsjonen blant kvinner er lavere enn blant menn og kan dermed gi en forlengelse av skadeperioden. Disse forskjellene ser ut til å være tilstede, selv etter justering for kjønnsrelaterede forskjeller i ACL størrelse. Større anterior kneslapphet, genu recurvatum (hyperekstensjon) og mindre motstand

i kneet til rotasjon og retnings forandringer i det sagitale, frontale og transverse plan er også å spore hos kvinner (5). Disse forskjellene tyder på en bredere fysiologisk mekanisme som er en med på å bidra til et større sprik på ACL skaderisikoen mellom kjønnene.

Fordelen med den nevro-muskulære styrken er at den kan forbedres ved trening og dermed være en bidragsyter til reduisering av risikoen for ikke-kontakts skader på ACL (5, 33).

Christopher Powers sier at; *Half the knee joint is the femur* (24). Som nevnt oppstår ofte kneskader på grunn av svakheter i muskulaturen rundt hoftedeppet. Kontrollen av femur blir styrt fra hoftedeppet. Zeller et al. (34) gjennomførte en studie på menn og kvinner for å se på posisjoneringen av de nedre ekstremitetene under ett beins knebøy og aktiveringen av musklene. Kvinnelige utøvere viste en nedsatt hoftefleksibilitet, ekstern hofterotasjon, hofte adduksjon og kne valgus/varus (34). Ettbeins knebøy avslører overdreven adduksjon av femur og intern rotasjon i hofte. Dette gir en positiv indikator på nedsatt styrke i kjernen og kontrollen av femur. Svaret Zeller et al. (34) fikk i studien har hjulpet forskere på vei til å se mer i retning av kjernemuskulatur og stabilitet. Ireland (12) bekreftet dette ved å konstantere at buk musklene kontrollerer overdreven anterior bekken tilt, som igjen er med på å kontrollere femoral intern rotasjon og adduksjon. Ireland (12) kaller ACL skader for: *the position of no return*. Dette er karakterisert med hofte adduksjon og intern rotasjon, som videre fører til knevalgus og tibial ekstern rotasjon (12). Hofte og kjerne-bekken-hofte kontroll blir antatt for å svikte før en ACL avrivning skjer (33). Svakheter i kjernen er hyppigst blant kvinner sammenlignet med menn. Denne svakheter gjør det vanskeligere for kvinner å kontrollere krefter på underekstremitetene og da vanskeligere å hindre femoral knevalgus.

Yamazaki et al. (32) kvantifiserte forskjeller i ettbeins knebøy, mellom ACL skadde personer og friske personer. 63 ACL skadde menn og kvinner deltok i studien, samt 26 friske kontroll personer. Resultatet viste at det uskadde beinet blant de ACL skadde kvinnelige subjektene demonstrerte signifikant større ekstern hofte rotasjon og knefleksibilitet og mindre hoftefleksibilitet enn det dominante beinet på kvinnelige subjektene i kontrollgruppen. Når mennenes skadde og uskadde bein ble sammenlignet, viste det skadde beinet mindre hofterotasjon, mindre kne fleksibilitet og større knevarus enn de uskadde beinet hos mennene. Hos kvinnene viste også det skadde beinet mer knevarus enn det uskadde beinet. Selv om det eksisterer kjønnsforskjeller, viste kvinnene signifikant større ekstern hofterotasjon og knevalgus sammenlignet med mennenes skadde og uskadde bein.

Mange redskaper har blitt konstruert for ekstern støtte av kneet. Knestøtter er konstruert for å gi en "falsk" nevromuskulær trygghet. Men studier viser at knestøtte ikke virker som forventet. For å få mer klarhet i hvilke knestøtter som virker best, gjorde Rishiraj et al. (25), en oversiktsstudie på de forskjellige knestøttene som er blitt utviklet. Han konkluderte med at ved ekstern støtte på knær, vil ligamentene i knærne få opp til 20-30 % bedre støtte og beskyttelse sammenlignet med dersom man ikke bruker knestøtter (25). Problemet med disse støttene er at et subjekt som ikke er skadet viser en nedgang i utførelse og gjennomføring av en gitt bevegelsen. Dette er et problem som bør forskes mer på dersom ekstern støtte skal fungere som en trygghet for idrettsutøvere (25). Studien som er blitt presentert i denne oppgaven viser at det ikke er sikkert om disse knestøttene er funksjonelle nok for idrettsutøvere (25). Ingen av støttene i Rishiraj et al. (25) sin oversiktsstudie støtter hoft og bekkenpartiet. Det er vanskelig å kunne si for sikkert om reduksjonen av ACL skader kommer av bruk av knestøtter eller om det kommer av at gjennomføringen svekkes på grunn av støtten. De fleste "testene" blir utført under kamp og ikke under noen form for testprotokoll, og subjektene ble enten skadet eller ikke. Resultatene avdekker ikke at bruk av knestøtter vil kunne bedre femoral kontroll under ettbeins knebøy.

Kjernen

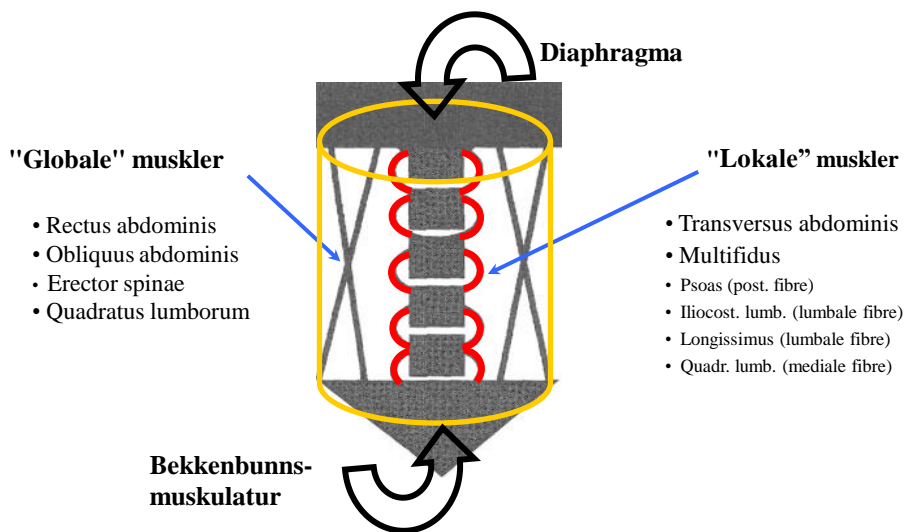
De senere år har forskere kommet frem til funn som tilsier at kneet er delvis et offer for ustabilitet i kjernen (15). Willson et al. (31) gjorde et forsøk på å finne ut hvilke muskler som virker inn på ettbeins knebøy, og hvorfor kvinner så ut til å ha et større knevalgus enn menn. De testet den isometriske styrken i musklene rundt trunkus, hoft og kne. Resultatet viste at kvinner ser ut til å bevege seg mot en mer overdreven knevalgus i det frontale plan, mens menn så ut til å holde en mer nøytral posisjon. Kvinnene viste også mindre dreiemoment i alle muskelgruppene, med unntak av trunkus ekstensjon. Resultatet viste at rotasjonsmusklene og hoftene er blant de største stabiliseringsmusklene for underekstremitetene. Disse musklene er festet til kjernen (15, 31).

Kjernemuskulaturen blir ofte omtalt i studier. Kjernemusklene består av overflatiske og dype ekstensormuskler i ryggraden, bukmuskler, bekkenbunnsuskler og muskler som omslutter hoften. Kjernen er ofte beskrevet som en sylinder med buken i front, paraspinalene og setemuskulaturen bak, diafragma som tak, og bekkenmusklene som omslutter hoftene som bunn (se figur 4). Kjernen virker som et senter for den funksjonelle, kinetiske kjede og stabilisator for kropp og ryggrad, med eller uten lembevegelser. I Sigward og Powers (27), utført på kvinnelige fotballspillere, fant de at samtlige kvinner med overdreven knevalgus,

hadde større hofte adduksjon i motsetting de som ikke viste knevalgus i en kutting aktivitet under løping. Resultatet viser at kneleddet er i et samspill med ”den sanne kjerne” (24).

Kjernestabilitet

Kjernestabilitet er evnen til å begrense bevegelse og opprettholde strukturell integritet (31). Kernestabilitet kan deles inn i to typer, lokal og global stabilisering. Lokal stabilitet referer til de dype indre musklene ved bukveggen, som transversus abdominis og multifidus (figur 4). Det lokale systemet har for eksempel som oppgave å opprettholde ryggradens holdning, mens den globale refererer til store overflatemusklene som omkranser buken og lumbal region. Det globale systemet tar seg av ulike fordelinger på kroppens ytre krefter (3). Kernestabilitet krever kontroll i tre plan: sagittal, frontal og transversal plan (15). I Leetun et al., (15) sin studie, hvor de sammenlignet kernestabilitet mellom menn og kvinner viste det seg at kvinnene hadde signifikant mindre sidebroutholdenhet, hofteabduksjons- og ekstern rotasjonsisometrisk styrke i forhold til mennene. De konkluderte med at hofte- og kjernesvakhet reduserer evnen til å stabilisere femur. Ben og ryggrad er forbundet med bekkenet, derfor må bekkenet være stabilt for at funksjonen i både rygg og nedre ekstremitetene skal være optimale. Christopher Powers beskrev bekkenmusklene som ”den sanne kjerne”. I følge Powers består ”den sanne kjerne” av bekkenmusklene, setemuskulatur (glutes medius og maksimus), og bukmuskulatur, (obliquene og paraspinalene). Powers lagde en modell som forklarer hvorfor de nedre ekstremitetene blir utsatt for ekstreme belastninger og betydningen av gluteus maximus for femur kontroll. Modellen kalte han for ”The Tri-planar Muscle”. Modellen forteller at ved redusert gluteus maksimus aktivisering/styrke, vil kontrollen i det frontale og transversale plan reduseres. Dette vil deretter føre til en økt belastning i de nedre ekstremitetene (24).



Figur 4: Kjernemuskulaturen fremstilt som en sylinder (3)(Min utheving)

Problemstilling

Skadeproblematikken er alltid et tema innen idretten. Det er alltid viktig å komme skaden i forkjøpet, slik at idrettsutøvere kan forebygge for ulike type skader. Årsaksmekanismene til ulike skader er komplekse, men litteraturen antyder at kjernemusklene synes å ha en sentral rolle, i kneskader. Hvor prevalent er det å ha "weak links"? Dette er det forsket lite på, til tross for at man ser hvor essensiell kjernen er for mennesket, både i det dagligdagse liv og i idrettslig sammenheng. Flere studier har undersøkt sammenhengen mellom skader og muskelstyrke i kjerneområdet. I mange tilfeller testes da kjernemusklene isolert og kun med fokus på muskulærstyrke og utholdenhet. Vi ønsker derfor å teste kjernestabilitet funksjonelt og i alle tre plan. Vi valgte ettbeins knebøy og fall og landing. Kan vi ved hjelp av 2-dimensjonell videoanalyse kvantifisere knevalgus under weak links testene? Hvilke weak links har sammenheng med skadestatus og skaderisiko? For å begrense oppgaven valgte vi kun akutte skader i kne. Med bakgrunn i disse spørsmålene ønsker vi å gjøre følgende i dette prosjektet:

- 1) Kvantifisere prevalensen av funksjonelle weak links som involverer kjernestabilitet i det transverse og forntale plan hos et utvalg bestående av kvinnelige idrettsutøvere.
- 2) Kvantifisere sammenhengen mellom grader valgus/varus på weak link tester og skadehistorikk i knærne.

Metode

Utvalg

95 idrettsaktive kvinner i alderen 16-22 år var rekruttert til denne studien. Utvalget var rekruttert fra idrett grunnfag ved Universitetet i Agder og idrettslinjen på Kristiansand Katedralskole Gimle. I forkant av datainnsamlingen ble alle forsøkspersonene informert om prosjektets frivillige karakter. Vi hadde følgende inklusjonskriterier for utvalget:

- 1) Alle forsøkspersoner skulle være fysisk aktive og trene minst 3 ganger i uken.
- 2) Alle forsøkspersoner skulle være kvinner i alderen 16-22 år
- 3) Alle forsøkspersoner skulle være skadefrie i de nedre ekstremitetene på det aktuelle tidspunktet.

Samtlige forsøkspersoner ga skriftlig samtykke før deltagelse (vedlegg 1). Studien var godkjent av etisk komité ved Universitetet i Agder

Ekspérimentell design

Dette var en deskriptiv studie. Data ble samlet inn ved først filming av to standard bevegelser og utfylling av skadehistorikk (vedlegg 2). Forsøkspersonene gjennomførte to tester baserte på tidligere studier (6, 28, 32):

- 1) Ettbeins knebøy på bar mark
- 2) Fall og landing på to bein fra en 38 cm høy benk

Høyden på benken i fall og landingstesten ble valgt ut i fra tidligere studier (21,26). Alle forsøkspersonene fikk samme opplysninger før selve testene ble satt i gang, blant annet hva formålet med testingen var. Forsøkspersonene fikk også noen retningslinjer og forholde seg til under testingen. Alle testene ble filmet og lagret på testleder sin PC for videre analyse. To kameraer ble plassert tre meter fra forsøkspersonene; ett foran og ett fra siden. Hver forsøksperson fikk fem prøvoforsøk som ikke ble filmet og lagret, hvorpå de påfølgende fem testforsøkene ble filmet og lagret for videre analyse. Denne prosedyren gjentok vi i forkant av alle testforsøkene. Av fem testforsøk ble de to forsøkene med høyest og lavest avvik (valgus/varus) ekskludert fra videoanalyse. Alle analysene ble dermed basert på gjennomsnittet av tre forsøk. Alle forsøkspersonene ble påført markeringsteip før filmingen og testingen ble utført. Markeringen ble plassert frontalt på patella og lateralt på kneet, spina iliaca anterior superior, trokanter major og frontalt og lateralt over tarsalknøklene. Valgus ble målt i positiv

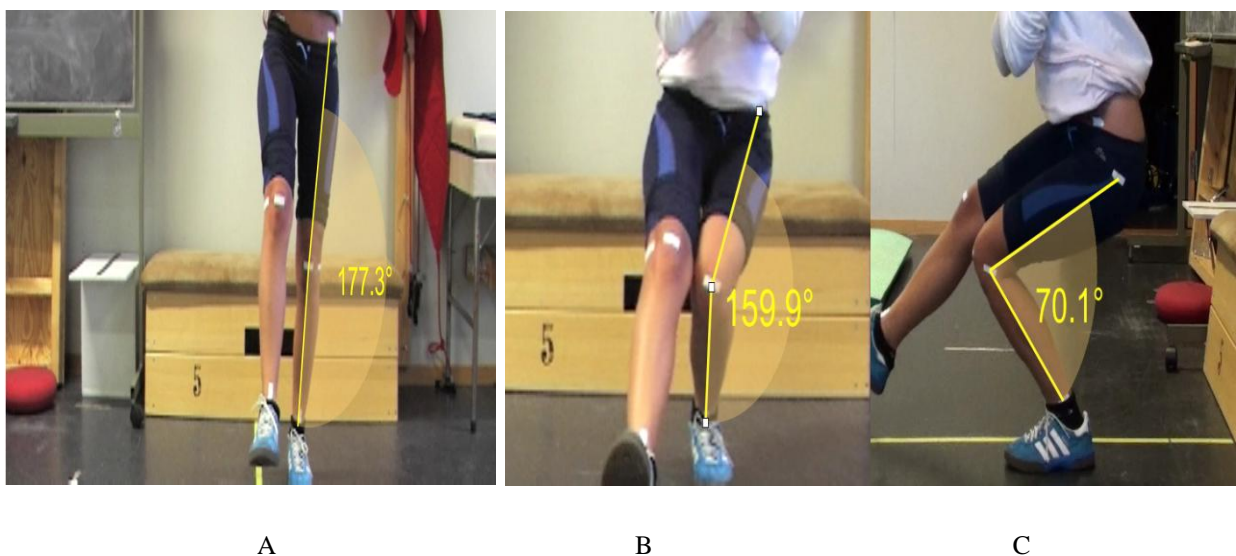
verdi, mens varus ble målt i negativ verdi. Spørreskjema angående skadehistorikk har tidligere blitt validert og brukt i en studie ved Norges Idrettshøgskole hvor skadehistorie av akutte skader i nedre ekstremitet ble kartlagt blant det norske kvinnelandslaget i fotball (29). Røde Kors sin definisjon på akutte skader er; *Skade som oppstår fordi belastningen på vevet (sener, muskler, bånd, ben) et kort øyeblikk overstiger vevets toleransegrense* (39).

Forsøkspersonene måtte besvare spørsmål vedrørende akutte skader i ankel, kne, lyske og lår. I analysen har vi kun vektlagt akutte kneskader. I denne studien ble akutte skader definert som meniskskade, korsbåndskade, leddbåndskade, brudd og kneskålen ut av ledd. Dette er alle omfattende skader, som kun en doktor kan stille diagnosen på. Kroppssammensetningen ble analysert ved hjelp av åtte punkts bioelektrisk motstandsanalyse (Inbody 720, Biospace Co., Ltd., Seoul, Sør Korea).

Utvalgets vekt og høyde ble målt til henholdsvis nærmeste 0,5kg og 1cm. I tillegg fylte testleder ut personalia på hver forsøksperson. Inbody analysen ble utført etter brukerhåndboken sine kriterier (35).

Ettbeins knebøy

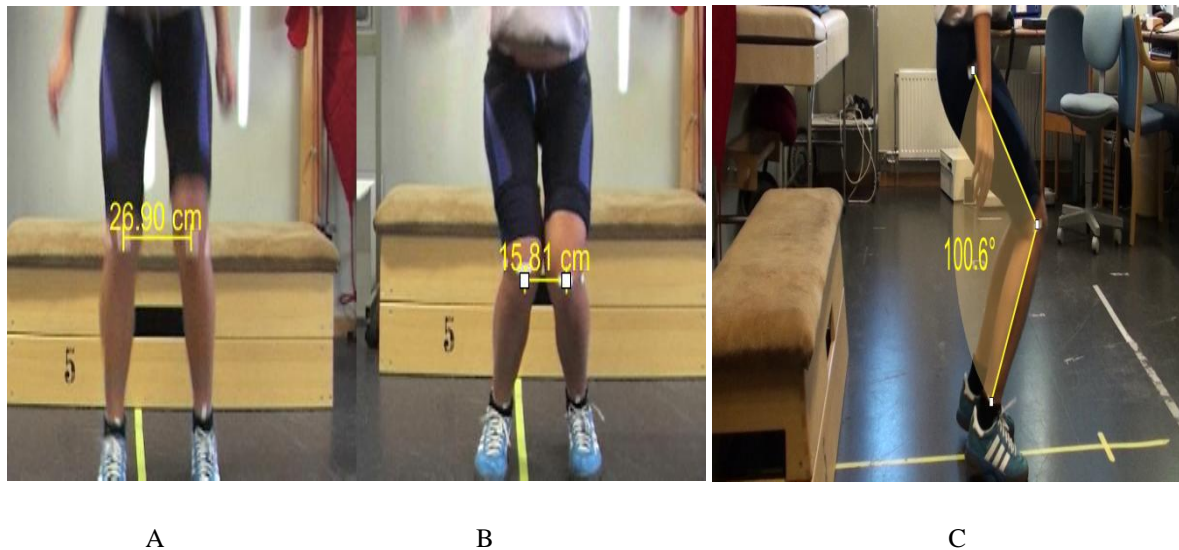
Forsøkspersonene utførte denne på falt mark på gulvet (figur 5). Forsøkspersonene blir bedt om å gå så langt ned som mulig og prøve å oppnå 90 grader eller mer i kneleddet. Klarte de ikke å oppnå 90 grader, ble de bedt om å gå så langt ned de klarte under kontrollerte omstendigheter. Under knebøy øvelsen fikk forsøkspersonene beskjed om å føre fribeinet fremover. Forsøkspersonene fikk beskjed om å holde en retttest mulig linje mellom tå, kne, hofte og skuldre. Testen ble utført 5 ganger på hvert bein. Venstre bein ble testet først hos alle.



Figur 5: Ettbeins knebøy foran og fra siden. Utgangsposisjon (A), dyp fleksjon (B) og fra siden (C)

Fall og landing fra kasse

Forsøkspersonene stod på en 38 cm høy kasse (figur 6). De ble bedt om å falle fremover og lande på den måten som føltes normal. Forsøkspersonene gjorde fem prøvoforsøk så fem testforsøk.

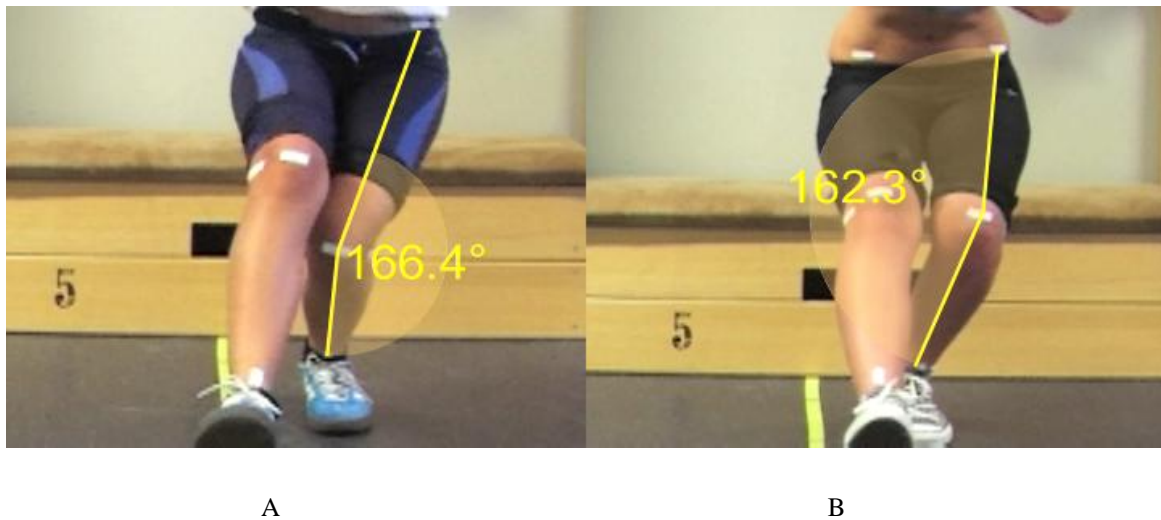


Figur 6: Fall og landing fra kasse. Førsteberøring (A), dyp fleksjon (B), og fra siden (C)

Data analyse

Alle forsøkene ble filmet både fra siden og rett foran i fra som vist figur 5 og 6. Dette for å kunne kontrollere eventuelle knevalgus, men også for å kontrollere kne fleksjon. Vi ønsket også å måle hvor mange grader fleksjon forsøkspersonene oppnådde ved landing fra kasse. Etter at alle testene var gjennomført ble alle forsøkspersoners data analysert med programmet "Dartfish" (Dartfish ProSuite, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Sveits). Analysen var fokusert på å kvantifisere femoral bevegelser i frontalt plan, uttrykket som valgus eller varus relativ til en nøytralstilling. Ved begge testene ble knevinkelen i full fleksjon målt fra siden. Under knebøyøvelsen målte vi grader for å bekrefte om forsøkspersonene oppnådde 90° i kneleddet med vinkelen målt som figur 5 viser. Ved frontalt analyse i testen knebøy, ble de analysert som grader avvik fra et vertikalt (180 grader) utgangspunkt. Testleder målte først graden i full oppreist posisjon målt ut i fra markørene på frontalt plan, hvor neste måling ble gjort i full fleksjon. I fall og landing testen ble både hofte- og knefleksjon målt fra siden av (figur 6). Frontalt fra i hopp og landing testen, analyserte testleder via "Dartfish" de forskjellige forsøkene ved først å måle avstanden (cm) mellom

markørene på patella ved første berøring av bakken og deretter samme avstand i full fleksjon, for å kvantifisere avviket som figur 6 viser.



Figur 7: Kne valgus (A) og varus (B) som visst i Dartfish

Figur 7 viser to forsøkspersoner som har henholdsvis valgus og varus knerotasjon i dyp fleksjon under belastning. ”Dartfish” programmet uttrykker det vertikale utgangspunktet som 180 grader med ingen positiv eller negativ betegnelser. Forsøkspersonen i Figur 7B har $-17,7^\circ$ varus, mens forsøksperson i Figur 7A har $13,6^\circ$ valgus.

Reliabilitetsanalyse av ettbeins knebøy, og fall og landing

I forskningspraksisen gjennomførte testleder en reliabilitetskontroll av de to forskjellige testene ved bruk av ”dartfish”. Dette ble utført for å teste reliabiliteten til ”dartfish” som analyseprogram. Test – retest variasjonen fra ettbeins knebøy var $1^\circ \pm 1.5^\circ$. Test re-test variasjonen fra fall og landing var $0.26 \text{ cm} \pm 0.8 \text{ cm}$.

Kroppssammensetning

Målingen av kroppssammensetning ble utført etter prosedyre beskrevet i original brukermanual (35). Testpersonene sto oppreist og avslappet på maskinens vekt med hælene plassert på to sirkelformede elektroder, og fremre del av føttene på to ovale elektroder. To håndtak ble holdt i hånden, med fire fingre i forkant med elektroder under, og tommelen ble plassert på elektroden på oversiden. Analysen varte i 90 sekunder, hvor testpersonen holdt posisjonen uten å prate eller bevege seg.

Dataanalyse og statistikk

Alle analyser ble utført i SPSS 18.0 for Windows. Deskriptive data ble presentert med gjennomsnitt, standard avvik og range. Antall kneskader var normal fordelt i utvalget.

Analyse av utvalgets skadehistorikk sett i sammenheng mot deres prestasjoner på de ulike weak link testene ble derfor analysert ved hjelp av Independent Sample T-Test. For å se om det var noen sammenheng mellom de ulike weak link testene sine resultater analyserte vi de ved hjelp av en Pearsons R korrelasjons test.

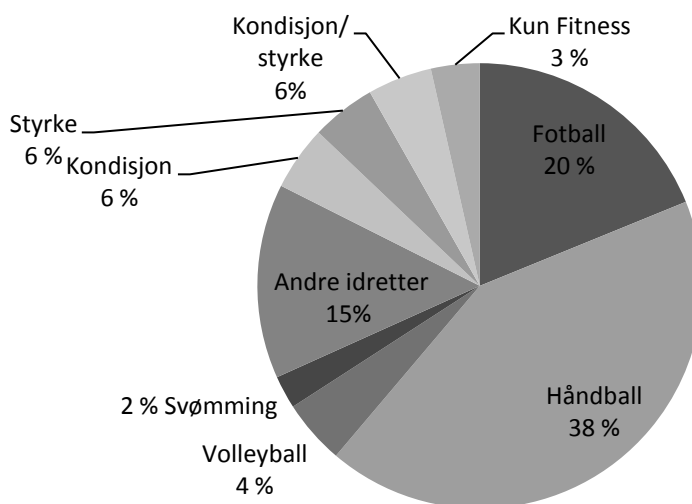
Resultater

Utvalgets karakteristikk

Tabell 1 viser utvalgets karakteristikk. Alle forsøkspersonene var kvinner i alderen 16-22 år. 16 kvinner var i alderen 20-22 år, mens de resterende 79 forsøkspersonene var mellom 16 og 19 år. Alle var fysisk aktive (figur 8). Under måling av forsøkspersonene sin kroppssammensetting og høyde var det 9 personer som ikke møtte opp.

Tabell 1: Utvalgets karakteristikk (N=86)

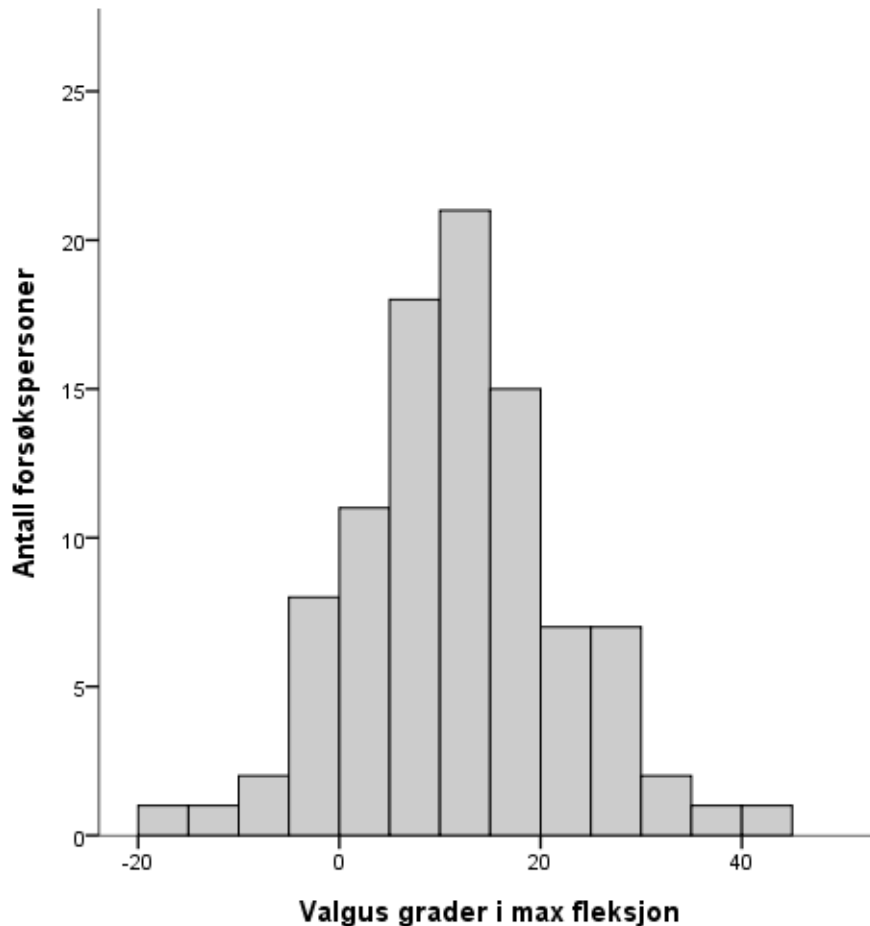
	Alder (år)	Høyde (cm)	Vekt (kg)	Fettprosent (%)	Treningstatus (timer pr uke)
Gjennomsnitt±SD	18 ± 1	169 ± 5	64 ± 9	22 ± 5	13 ± 3
Min/Maks	16/22	159/ 183	48/85	12/35	6/25



Figur 8: Utvalgets idrettsfordeling (N=86)

Femoral kontroll

Resultatene fra knebøy både høyre og venstre side (figur 9) viser normalfordeling. Ettbeins knebøy viser at både høyre og venstre side har en lik tendens til valgus, og standard avvik viser også tilsvarende resultater.



Figur 9: Gjennomsnitt av reslutater ettbeins knebøy venstre bein. Gjennomsnittet var $11^{\circ} \pm 10^{\circ}$. Negative verdier representerer varus rotasjon. N=95

Forsøkspersonene viste et gjennomsnitt på $11^{\circ} \pm 10.5^{\circ}$ på venstre side ved utførelse av ettbeins knebøy, og $10.5^{\circ} \pm 11.5^{\circ}$ på høyreside. Gjennomsnittet for fall og landingstesten viste $1.5\text{cm} \pm 4\text{cm}$ innoverrotasjon. 86 % av utvalget viste en tendens til valgus i ettbeins knebøy med høyre beinet, mens de resterende 14 % viste en tendens til varus. Ved venstre beinet viste 87 % av utvalget valgus, viste de resterende 13 % en tendens til varus. Sammenligner man begge sidene ser man at 79 % av de som viste valgus i det ene beinet ved knebøy også viste samme tendens i det andre beinet. Kun 5 % viste varus på både høyre og venstre side. Resterende 16 % viste en tendens til valgus på det ene beinet, mens varus på det andre beinet. I fall og landingstesten viste 67 % en tendens til valgus, mens de resterende 33 % viste enten varus eller ingen tendens til innoverrotasjon. Av forsøkspersonene viste 59 % valgustendenser

i begge testene, mens bare 5 % av utvalget viste tendenser til varus i begge testene. Resterende 36 % viste enten valgus eller varus i de to forskjellige testene.

Tabell 2: Femoral kontroll (N=95)

	Knebøy venstre (grader)	Knebøy høyre (grader)	Fall og landing (cm)
Gjennomsnitt ±SD	11 ± 10.5	10.5 ± 11.5	1.5 ± 4
Min/maks	40/-20*	30.5/-22*	11/-12*

*Varus oppgitt i minus verdi

Høyre bein versus venstre bein i knebøy viste en signifikant sammenheng, men her var det kun en svak korrelasjon ($r^2=0.41$). Høyre bein i knebøy versus fall og landing viste signifikante sammenhenger, men også her var det en svak korrelasjon ($r^2=0.28$). Venstre bein i knebøy versus fall og landing viste ingen signifikant sammenheng og svak korrelasjon ($r^2=0.16$).

Totalt av alle skader rapportert var det jevnt fordelt på høyre og venstre bein. Av totalt 95 forsøkspersoner rapporterte 23 personer om tidligere skade enten i høyre eller venstre bein (24 %).

Tabell 3: Oversikt over tidligere akutte kneskader rapportert hos utvalget (N=95)

Antall Skader	Kneskade Høyre side	Kneskade Venstre side
0	82 %	85 %
1	16 %	12 %
2	2 %	3 %
3		
4		
5		
>5		

Den primære skaden som var rapportert hos utvalget var meniskskade (tabell 4). Det ble også rapportert om tidligere leddbånd-, korsbånd- og bruddskader. Det var også noen forsøkspersoner som rapporterte om tidligere skade, men ikke hvilken type.

Tabell 4: Ulike skader rapportert (N=95)

	Menisk	Leddbånd	Korsbånd	Brudd	Skade ikke oppgitt
Absolutt antall	12	5	6	1	6

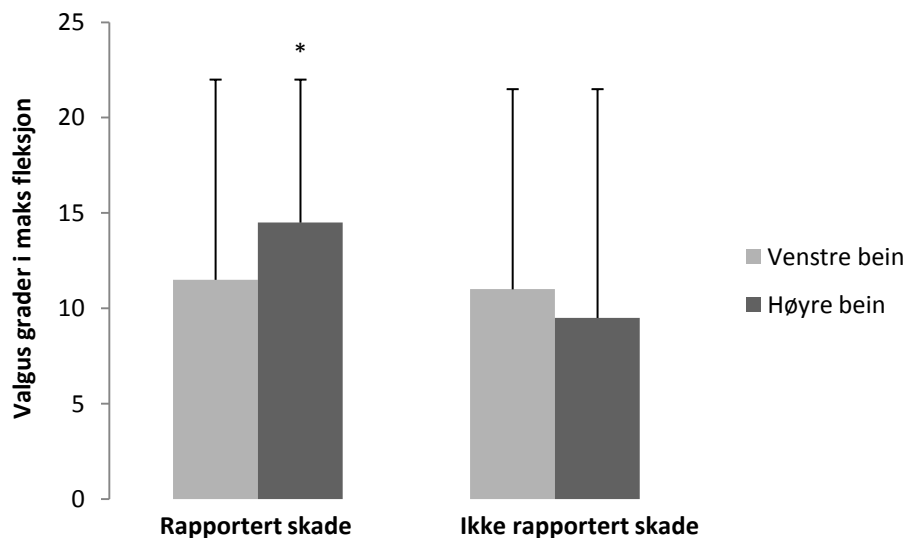
Hadde forsøkspersonene hatt flere enn én kneskade er det tatt med i resultatene i tabellen over (tabell 4).

Weak links og dets sammenheng med skadehistorikk

Femoral kontroll versus skadehistorikk

Forsøkspersonene som rapporterte om tidligere kneskader i høyre bein hadde signifikant større forekomst av knevalgus sammenlignet med forsøkspersonene som ikke rapporterte noen tidligere kneskader i (henholdsvis $14.5^\circ \pm 7.5^\circ$, versus $9.5^\circ \pm 12^\circ$, $p < 0,001$) (figur 10).

Forsøkspersonene som rapporterte om tidligere kneskader i venstre beinet viste imidlertid ikke større knevalgus sammenlignet med forsøkspersonene som ikke rapporterte kneskader i venstre beinet (henholdsvis $11.5^\circ \pm 10.5^\circ$ versus $11^\circ \pm 10^\circ$).



Figur 10: Gjennomsnitt i av maks fleksjon under ettbeins knebøy høyre og venstre side. Rapportert skade (N=23) vs. ikke rapportert skade (N=72). *= Signifikant forskjell versus ikke skadegruppe ($p < 0.001$)

Fall og landing

Forsøkspersonene som rapporterte om tidligere kneskader i enten høyre eller venstre beinet viste ingen signifikant større innoverrotasjon under tobeinslanding fra 38 cm høyde.

Skadegruppen hadde 2.5 ± 5 cm valgus avvik under landing versus 1.5 ± 5 cm i ikke-skadegruppen.

Diskusjon

Hovedhensikten med denne studien var å utvikle en standardisert test og analyseringsmetode for å kvantifisere endringer i femoral kontroll på en enkel men pålitelig måte. I tillegg har vi kvantifisert forholdet mellom femoral kontroll som målt her og skadehistorikk i utvalget.

Prevalens av weak links og skader

For å kvantifisere prevalensen av nedsatt kjernestabilitet blant forsøkspersonene valgte vi å bruke to funksjonelle tester; ettbeins knebøy- og fall og landingstest. I vårt utvalg var gjennomsnittets grader valgus relativt likt når vi sammenlignet høyre og venstre bein. Forsøkspersonene viste i ettbeins knebøy med høyre bein et gjennomsnitt valgus på $11 \pm 10.5^\circ$, mens gjennomsnittet med venstre bein var $10.5 \pm 11.5^\circ$ valgus. En nylig studie utført av Stensrud et al. (30), gjennomførte ettbeins knebøy på kvinnelige håndballspillere. De har utført testingen og analyseringen med en lik metode som vår studie. Resultatene til Stensrud et al. (30) viste at gjennomsnittet i deres utvalg var $17 \pm 11^\circ$ valgus på høyre bein og $13 \pm 10^\circ$ valgus på venstre bein. Stensrud et al. (30) hadde et større utvalg ($N=183$) og større gjennomsnittets valgus resultater enn vår studie, mens avviket viser tilnærmet like resultater. Dette viser at ved bruk av "Darthfish" får vi korrekte resultater ved ettbeins knebøy, dette støttes av studien til Stensrud et al. (30). Resultatene våre tilsier at det ikke er en veldig stor overdreven prevalens av weak links i utvalget vårt.

I fall og landing på to bein var gjennomsnitt innoverrotasjonen 1.5 ± 4 cm. Målemetodikken i Ford et al. (6) sin studie og vår målemetodikk i fall og landingstesten er tilnærmet lik. Under hopp og landingstesten ble det målt cm avvik mellom patella ved første berøring av bakken og ved dyp fleksjon. Boden et al. (4) analyserte knevalgus i fotens første berøring av underlaget og fant ingen forskjell mellom tidligere skadde og uskadde forsøkspersonene, men de så tydelige forskjeller og en større valgus i dyp fleksjon hos de tidligere skadde forsøkspersonene. Skadde personer økte valgusvinkelen under landing (4). Forskjellen fra Ford et al. (6) og vår studie er at de målte lateralt på kneet mens vi målte frontalt på kneet, men prinsippet er lik i begge studier (6). Ford et al. (6) brukte 23 elektromagneter for å analysere bevegelsen til forsøkspersonene. Dette utstyret er nøyaktig, men kostbart og tidskrevende. I tillegg kreves fagpersonell for å utføre både testene og analysene. Studien

viser at det ble observert større knevalgus på det dominante benet sammenlignet med det ikke-dominante beinet. De fant det dominante benet ved å spørre forsøkspersonen hvilket bein de ville brukt for å skyte en ball så langt som mulig. Dette tror vi kan være en metodisk feil. Vi tror at det dominante benet ikke nødvendigvis er det som man bruker under en slik utførelse, men at det beinet som plasseres ved siden av ballen, altså standfoten når et spark på en ball skal utføres, er det dominante beinet. En sånn utførelse har mye og si på teknikk og ikke bare kraft. Dette kan være en av årsakene til at de observerte flere forsøkspersoner med en større valgus på det ”dominante” benet sammenlignet med det ikke ”dominante” (6). Men ettersom vi ikke foretok en datainnsamling på nettopp dette området kan vi ikke sammenligne våre resultater opp mot Ford et al. (6) sine. Stensrud et al. (30), gjennomførte også fall og landing i sin studie. De analyserte hvert enkelt bein i grader og ikke cm avvik som vi gjorde.

Vi fant ingen god korrelasjon i mellom testene våre. Stensrud et al. (30) fant heller ingen god korrelasjon i mellom sine tester. Dette indikerer at Stensrud et al. (30) sine tre tester og våre to, utfordrer forskjellige fysiske- og motoriskekontroll aspekter. I Stensrud et al. (30) sin studie fant de også at 20 % av utvalget viste svak femoral kontroll i to av testene, noe som indikerer at 20 % av utvalget ikke ville vist noen svakheter hvis de bare hadde utført en test på forsøkspersonene. Dette viser viktigheten av å utføre flere tester for avdekking av risikoutsatte forsøkspersoner.

Akutte kneskader var relativt lite rapportert blant utvalget vårt. Meniskskader forekom hyppigst blant forsøkspersonene, mens leddbånd-, korsbånd, og bruddskader var også rapportert. Hewett et al. (10) gjennomførte en studie som omhandlet kneskadefrekvens blant trente og utrente kvinner. Resultatene viste at utrente kvinner hadde en større skadefrekvens med alvorlige kneskader, sammenlignet med trente kvinner (10). Vi i likhet med Johnsen et al. (13), utførte kun tester på trente kvinner. I Johnsen et al. (13) rapporterte 21 % og 29 % å ha hatt én eller flere akutte kneskader i høyre og venstre bein (13). I vår studie rapporterte 24 % av forsøkspersonene å ha hatt akutte kneskader tidligere i enten høyre eller venstre. Selv om verken vår eller Johnsen et al. (13) sin studie lar seg metodisk sammenligne med Hewett et al. (10), viser begge studiene viktigheten med trening og fokuset på kjernestabilitet for å forebygge kneskade. Vår studie viser en ganske lik skadefrekvens sammenlignet med Johnsen et al. (13) sin studie. Grunnen til at vi ikke fant like store svakheter i de nedre ekstremitetene på de tidligere skadde som de gjorde, kan være et resultat av økt fokus på kjernestabilitet og hoftestyrke. Ser man på tidligere studier, kan teknikk og landingsstrategi

være en bidragsyter til reduisering av antall skader (9). Styrketrening kan også være en bidragsyter til reduisering av ikke-kontakts korsbåndskader (10).

Weak links tester og dets sammenheng med skadehistorikk

Under analyseringen av ettbeins knebøy valgte vi å sammenligne forsøkspersoner som rapporterte tidligere kneskader og de som ikke rapporterte tidligere kneskader og deres evne til fremvise femoral kontroll. Vi så kun signifikant forskjell mellom uskadde og tidligere skadet i høyre beinet. Av utvalget hadde 23 forsøkspersoner rapportert om tidligere ikke-kontakts kneskader. På venstre beinet rapporterte tolv forsøkspersoner om tidligere skade. Disse tolv viste et gjennomsnitt på $11.5^{\circ} \pm 10.5^{\circ}$ valgus, mens de resterende 83 uskadde viste et gjennomsnitt på $11^{\circ} \pm 10^{\circ}$ valgus. På høyre beinet rapporterte 17 forsøkspersoner om tidligere skade. Disse 17 viste et gjennomsnitt på $14.5^{\circ} \pm 7.5^{\circ}$ valgus mens de tidligere uskadde viste et gjennomsnitt på $9.5^{\circ} \pm 12^{\circ}$ valgus. Siden vi ikke samlet data av forsøkspersonenes dominante bein er det vanskelig å trekke noen konklusjoner om det er det som skyldes variasjonen i resultatene. Yamazaki et al. (32) gjennomførte i sin studie en ettbeins knebøyttest for å se på bevegelsesmønsteret til tidligere ACL skadde og ikke-tidligere skadde forsøkspersoner (32). De hadde en nullhypotese om at tidligere ACL skadde forsøkspersoner og ikke-tidligere skadde skulle vise likt bevegelsesmønster (32). Yamazaki et al. (32) brukte elektromagnetiske bevegelsesenheter for å se på bevegelsesmønsteret. Disse elektrodene sendte signaler til en mottaker som måtte stå innen 76 cm fra senderne. Et sånt type utstyr krever nøyaktige kalkuleringer for at man skal få resultater som er valide. Sammenlignet med vår datainnsamlingsmetode vil Yamazaki et al. (32) sin metode være tidskrevende. Det vil også kreve fagpersonell til å utføre testingen for en presis utførelse av datainnsamling. Studien viste at det tidligere ikke skadde beinet viste like stor tendens til valgus som det tidligere skadde beinet. Dette er funn som samsvarer med våre.

Som nevnt var høyre beinet i ettbeins knebøy i den rapporterte kneskade gruppen, det eneste som viste signifikant større knevalgus sammenlignet med utvalget som ikke hadde rapportert kneskade i vår studie. Er våre funn da en tilfeldighet ettersom ingen av de andre testene avdekket samme svakhet? Kan det skyldes for dårlig målemetodikk? Dette tror vi ikke er tilfellet ettersom pilotstudien viste god reproduiserbarhet, og dette støttes av Stensrud et al. (30). Kan det da komme av at majoriteten av utvalget har høyre beinet som sitt dominante bein? Dette er et spørsmål vi ikke får besvart, ettersom vi ikke spurte forsøkspersonene om hvilken bein som var deres dominante eller utførte noen form for styrke- eller balansetesting på beinene for å avdekke det dominante beinet. Kraftfulle retningsendringer med det

dominante beinet er en årsak som ofte assosieres med kneskader (1,7). Johnsen et al. (13) rapporterte at flertallet av deres utvalg hadde størst forekomst av tidligere akutte skader i høyre bein, og at majoriteten var høyredominert. Det kan derfor være nærliggende å tenke at selv om det var relativt jevn fordeling av akutte skader i utvalget, er majoriteten høyredominant. Etersom høyre beinet var den eneste som viste signifikante forskjeller mellom uskadd og tidligere skadd kan dette være nærliggende å tenke det. I Ford et al. (6) sin studie viste de at det dominante beinet hadde større svakheter sammenlignet med det ikke-dominante beinet. En tidligere masterstudie (13) viste tilnærmede like resultater som vår innefor skadehistorikk. Forskjellen fra våre studier er resultatene av weak links testene i de forskjellige gruppene. Våre forsøkspersoner viste mindre knevalgus i tidligere skadet gruppe sammenlignet med Johnsen et al. (13) sin studie. Dette kan skyldes flere årsaker. Begge studiene har benyttet seg av forsøkspersoner fra den samme skolen. Det kan derfor skyldes at skolens lærere har blitt mer observante på skadeproblematikkens område, ved at skolen fokuserer mer på styrking av kjernemuskulaturen blant kvinnelige idrettsutøvere enn tidligere. Men dette er en påstand vi ikke kan konkludere med, ettersom vi ikke kjenner til skolens treningsfokus.

Under ettbeins knebøy blir kjernen utfordret i vekt bærende posisjon og i alle tre bevegelsesplan. Testen utføres på ett bein, slik at kroppen må arbeide for å holde gravitasjonskreftene over en betydelig redusert støtteflate. I idretter som håndball (37 % av vårt utvalg) og fotball (17 % av vårt utvalg) arbeider utøverne oftere på ett bein enn på begge. Dette gir ettbeins knebøy stor overføringsverdi til enkelte idretter. Ettbeins knebøyttest forteller mye om forsøkspersonens evne til å generere krefter gjennom den kinetiske kjede, og evnene til å motstå innoverrotasjon i det frontale plan. Sett ut i fra tidligere studier, viser nettopp ettbeins knebøy situasjoner utført på ettbein, flest ikke-kontakts korsbåndskader. Det var ingen sammenheng mellom ettbeins knebøyttest med venstre bein og fall og landingstest på to bein og skadehistorikken på knærne i vårt utvalg. Dette støtter opp Yamazaki et al. (32) sine funn. En tidligere masterstudie har vist at ettbeins knebøy korrelerer med skadehistorikk (13). Hvorfor noen studier finner sammenhenger og andre ikke, kommer nok av målemetode som er benyttet og på grunn av det begrensede utvalget i vår studie, fikk vi ikke signifikant statistiske resultater. Vår metodikk samsvarer til en viss grad med Johnsen et al. (13) sin. Forskjellen fra Johnsen et al. (13) og vår er at vi kvantifiserte resultatene ved bruken av analyseringsprogrammet "Dartfish". Johnsen et al. (13) gjennomførte analyseringen av forsøkspersonene ved å bedømme de visuelt, og klassifiserte de inn i bestått og ikke-bestått

grupper, dette er en subjektiv vurdering basert på visuell vurdering. Dette kan også påvirke våre resultater sett opp mot hverandre. Selv om det også er andre faktorer med i bildet, kan det visuelle være en faktor som gjør at vår og Yamazaki et al. (32) sin studie ikke fant noen sammenheng med skadehistorikken som Johnsen et al. (13) fant. Både vi og Johnsen et al. (13) samlet inn skadehistorikk ved bruk av selvrapporing, dette kan gi en del feilkilder hvis forsøkspersonene er usikre på hva slags ulike skader de har vært utsatt for.

Av vårt utvalgt viste de tidligere skadet i fall og landingstesten et gjennomsnitt på $2.5 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$ innoverrotasjon, mens ikke tidligere skadet viste en gjennomsnitt på $1.5 \text{ cm} \pm 4 \text{ cm}$.

Forskjellen var ikke signifikant. Ettersom vi ikke målte lengden på femur hos vårt utvalg er det vanskelig å sammenligne funnene i fall og landingstesten med Ford et al. (6) sine resultater. Kvinner har en gjennomsnitt femurlengde på 44 cm (36). Hvis en gjennomsnitt kvinne har en innoverrotasjon på for eksempel 15 cm vil dette utgjøre 20° valgus. Stensrud et al. (30) gjennomførte også fall og landing, men de tok for seg hvert bein å målte grader.

I fall og landing testen observerte vi en forskjell i landingsteknikken blant forsøkspersonene. Mange viste en tendens til å lande asymmetrisk. Kroppen kompenserer hvis et ledd er svakere enn det andre, og dette kunne vi se under analyseringen. Det ene benet og da mest sannsynlig det mest stabile benet, ble overbelastet med vekt, og viste dypere fleksjon og en rettere posisjon sammenlignet med det "ustabile" beinet. Derfor er det vanskelig å kunne gi nøyaktige målings resultater ut i fra vår datainnsamling, når det ene beinet landet mer utstrakt enn det andre, og kunne se ut til å være i en valgusposisjon, mens det motsatte beinet landet i en dypere fleksjon og viste en tendens til varusposisjon. Vi kunne også se at forsøkspersonene noen ganger viste en "kunstig" landingsstrategi. En "kunstig" landingsstrategi vil si at forsøkspersonene tenker på hva de gjør når de lander og da påvirker utfallet som for eksempel med veldig dyp landing. Det gjør det derfor vanskelig å måle svakheter i de nedre ekstremitetene med vår metode.

Ford et al. (6) og Stensrud et al. (30) viste at fall og landing er en god metode for avdekking av svakheter i de nedre ekstremitetene. En teori er at kvinner lander i en mer oppreist posisjon sammenlignet med menn, noe som fører til st leddene som er nærmest bakken (ankel og knær) får en mye større energiabsorbering. Dette setter disse leddene i en mer sårbar posisjon. Selv om vi ikke fant noen sammenheng mellom rapporterte skader og knevalgus i fall og landing, kan det tenkes at denne bevegelse situasjonen, kan avdekke risiko utsatte forsøkspersoner. Vi kunne avdekke enkelte av vårt utvalg, mens som jeg nevnte viser enkelte forsøkspersoner en

tendens til asymmetrisk landing og vi kan da ikke vise til korrekte tall. Siden vi ikke kunne avdekke alle på samme måte som Ford et al. (6) eller Stensrud (30) gjorde, kan vi heller ikke se på forskjeller i høyre og venstre bein under landing selv om vi ser det visuelt. Vi kan ikke ut i fra vår analyse med ”Dartfish” si noe konkret om våre funn. Stensrud et al. (30) sin studie viste at ved bruk av ”Dartfish” kan man finne svakheter i fall og landingstest ved å analysere hvert bein separert fra hverandre og måle de med grader. De fant signifikant korrelasjon mellom ettbeins knebøy- og fall og landingstest på to bein.

Verken ettbeins knebøy eller fall og landingstesten avdekker skadestatus med bra sensitivitet retrospektivt. Men kan man uansett utfall av testene predikere hvor skadeutsatt en idrettsutøver er, da spesielt med tanke på ikke-kontakts kneskader, dersom en person viser knevalgus ved weak link testene? Sett ut i fra teorien kan man si at dette er tilfellet. Vi kan ikke komme med noen klare konklusjoner ettersom vi ikke hadde tilstrekkelig stort utvalg. Vi mener at ettbeins knebøyt testen er den mest valide testen av våre to tester med vår målemetodikk. Ikke bare fordi vi mener vi får korrekt data, men sett opp mot idrettsaktive situasjoner og i hvilken sekvens ikke-kontakts korsbånd skader forekommer hyppigst, mener vi at denne testen er en god indikator på kjernefunksjonen. I tillegg avdekker ettbeins knebøyt testen variasjoner mellom beinene. Det at vi visuelt kunne se forskjeller i landingen hos forsøkspersonene, og se asymmetri mellom beinene, gjorde oss oppmerksomme på at fall og landing er en bra test for å avdekke svakheter, men ikke ved bruk av ”Dartfish” på den måten vi utførte dataanalysen på. Da vil vi anbefale å analysere hvert bein separat med samme metode som vi utførte analysen under ettbeins knebøyt testen. Dette støttes av Stensrud et al (30). Men siden utførelser av landing, finter og retningsforandringer ofte forekommer med ett bein, syns vi denne testen gir oss mest riktig resultat ved bruk av ”Dartfish”. Ut ifra disse funnene mener vi at ”Dartfish” kan benyttes som måleverktøy for å se på forandringer blant idrettsutøvere over en periode med trening. Men det trengs prospektive studier for å kunne svare på overnevnte påstand.

Vår metode er anvendelig for de fleste. Gjennomføringen av 2-dimensjonell videoanalyse via ”Dartfish” programmet er økonomisk begge i forhold til tidsbruk og utstyrskrav. Pilotstudien viste god reproduserbarhet. Metoden vil egne seg i en fysioterapi eller forskning setting hvor hovedmålet er å kvantifisere eventuelle endinger i femoral kontroll etter treningstiltak.

Studiens svakheter og studiens generaliserbarhet

Av våre to utvalgte tester, ettbeins knebøy- og fall og landingstest, var det ingen som indikerte noen sterke sammenheng med tidligere skader hos forsøkspersonene. Vi tror ikke dette kommer av en svakhet med studien, men av andre faktorer. Selv om vi fant signifikante forskjeller mellom tidligere skader og ikke-tidligere skader i ettbeins knebøytest med høyre bein, har studien noen svakheter, blant annet at studiedesignet var en retrospektiv design. Vi testet forsøkspersonene kun én gang. Ettersom vi ønsket å se om "Dartfish" kunne kvantifisere femoral kontroll var det ikke nødvendig med et større utvalg. En prospektiv studie ville vært for tidskrevende.

Utvalgets skadehistorikk ble rapportert via et spørreskjema. Forsøkspersonene besvarte dette skjemaet med selvrapporing. Dette er derfor en usikkerhet omkring presisjonen i testdeltakerens svar. Flere deltagere rapporterte om tidligere kneskader, men kunne ikke oppgi hvilken type kneskade de hadde vært utsatt for, eller på hvilken side de hadde hatt de ulike skadene. Enkelte av forsøkspersonene visste heller ikke hva en akutt skade var før testleder forklarte det for de i forkant av selvrapporingen. Denne feilkilden ville vært redusert dersom vi hadde benyttet en prospektiv studie eller gjennomført rapportering av skadehistorikk som et intervju. Men igjen er dette veldig tidskrevende og vi hadde dessverre ikke tid til gjennomføring av intervju av hver enkelt forsøksperson.

Både ettbeins knebøy og fall og landingstestene ser ut til å måle knevalgus. Men fall og landingstesten ser ut til å være vanskeligere å kunne måle nøyaktig ved vår metode med "Dartfish". Hvorfor vi ikke så dette i pilotstudien kan være en tilfeldighet. I pilotstudien viste ingen av forsøkspersonene klare tendenser til asymmetrisk landing. Mens i denne studien observerte vi forskjeller i landingsmønsteret til forsøkspersonene. Dette gjorde det vanskelig å kunne gi konkrete og nøyaktige tall hos enkelte. Dersom fall og landing skal fungere i et ledd av weak link tester som har til formål å avsløre skadestatus og predikere risikoutsatte forsøkspersoner, bør den måles på en annen måte enn hva vi gjorde. Vi ser nå i ettertid at vi skulle målt lengde av femur på hver forsøksperson, eller utført samme dataanalyse som Stensrud et al. (30). Dette skulle vi gjort for lettere å kunne avdekke asymmetriske femoral bevegelse under fall og landing. Hadde vi også spurt forsøkspersonene eller utført en test på dem, for å finne ut av hvilket bein som er det dominante, kunne vi også ha sjekket resultatene opp mot det dominante og ikke-dominante, og sett på forskjeller de i mellom som andre studier har gjort.

En annen svakhet ved studien vår er at vi kun har en test som avslører svakheter i den femorale kontrollen. Stensrud et al. (30) forklarer viktigheten med flere tester ved at 20 % av utvalget viste svakheter i to av testene, noe som ville indikere at 20 % med svak femoral kontroll ikke ville blitt oppdaget ved kun en test.

Alle forsøkspersonene våre var idrettsaktive kvinner, som i hovedsak var aktive innen håndball og fotball. Det er rimelig å anta at disse resultatene i denne studien er generaliserbare for andre større og tilsvarende grupper. Generaliserbarheten til den øvrige befolkning vil være begrenset ettersom utvalget kun består av idrettsaktive kvinner i alderen 16-22 år.

Videre forskning

Studiedesignet vi valgte å bruke var et retrospektivt design. Et bedre, men mer tidskrevende studiedesign, hadde vært prospektivt design. Man kunne for eksempel testet forsøkspersonene ved studiens start, og deretter gjennomført en intervensjonsstudie. En intervensjons studie bør fokusere på enten forandring av teknikk for en bedre kontroll av femur, eller styrken av kjernestabilitet. Etter endt intervensjon ville man gjennomført en ny runde testing for å se om forsøkspersonene viser en bedre kontroll av femur ved weak links tester. En annen mulighet er å teste to treningsprogram opp mot hverandre for å se hvilket program som gir best resultater. Man kunne også gjennomført en prospektiv studie ved å teste forsøkspersoner for å kartlegge risikoutsatte forsøkspersoner, så registrere forekomsten av akutte ikke-kontakts skader over en viss tidsperiode.

Mange skadeforbyggende treningsprogram er tidskrevende og lite motiverende for idrettsutøvere. Tidligere studier har vist at nevro-muskulær trening med fokus på kjerneområdet senker antall akutte ikke-kontakts kneskader hos kvinnelige idrettsutøvere. Hvordan kan man fokusere på forbygging samtidig som man trener sin spesial idrett? Skadeforbyggende i oppvarmingen kunne vært en idé. Er det andre måter man kan bruke ”Dartfish” til måleinstrument for kartlegging av risikoutsatte? Ja, forandring av teknikk under landing, finter og retningsforandring er noen av områdene man kan benytte seg av ved ”Dartfish”. Dette kan være et område det er viktig å fokusere på i fremtiden, samt avdekke hvilke kjernemusklene man bør ha fokus på innen skadeforbygging.

En metodisk forandring fra hva vi gjorde kan være å utføre fall og landing på ett bein for så å måle graders avvik. Da kan man enklere måle graders avvik i landingen og enklere se forskjeller beinene imellom. Vi tror også dette kan avsløre større svakheter i de nedre

ekstremitetene. Det kan også forandres i form av å unngå kunstig landing. Ved for eksempel å kaste en ball til de som de skal motta i landingsøyeblikket vil redusert kunstige landinger.

Konklusjon

Hensikten med studien var å kunne utvikle en standardisert test og en standardisert analyseringsmetode for kvantifisere endringer i femoral kontroll på en enkel men pålitelig måte. Vi ønsket også å kvantifisere forholdet mellom femoral kontroll og skadehistorikk i utvalget.

Resultatene viser at vi i vår metode kun kan måle femoral kontroll i knebøy med ”Dartfish”, og da avdekke skaderisiko i nedre ekstremitet hos kvinnelige idrettsutøvere, da i hovedsak akutte ikke-kontakts kneskader. Denne metoden ser ut til å gi oss korrekt data. Hensikten var å kunne lage en enkel og nyttig målemetode for weak links tester, og det ser ut til at denne metoden fungerer veldig bra på ettbeins knebøytesten. En metode som vi benyttet oss av er enkel å administrere og relativt lite kostbar. Resultatene fra denne studien tilsier at dette kan være en enkel målemetode for hvem som helst for veien mot skadeforebyggende arbeid innenfor idretten. Fall og landing avslørte nedsatt kjernestabilitet. Landingsmønsteret avslørte den nedsatte kjernestabiliteten men det var en tendens til asymmetrisk landing som gjorde det vanskelig å utføre korrekte målinger.

Kun ettbeins knebøy med høyre bein var relatert til skadehistorikken i vårt utvalg. Knebøy testen viste ingen sammenheng med skadehistorikk med venstre bein. Resultatene fra fall og landingstesten viste heller ingen sammenheng med skadehistorikk. Av vårt utvalg var det ikke mange som rapporterte om tidligere kneskader. Siden vi ikke hadde nok data som tilsa større frekvent av skadehistorikk, kunne vi ikke lage noen meningsfull evaluering av dette.

Referanse liste

1. Arendt, E. Dick, R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer players. *Am J Sports Med* 23:694-701, 1995
2. Bahr, R. Krosshaug, T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 39:324-329, 2005.
3. Bergmark, A. Stability of lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand.* 230:20-24, 1989.
4. Boden, B.P. Torg, J.S. Knowles, S.B. Hewett, T.E. Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament Injury: Abnormalities in Hip and Ankel Kinematics. *Am J Sports Med:* 37: 252, 2009
5. Brophy, R.H. Silvers, H.J. MPT. Mandelbaum, B.R. MD. Anterior cruciate ligament injuries: Etiology and prevention. *Sports Med Arthrosc Rev.* 18:2-11, 2010.
6. Ford, K.R. Myer, G.D. Hewett, T.E. Valgus knee motion during landing in High School Female and Male Basketball Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 35(10): 1745-1750, 2003
7. Golden,G.M, Pavol, M.J. Hoffman, M.A. Knee joint kinematics and kinetics during a lateral false-step maneuver. *Journal of Athletic Training.* 44:503-510, 2009.
8. Griffin, L.Y. Agel, J. Albohm, M.J. Arendt. E.A. Dick,R.W. Garrett, W.E. Garrick,J.G. Hewett,T.E. Huston,L. Ireland, M.L. Johnson,R.J. Kibler,W.B. Lephart, S. Lewis, J.L, Lindenfeld,T.N. Mandelbaum, B.R. Marchak, P. Teitz,C.C. Wojtys,E.M. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: Risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg,* 8:141-150, 2000
9. Henning, C.E. Griffis. N.D. Injury prevention of the anterior cruciate ligament. Wichita, K.S: *Mid- America Center of Sports Medicine.* 1990
10. Hewett, T.E. Lindenfeld, T.N, Riccobene, J.V, et al. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med.* 27:699-706, 1999.
11. Hewett, T.E. Myer, G.D. Ford,K.R. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes. Part 1. Mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med.* 34: 299-311, 2006
12. Ireland, M.L. The female ACL: Why is it more prone to injury? *Orthop Clin North Am* 33:637-651, 2002
13. Johnsen M, Johansen K, Seiler S. Functional weak link testing and its relationship with lower extremity injury history: a study on female teenage athletes. Sport

Sciences: Nature, Nature and Culture. 14th annual congress of the European College of Sport Science. Oslo, Norway June 24-27, 2009. *Book of abstracts* p 461. ISBN978-82-502-0420-1

14. Kocher M.S. Sterett W.I. Briggs K.K et al. Effect of functional bracing on subsequent knee injury in ACL- deficient professional skiers. *J Knee Surg.* 16:87-92, 2003
15. Leetun,D.T. Ireland, M.L. Willson, J.D. Ballantyne, B.T, Davis, I.M. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* Published online 2004
16. Lim, B.O. Lee, Y.S. Kim, J.G. An,K.O. Yoo,J. Kwon,Y.H. Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med.* 37:9, 2009
17. Mandelbaum, B.R. Silvers, H.J. Watanabe, D.S, et al. Effectiveness of neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes. 2-years follow up. *Am J Sports Med.* 33:1003-1010, 2005
18. Mclean, S.G. Lipfert, S.W. Van den Bogert, A.J. Effects of gender and defensive opponent on the biomechanics of side step cutting. *Med Sci Sports Exerc.* 36:1008-1016, 2004
19. Meeuwisse WH. Assessing causation in sport injury: A multifactorial model. *Clin J Sport Med.* 4:166-170, 1994
20. Myklebust G. Engebretsen, L, Braekken IH, et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Am J Sport med.* 13:71-78, 2003
21. Norcross, M.F. Blackburn, J.T. Goerger, B.M. Padua, D.A. The association between lower extremity energy absorption and biomechanical factors related to anterior cruciate ligament injury. *Article in press. Clinical Biomechanics,* 2010
22. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scan J Med Sci Sports.* 13:299-304, 2003
23. Podraza, J.T, White, S.C. Effect of knee flexion angle on ground reaction forces, knee moments and muscle co-contraction during impact- like deceleration landing: Implications for the non-contact mechanism of ACL injury. *The Knee,* doi:10.1016/j.knee.2010.02.013, 2010
24. Powers, C.M. The influence of proximal weakness on lower extremity mechanics; Implications for knee injury. *Upublisert foredragsmateriale,* Beijing Sports University, November 2008

25. Rishiraj, N. Taunton, J.E. Lloyd-Smith, R. Woollard, R. Regan, W. Clement, D.B. The potential role of prophylactic/functional knee bracing in preventing knee ligament injury. *Sports Med* 39(11): 937-960, 2009
26. Sigward, S.M. Ota, S. Powers, C.M. Predictors of Frontal Plane Knee Excursion During a Drop Land in Young Female Soccer Players. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 38(11):661-667, 2008
27. Sigward, S.M. Powers C.M. Loading characteristics of female exhibiting excessive valgus moments during cutting. *Clinical Biomechanics*. 22:827-833, 2007
28. Souza, R. B. Powers, C.M. Differences in hip kinematics, muscle strength, muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 39(1):12-9, 2009
29. Steffen, K. Myklebust, G. Olsen, O.E. et al. Preventing injuries in female youth football- a cluster randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 18:605-614, 2008
30. Stensrud, S. Myklebust, G. Kristianslund, E. Correlation between two-dimensional video analysis and subjective assessment in evaluating knee control among elite female team handball players. *Br J Sports Med* 2011. 45: 589-595. Originally published online December 9, 2010
31. Willson, J.D. Ireland, M.L. Davis, I. Core strength and lower extremity alignment during single leg squats. *Medicine & Science in Sports Exercise*. 38(5):945-952, 2006
32. Yamazaki, J. Muneta, T. Ju.Y.J. Sekiya, I. Differences in kinematics of single leg squatting between anterior cruciate ligament- injured patients and healthy controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18:56-63, 2009.
33. Yoo, J.H. Lim, B.O. Ha, M. Lee, S.W. Oh, S.J. Lee, Y.S. Kim, J.G. A Meta-analysis of the effect of neuromuscular training on the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Published online, 2009
34. Zeller, B.L, McCrory, J.L, Kibler, B. UHK, T.L. Differences in Kinematics and Electromyographic Activity Between Men and Woman during Single-Legged Squat. *Am J Sports Med*. 31(3): 449-456, 2003
35. Inbody 720 “The precision body composition analyzer” User’s manual. 1996-2004.
36. http://www.ehow.com/facts_7365543_average-length-female-femur-bone.html
37. http://www.hughston.com/hha/b_11_3_2a.jpg -Intercondylar notch

38. <https://www.jrheum.com/subscribers/07/09/images/2006-1271.fig.1.gif>- Kne valgus/varus
39. http://www.rodekors.web.surftown.nu/wordpress/?page_id=173

Vedlegg 1

SAMTYKKESKJEMA FOR FORSØKSPERSONER FOR FILMOPPTAK I FORBINDELSE MED MASTERPROSJEKT VED UIA

I forbindelse med deltakelse på masterprosjektet, vil alle forsøkspersoner bli filmet for en videre analyse av bevegelsene. Ingen av opptakene vil bli offentliggjort eller brukt til andre formål. De vil kun benyttes i forbindelse med masterprosjektet. Etter endt masterprosjekt vil disse filmene bli arkivert.

Lov som omhandler personvern ligger til grunn for våre analyseringer, skjemaet gir ytterligere vern.

Det knyttes ikke navn opp mot filmopptak.

*Vi ber om at følgende punkter vurderes og underskrives hver for seg.
Du som forsøksperson må skrive under for å gi tillatelse for samtykke.
Samtykket gjelder inntil annen beskjed er gitt. Forsøkspersonen kan under hvilke som helst omstendigheter trekke seg fra masterprosjektet og dokumenter av vedkommende vil så bli fjernet fra prosjektet.*

Jeg gir med dette samtykke til bruk av filmopptak av testingen for bruk av analysering under masterprosjektet.

Navn på forsøksperson

Sted/dato

Forsøkspersonens underskrift.

Vedlegg 2

2A - Opplysninger om tidligere ankelskader	
HØYRE ANKEL	VENSTRE ANKEL
<p>Antall tidligere akutte skader (overtråkk):</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de neste 6 spørsmålene om høyre ankel, og gå rett til neste del, 2B.</p>	<p>Antall tidligere akutte skader (overtråkk):</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de neste 6 spørsmålene om venstre ankel, og gå rett til neste del, 2B.</p>
<p>Tid siden siste skade:</p> <p><input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år</p>	<p>Tid siden siste skade:</p> <p><input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år</p>
<p>Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening?</p> <p><input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-4 uker <input type="checkbox"/> >4 uker</p>	<p>Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening?</p> <p><input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-4 uker <input type="checkbox"/> >4 uker</p>
<p>Bruker du vanligvis noen form for ankelbeskyttelse?</p> <p><input type="checkbox"/> Nei</p> <p><input type="checkbox"/> Tape <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til</p> <p><input type="checkbox"/> Ankelstøtte <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til</p>	<p>Bruker du vanligvis noen form for ankelbeskyttelse?</p> <p><input type="checkbox"/> Nei</p> <p><input type="checkbox"/> Tape <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til</p> <p><input type="checkbox"/> Ankelstøtte <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til</p>

3A - Opplysninger om tidligere kneskader	
HØYRE KNE	VENSTRE KNE
<p>Antall tidligere akutte skader:</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de neste 6 spørsmålene om høyre kne og gå rett til neste del, 3B.</p>	<p>Antall tidligere akutte skader:</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de neste 6 spørsmålene om venstre kne og gå rett til neste del, 3B.</p>
<p>Tid siden siste skade:</p> <p><input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år</p>	<p>Tid siden siste skade:</p>

	<input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år
Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening? <input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-4 uker <input type="checkbox"/> >4 uker	Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening? <input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-4 uker <input type="checkbox"/> >4 uker
Bruker du vanligvis noen form for knebeskyttelse? <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/> Tape <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til <input type="checkbox"/> Kneskinne/ortose <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til	Bruker du vanligvis noen form for knebeskyttelse? <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/> Tape <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til <input type="checkbox"/> Kneskinne/ortose <input type="checkbox"/> Alltid <input type="checkbox"/> Av og til
Hvis du har en tidligere kneskade, hva slags skade var det? Sett flere kryss hvis du har hatt flere skader Har du skadet menisk: <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvilken? <input type="checkbox"/> Innside (mediale) <input type="checkbox"/> Utside (laterale) <input type="checkbox"/> Vet ikke	Hvis du har en tidligere kneskade, hva slags skade var det? Sett flere kryss hvis du har hatt flere skader Har du skadet menisk: <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvilken? <input type="checkbox"/> Innside (mediale) <input type="checkbox"/> Utside (laterale) <input type="checkbox"/> Vet ikke
Har du skadet leddbånd: <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvilket? <input type="checkbox"/> Innside (mediale) <input type="checkbox"/> Utside (laterale) <input type="checkbox"/> Vet ikke	Har du skadet leddbånd: <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvilket? <input type="checkbox"/> Innside (mediale) <input type="checkbox"/> Utside (laterale) <input type="checkbox"/> Vet ikke
Har du skadet korsbånd: <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvilket? <input type="checkbox"/> Fremre (ACL) <input type="checkbox"/> Bakre (PCL) <input type="checkbox"/> Vet ikke	Har du skadet korsbånd: <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvilket? <input type="checkbox"/> Fremre (ACL) <input type="checkbox"/> Bakre (PCL) <input type="checkbox"/> Vet ikke
Har du tidligere brudd i nærheten av kneet? <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvor? <input type="checkbox"/> Kneskålen (patella) <input type="checkbox"/> Lårbenet (femur) <input type="checkbox"/> Skinnbenet (tibia) <input type="checkbox"/> Leggbenet (fibula) <input type="checkbox"/> Vet ikke	Har du tidligere brudd i nærheten av kneet? <input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvor? <input type="checkbox"/> Kneskålen (patella) <input type="checkbox"/> Lårbenet (femur) <input type="checkbox"/> Skinnbenet (tibia) <input type="checkbox"/> Leggbenet (fibula) <input type="checkbox"/> Vet ikke

<p>Har du tidligere bruskskade i kneet?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvor?</p> <p><input type="checkbox"/> Innsiden (medialt) <input type="checkbox"/> Utsiden (lateralt)</p> <p><input type="checkbox"/> Vet ikke</p>	<p>Har du tidligere bruskskade i kneet?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja - i så fall hvor?</p> <p><input type="checkbox"/> Innsiden (medialt) <input type="checkbox"/> Utsiden (lateralt)</p> <p><input type="checkbox"/> Vet ikke</p>
--	--

4A - Opplysninger om strekkskader på baksiden av låret	
HØYRE SIDE	VENSTRE SIDE
<p>Antall tidligere akutte skader bakside lår (strek):</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de neste 3 spørsmålene om høyre lår, og gå rett til neste del, 4B.</p>	<p>Antall tidligere akutte skader bakside lår (strek):</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de neste 3 spørsmålene om venstre lår, og gå rett til neste del, 4B.</p>
<p>Tid siden siste skade:</p> <p><input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år</p>	<p>Tid siden siste skade:</p> <p><input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år</p>
<p>Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening?:</p> <p><input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-4 uker <input type="checkbox"/> >4 uker</p>	<p>Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening?:</p> <p><input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-4 uker <input type="checkbox"/> >4 uker</p>
<p>Har du stått over trening / kamp siste sesong pga problemer på baksiden av låret?</p> <p><input type="checkbox"/> Aldri</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Sjelden <input type="checkbox"/> Av og til <input type="checkbox"/> Ofte</p>	<p>Har du stått over trening / kamp siste sesong pga problemer på baksiden av låret?</p> <p><input type="checkbox"/> Aldri</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Sjelden <input type="checkbox"/> Av og til <input type="checkbox"/> Ofte</p>

5. Opplysninger om strekkskader i lysken	
HØYRE LYSKE	VENSTRE LYSKE
<p>Antall tidligere akutte skader (strek, lyskebrokk):</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de</p>	<p>Antall tidligere akutte skader (strek, lyskebrokk):</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> >5</p> <p>Om du svarte "0" på dette spørsmålet, hopp over de</p>

neste 4 spørsmålene og gå rett til neste del, 5B.	neste 4 spørsmålene og gå rett til neste del, 5B.
Tid siden siste skade: <input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år	Tid siden siste skade: <input type="checkbox"/> 0-6 mnd <input type="checkbox"/> 6-12 mnd <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> >2 år
Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening?: <input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-4 uker <input type="checkbox"/> >4 uker	Hvor lenge var du ute fra kamp / full trening?: <input type="checkbox"/> 1-3 dager <input type="checkbox"/> 4-7 dager <input type="checkbox"/> 1-3 uker <input type="checkbox"/> >4 uker
Behandling ved siste skade: <input type="checkbox"/> operasjon <input type="checkbox"/> fysioterapi <input type="checkbox"/> ingen <input type="checkbox"/> vet ikke	Behandling ved siste skade: <input type="checkbox"/> operasjon <input type="checkbox"/> fysioterapi <input type="checkbox"/> ingen <input type="checkbox"/> vet ikke
Er du operert for ”lyskebrokk? <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/> Ja	Er du operert for ”lyskebrokk? <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/> Ja