

Effekten af ét neuromuskulært opvarmende træningspas med fokus på forebyggelse af ACL skader hos 24 unge raske kvindelige håndboldspillere.

- Et RCT studie med brug af 3D biomekanisk bevægelsesanalyse.

The effect of one single neuromuscular warm-up training session with a view to preventing ACL injuries in 24 young healthy female team handball players.

- A RCT study using 3D biomechanical analysis of movement.

Udarbejdet af: Jeppe Nørgaard Christensen, Line Klemmensen Jensen & Christina Krogshede Nielsen, 7. semester.

Intern vejleder: Bente Hovmand, Fysioterapeut MSc.

University College Oresund Faculty of Physiotherapy, Bachelor project June 2007.

Extern vejleder: Jesper Bencke, Laboratorieleder, Cand. Scient, PhD.

Konsulent: Derek Curtis, forskningsfysioterapeut.



“Dette projekt er udarbejdet af studerende på CVU Øresund, Fysioterapeutuddannelsen, som et led i et uddannelsesforløb den foreligger urettet og ukommenteret fra uddannelsens side, og er således et udtryk for de studerendes egne synspunkter”.

“Denne opgave – eller dele heraf – må kun offentliggøres med de studerendes tilladelse, jf. lov om ophavsret af 31.05.1961”.

Antal tegn uden mellemrum 66.382

Effekten af ét neuromuskulært opvarmende træningspas med fokus på forebyggelse af ACL skader hos 24 unge raske kvindelige håndboldspillere. - Et RCT studie med brug af 3D biomekanisk bevægelsesanalyse.

Af: Jeppe Nørgaard Christensen, Line Klemmensen Jensen, Christina Krogshede Nielsen.

Intern vejleder: Bente Hovmand, fysioterapeut MsC.

Extern vejleder: Jesper Bencke, leder af Ganglaboratoriet Hvidovre Hospital, Cand. Scient. PhD.

Konsulent: Derek Curtis, forskningsfysioterapeut.

University College CVU Øresund, Fysioterapeutuddannelsen Professionsbachelor projekt juni 2007.

Kontaktperson: Jeppe Nørgaard Christensen, e-mail: jeppe@idraetfys.dk

Baggrund: Forreste korsbåndsskader (ACL) er især udbredt blandt unge kvindelige håndboldspillere mellem 15-18 år. Studier viser at lille fleksion, store valgusmomenter og vinkler i knæet øger risikoen for ACL skader. Denne kombination finder ofte sted i en håndboldfinte. Skadesforebyggende programmer viser at disse nedsætter incidensen af ACL skader.

Formål: med dette studie var derfor at afgøre, om effekten af ét enkelt skadesforebyggende opvarmningspas på 15 minutter kunne påvises umiddelbart efter opvarmning via 3D biomekaniske bevægelsesanalyser hos unge kvindelige håndboldspillere mellem 15-19 år. Endvidere undersøgte hvorvidt en selvudviklet standardiseret hinkeserie kunne reproducere de belastninger knæet udsættes for ved en individuel finte.

Materialet og metode: Et randomiseret kontrolleret interventions studie med 24 kvindelige håndboldspillere ($16,8 \pm 1,3$ år, $166,7 \pm 5,9$ højde og $60,8 \pm 7,2$ vægt), fordelt ligeligt i 2 grupper. Interventionsgruppen gennemførte et neuromuskulært træningsprogram og kontrolgruppen cyklede på stationær cykel. Knæparametrene blev målt via 3D biomekanisk bevægelseanalyse. Data blev behandlet med parametrisk statistik i form af parrede og uparrede t-test.

Resultat: Der fandtes ingen signifikant forskel mellem kontrolgruppe og interventionsgruppe i finte præ- til posttest. I finten blev der fundet signifikant forskel ($P \leq 0,028$) ved parameteret valgusrange for interventionsgruppen. Mod forventning fandtes tendens til generel forværring af knæparametrene hos både interventions- og kontrolgruppe posttest. Der fandtes kun moderat korrelation mellem finte og den standardiserede hinkeserie.

Konklusion: Dette studie kan ikke påvise positiv effekt efter ét neuromuskulært træningspas.

Perspektivering:

Fremtidige studier kan med fordel undersøge tidsperspektivet for påvirkning af kinetiske og kinematiske parametre efter systematisk neuromuskulær træning. Dette vil medvirke til udvikling og forståelse for målrettet træning med nedsættelse af ACL skader til følge.

Nøgleord: håndboldfinte, neuromuskulær, ACL skader, profylaktisk træning, 3D biomekanik.

The effect of one single neuromuscular warm-up training session with a view to preventing ACL injuries in 24 young, healthy female team handball players. - A RCT study using 3D biomechanical analysis of movement.

Authors: Jeppe Nørgaard Christensen, Line Klemmensen Jensen, Christina Krogshede Nielsen.

Internal Supervisor: Bente Hovmand, Physiotherapist MSc.

External Supervisor: Jesper Bencke, Manager of the Gait laboratory at Hvidovre Hospital, MSc, PhD.

Adviser: Derek Curtis, Research Physiotherapist.

University College CVU Oresund, Faculty of Physiotherapy Bachelor Degree Project in Physiotherapy, June 2007.

Contact: Jeppe Nørgaard Christensen, email: jeppe@idraetfys.dk

Background: Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are particularly common among young, female handball players between the ages of 15 and 18. Studies show that low knee flexion, large knee valgus moments and extended knee valgus angles increase the risk of ACL injuries. This combination is often present during a handball sidestep cutting manoeuvre. Injury prevention programmes have proved to reduce ACL injury incidences.

Purpose: This study was therefore aiming at determining whether the effect of one single 15 minute injury prevention warm-up session would be detectable immediately after warm-up in young, female team handball players aged 15 to 19 by using 3D biomechanical analysis of movement. Furthermore, it was examined whether a standardised one-leg hop series developed by the authors of this study could reproduce loads equal to those present in the sidestep cutting manoeuvre.

Materials and method: A randomized, controlled intervention study was conducted with 24 female handball players (16.8 ± 1.3 year, 166.7 ± 5.9 height and 60.8 ± 7.2 weight), divided into two equally sized groups. The intervention group completed a neuromuscular training programme, and the control group cycled on a stationary bike. The knee parameters were measured using 3D biomechanical analysis of movement. The data was analyzed by statistical parametric mapping in the form of paired and unpaired t-tests.

Results: No significant difference was observed between control group and intervention group with regard to the side-step cutting manoeuvre pre and post tests. In connection with the sidestep cutting manoeuvre, a significant difference ($P \leq 0.028$) showed in the valgus range parameter for the intervention group. Contrary to expectations, a tendency towards a general deterioration of the knee parameters was found in both the intervention group and the control group post tests. There was only a moderate correlation between sidestep cutting manoeuvre and the standardised one-leg hop series.

Conclusion: This study cannot prove any positive effect after one single neuromuscular training session.

Perspective:

Future studies could usefully examine the time perspective for impact of kinetic and kinematic parameters after systematic neuromuscular training. This would contribute to the development and understanding of targeted training with a resulting decrease in ACL injuries.

Keywords: handball sidestep cutting manoeuvre, neuromuscular, ACL injuries, prophylactic training, 3D biomechanics.

Indholdsfortegnelse

INDHOLD	7
BAGGRUND	7
Formålet	10
Hypoteser	11
Definitioner af centrale begreber	11
Tabel 1 Definitioner på udvalgte knæparametre	11
MATERIALE OG METODE	12
EKSPERIMENTETS DESIGN	12
MATERIALE	12
Tabel 2 Stamdata for forsøgspersoner	13
BIOMEKANISK TESTNING	14
PILOTFORSØG	16
TESTPROCEDURE	17
DEN INDIVIDUELLE FINTE	18
HINKESERIEN	19
INTERVENTIONS- OG KONTROLGRUPPE	20
De 7 valgte øvelser i interventionen	21
<i>A1 Løb med stem</i>	21
<i>A4 Hop med vending</i>	21
<i>B1 Boldmodtagelse på et ben</i>	21
<i>B2 Spring med to-benslanding</i>	22
<i>B4 Et bens kamp på Airex®</i>	22
<i>C1 Boldmodtagelse på vippebræt</i>	22
<i>C2 To-bens knæbøjninger på vippebræt</i>	22
DATA ANALYSE	23
STATISTISK METODE	23
ETISKE OVERVEJELSER	24
LITTERATUR SØGNING	25
TEORI	26
ACL	26
<i>Anatomi</i>	26
<i>Knæleddets dynamiske stabilitet</i>	26
<i>ACLs mekaniske funktion</i>	28
<i>ACLs sensoriske funktion</i>	28
<i>Kønsforskelle og disponerende faktorer for ACL skade</i>	28
<i>ACL skadesmekanismer</i>	29
EVIDENS FOR NEUROMUSKULÆR TRÆNING	30
FYSIOTERAPEUTISK ANALYSE OG VURDERING AF INTERVENTIONEN	33
Fysioterapeutisk vurdering af de 7 øvelser	34
<i>A1 Løb med stem</i>	34

<i>A4 Hop med vending</i>	34
<i>B1 Boldmodtagelse på et ben</i>	34
<i>B2 Spring med to-benslanding</i>	34
<i>B4 Et bens kamp på Airex®</i>	34
<i>C1 Boldmodtagelse på vippebræt</i>	35
<i>C2 To-bens knæbøjninger på vippebræt</i>	35
RESULTATER	35
ANTROPOMETRISKE MÅLINGER	35
Tabel 3 Baseline data for forsøgspersoner	35
RESULTATER FOR FINTEBEVÆGELSEN	36
<i>Sammenligning af grupperne</i>	36
Tabel 4 Sammenligning af gruppernes fintedata.....	36
<i>Sammenligning inden for gruppen</i>	37
Tabel 5 Sammenligning af fintedata inden for grupperne	37
KORRELATION	38
DISKUSSION	40
METODEDISKUSSION	40
<i>Forsøgsmateriale</i>	40
<i>Valg af parametre</i>	41
<i>Validitet</i>	41
<i>Reliabilitet</i>	42
<i>Tekniske usikkerheder</i>	43
<i>Træthed</i>	43
Tabel 6 Gennemsnits tid på kraftplatformen.....	43
<i>Læringseffekt</i>	44
RESULTATDISKUSSION	44
<i>Momenter i relation til andre studier</i>	44
<i>Et opvarmende træningspas</i>	45
<i>Variation</i>	45
Tabel 7 Variation i individuelle forsøg.....	46
<i>Korrelation</i>	46
<i>Uventede resultater</i>	47
1. <i>Opvarmning i relation til knæstabilitet</i>	47
2. <i>Den neuromuskulære kontrol i relation til knæstabilitet</i>	48
KONKLUSION	49
PERSPEKTIVERING	50
REFERERET LITTERATUR	51
BIBLIOGRAFI	53
BILAGSFORTEGNELSE	59
KRITISK VURDERING AF ARTIKEL	85

Indhold

Projektet er udbudt af Hvidovre Hospitals Ganglaboratorium afsnit 247, Ortopædkirurgisk afdeling, Hvidovre Hospital, Kettegård Allé 30, 2650 Hvidovre. Laboratorieleder og Cand.Scient. PhD. Jesper Bencke.

Der ønskedes en undersøgelse af effekten af ét enkelt skadesforebyggende opvarmningspas ud fra 3D biomekanisk bevægeanalyse.

Baggrund

Det formodes at forreste korsbånd (forkortes i opgaven som ACL – Anterior Cruciate Ligament) er en af de bevægeapparats strukturer, som i størst omfang har betydning for menneskets livskvalitet. Et velfungerende ACL er en forudsætning for normal knæfunktion i almindelige dagligdagsfunktioner som gang men ligeledes under fysisk belastning som løb og anden form for idrætsudøvelse (Krogsgaard, R. M., 2002).

En ACL skade er en alvorlig og invaliderende skade med mange konsekvenser for den idrætsaktive både på kort og lang sigt. For den enkelte udøver betyder det typisk 6-9 måneders rehabilitering efter operativ rekonstruktion (Myklebust, G. et al, 2003). Opgørelser efter rekonstruktion har vist, at god stabilitet opnås hos 85-90 %, men kun 50-60 % ville kunne genoptage idræt på samme niveau som før skaden (Jakobsen, B. W., 2007 s. 387).

Fysisk og psykisk er det hårdt at vende tilbage til tidligere funktionsniveau og mange opgiver deres idrætskarriere undervejs. Thing L. F. (2005) fulgte i et case rapport studie 17 kvindelige ACL skadede håndboldspillere gennem genoptræning på en idrætssklinik 2-3 gange om ugen i 6-12 måneder. Thing L. F. (2005) fandt ud af, at kvinderne, hvis håndboldspil afsluttes eller hindres efter et skadesforløb, oplevede en svær identitetsmæssig krise, da idræt både involverer identitet og livsstil (Maguire J., 1999 som refereret i Thing L. F., 2005).

Konsekvenserne på sigt er ikke til at tage fejl af, hvor risikoen for senere degenerative knælidelser forøges 10-15 gange efter en isoleret ACL læsion (Krogsgaard, R. M., 2002). Undersøgelser har vist, at over 50 % af tidligere skadede spillere havde langvarige problemer med instabilitet, smerter samt tab af bevægelighed undersøgt 8-10 år efter deres ACL skade (Myklebust, G. et al, 2003).

Hvert år opereres ca. 5.000 danskere for en ACL- eller meniskskade, ifølge en undersøgelse Sundhedsstyrelsen foretog i 2004. Lægerne vurderede, at 30 % af alle menisk skader og 70 % af alle korsbåndsskader skyldes idræt (Sørensen, S. K., 2004). Ifølge Sundhedsstyrelsens opgørelse blev 2.207 personer i 2003 korsbåndsoopereret i Danmark. Hver operation kostede samfundet 15.980 kr. eksklusiv udgifter til genoptræning og sygedagpenge, som udgør op til 14.512 kr. pr. patient. Samlet gav dette en samfundsmæssig udgift på 67 mio. kr. i 2003 (ibid.).

ACL læderes typisk i idrætsgrene hvor hurtige accelerationer med retningsskift, pludselige decelerationer og landinger forekommer (Hewett, T. E. et al, 2005). De fleste ACL skader sker i idrætsgrene som håndbold, fodbold, basketball og skisportsdiscipliner (Jakobsen B. W., 2007 s. 373). Håndbold en af de mest populære og medieprofilerede idrætsgrene, og samtidig en af de største kvindeidrætsgrene herhjemme. Danmarks Idræts Forening (DIF) og Dansk Gymnastik- og Idrætsforening (DGI) havde i 2006 registreret et medlemstal for kvindelige håndboldspillere i alderen 13-25 år på knap 20.000 (www.dif.dk, 2007 & www.dgi.dk, 2007). I denne aldersgruppe ses en kraftig stigning i forekomsten af ACL skader, specielt hos unge piger i alderen 15-18 år (Reckling, C., Zantop, T. & Petersen, W., 2003).

Det har vist sig, at unge kvindelige håndboldspillere pådrager sig 40 skader pr. 1000 kamptimer, hvoraf 59 % udgøres af skader i UE (Jakobsen, B. W. 2007 s. 373). Flere forskellige faktorer er foreslået som mulige skadesmekanismer. Kadaver studier har bl.a. vist, at anterior translation af tibia kombineret med rotation påfører mekanisk stress på ACL (Sigward, S. M., Powers, C. M., 2006). ACL læsioner forekom i 70 % af tilfældene i nonkontakt situationer¹ (ibid.), hvor knæet var roteret og let flekteret, ved et valgustraume med eller uden rotation eller ved et overstrækningstraume (Jakobsen, B. W., 2007 s. 382).

Mange veldokumenterede undersøgelser har påpeget, at kvinder rammes 5 gange hyppigere af knæskader end deres mandlige kollegaer fra samme idrætsgren (Myklebust, G. et al, 2003). Denne faktor øges yderligere på eliteniveau (ibid.).

Sigward, S. M., Powers, C. M. (2006) pegede på, at kvinder benyttede sig af en anden strategi under retningsskift² end mænd. Kvinder havde tendens til at lande med næsten strakte ben,

¹ Defineres ved at spilleren er alene i skadesøjeblikket uden påvirkning fra modspiller.

² I håndboldsammenhæng er et retningsskift en del af en fintebevægelse.

hvilket medførte at m. quadriceps aktiviteten og hermed det fremadrettede træk på tibia var større end hos mændene. ACL skal modvirke dette fremadrettede glid sammen med hasemusklerne, men fordi haserne får uhensigtsmæssige arbejdsvilkår i denne strakte knæledsstilling, kan de ikke udnytte kraften optimalt og hjælpe med at holde tibia tilbage. Kvinder udvikler yderligere større valgusmoment i knæene under landingen i forhold til mænd (ibid.). Om ovenstående forklaringer skyldes anatomiske forskelle mellem mænd og kvinder såsom ligamenters løshed, forskelle i knæets opbygning, muskelstyrke eller ringere proprioception vides ikke med sikkerhed (Myklebust, G., Maehlum, S., Engebretsen, L., Strand, T., Solheim, E., 1997).

Samfundsøkonomisk og menneskeligt opnås store besparelser, hvis incidensen af ACL skaderne nedsættes. Fysioterapeuter er ofte tætte på de skadede spillere og er vigtige sparringspartnere både præ- og postoperativt, hvor der vejledes, trænes og testes undervejs i genoptræningsforløbet. Det er centralt i enhver fysioterapeuts arbejde at øge menneskers forudsætning og mulighed for livsudfoldelse og deltagelse i et meningsfuldt og socialt liv. Der ligger derfor en stor indsats i forebyggende arbejde.

Den norske fysioterapeut Grethe Myklebust et al (2003) undersøgte forekomsten af ACL skader gennem en periode på 3 sæsoner i norsk kvindehåndbold. Myklebust, G et al (2003) implementerede et 5 ugers skadesforebyggende neuromuskulært træningsprogram, hvis hovedformål var, at øge bevidstheden omkring knækontrol stående, springende, landende og under retningsskift. Myklebust G. et al (2003) fandt, at de elitespillere som gennemførte programmet nedsatte risikoen for ACL skade signifikant. Ved opfølgende undersøgelser fandt hun ydermere, at effekten af træningsprogrammet var at spore op til et år efter hos spillerne (ibid.).

Flere undersøgelser har dokumenteret (Holm, I. et al, 2003 & Hewett, T. E. et al, 2005 & Mandelbaum, R. B. et al, 2005) at skadesforebyggende træningsprogrammer signifikant nedsætter antallet af ACL skader over tid hos fodbold-, håndbold-, basketball-, og amerikanske fodboldspillere, men ingen studier har undersøgt den akutte effekt af ét enkelt neuromuskulært træningspas.

Hewett, T. E. et al (2005) undersøgte knæbelastningen under en dropjumptest via 3D biomekanisk analyse i et prospektivt kontrolleret kohorte studie. Af 205 kvindelige idrætsudøvere blev 9 ACL skadet. Det konkluderedes efterfølgende at valgusvinkel i landingen i gennemsnit var 8° større, den maksimale knæfleksion 10° mindre og valgusmomentet 2,5 gang højere end hos de ikke skadede spillere. Ved at screene spillere i dropjumptesten udledtes det, at ACL skade med 73 % sikkerhed kunne forudsiges (ibid.).

Flere studier har analyseret knæets belastninger under forskellige former for retningsskift (Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R., 2003 & McLean, S. G., Neal, R. J., Myers, P. T., Walters M. R., 1999). Andre undersøgelser viste, at parametre såsom nedsat knæfleksion, øget valgusmoment og -vinkel i kombination er medvirkende til skade på ACL³ (Hewett, T. E. et al, 2005 & Olsen, O., Myklebust, G., Engebretsen, L., Bahr, R., 2004). Ingen studier har undersøgt en specifik håndboldfinte ud fra 3D biomekanisk bevægelsesanalyse.

På baggrund af Hewett T. E. et als (2005) undersøgelse, valgtes det i dette studie at analysere en håndboldspillers knæledsbevægelser ud fra en finte. Desuden forsøgte det at belyse, om belastninger målt under en standardiseret hinkeserie kunne repræsentere den belastning knæet udsættes for under en håndboldfinte. Da ACL skader i de fleste tilfælde sker i landingsfasen ved initiel gulvkontakt (Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin J. A., Garrett W. E., 2000), analyseredes data fra 0-100 millisekunder (ms) i nærværende studie.

Formålet

Formålet med dette studie var derfor at afgøre, om effekten af ét enkelt skadesforebyggende opvarmningspas på 15 minutter kunne påvises umiddelbart efter opvarmning via 3D biomekaniske bevægelsesanalyser hos unge kvindelige håndboldspillere mellem 15-19 år. Endvidere undersøgte hvorvidt en selvudviklet standardiseret hinkeserie kunne reproducere de belastninger knæet udsættes for ved en individuel finte.

³ Vi er opmærksomme på at flere parametre kan have indflydelse på forekomst af ACL skade, men vil ikke komme nærmere ind på disse i denne opgave.

Hypoteser

1. H_0 Hypotese: Der er ingen signifikant forskel på de valgte knæparametre fra præ- til posttest mellem de to grupper i individuel finte.
2. H_0 Hypotese: Der er ingen signifikant forskel på de valgte knæparametre fra præ- til posttest indenfor de to grupper i individuel finte.
3. H_0 Hypotese: Der er ingen signifikant korrelation mellem hinkeserie og individuel finte.

Definitioner af centrale begreber

3D biomekaniske bevægelsesanalyser måler kinematiske (vinkler) og kinetiske (momenter) parametre, via infrarøde kameraer og biomekaniske kraftplatforme, som registrerer de kræfter forsøgspersonen afgiver i underlaget.

Tabel 1 Definitioner på udvalgte knæparametre

Parametre	Definition på udvalgte knæ parametre i opgaven
Maksimal (maks.) Knæfleksion	Maks. knæfleksion defineres som den maksimale fleksionsvinkel forsøgspersonen opnår i knæet under kontakttid på kraftplatformen (peak værdien opsamles). Måles i grader.
Maks. Valgusmoment	Maks. valgusmoment defineres som den maksimale kraft der lægges på lateral siden af knæleddets centrum, som herved presser knæet i valgus. Peak værdien opsamles under kontakttid på kraftplatformen inden for tidsintervallet 0-100 ms. Måles i Newton millimeter pr. kg kropsvægt (Nmm/kgBW). (BW = body weight).
Valgusrange of motion⁴	Valgusrange forstås som forskellen mellem initial valgus vinkel (vinkel målt ved 1. gulvkontakt) og den maksimale valgusvinkel (peak værdien inden for tidsintervallet 0-100 ms.) der opnås ved kontakttid på kraftplatform (forskellen opsamles). Måles i grader.

⁴ Valgusrange of motion benævnes fremover i denne opgave som valgusrange.

Materiale og metode

Eksperimentets design

Et randomiseret kontrolleret interventions studie blev udført med 24 ($n = 24$) kvindelige håndboldspillere fordelt ligeligt i to grupper. 12 ($n = 12$) i interventionsgruppen der udførte et neuromuskulært træningsprogram, og 12 ($n = 12$) i kontrolgruppen der cyklede på stationær kondicykel. Randomiseringen foregik ved, at hver forsøgsperson fik tildelt et tilfældigt nummer fra 1-24. 12 sedler med påskriften ”træningsprogram” og 12 med ”kondicykel” blev lagt i hver sin forseglede ugenomsigtige kuvert. En blindet person fik tildelt forsøgspersonernes numre og opråbte dem i tilfældig rækkefølge. En anden blindet person trak en vilkårlig kuvert og parrede den med et nummer. Kuverten forblev uåbnet indtil forsøgspersonen havde udført 1. testrunde. Forsøget bestod af to identiske testrunder indeholdende en dropjump⁵ sekvens, en hinkeserie samt en individuel finte adskilt af en intervention. Data for dropjump blev opsamlet, men ikke bearbejdet i denne opgave.

Materiale

Studiet involverede 24 frivillige kvindelige junior/ynglige/senior håndboldspillere i alderen 15-19 år fra de 3 bedste rækker i Danmark. Forsøgspersonernes stamdata fremgår af nedenstående tabel 2.

⁵ Vi definerer et dropjump som nedspring fra kasse til kraftplatform, hvorfra forsøgspersonen sætter af med begge ben og springer så højt som muligt.

Tabel 2 Stamdata for forsøgspersoner

Forsøgsperson (Nr.)	Interventionsgruppe (1) Kontrolgruppe (2)	Alder (år)	Højde (cm)	Vægt (kg)	Position på banen. (1 Fløj)(2 Back), (3 Midt)(4 Streg)	Dominante ben. (Venstre 1) (Højre 2)
1	2	16	166	65,4	1	1
2	1	16	169,8	56,7	1	1
3	2	15	171,9	53,4	1	1
4	1	16	152,7	49,4	3	1
5	2	17	167,9	58,7	4	1
6	1	17	156,5	53,6	1	1
7	1	17	167	59	3	1
8	2	16	171,1	62,7	2	1
9	1	17	171,5	67	2	1
10	1	15	160,3	51,6	1	1
11	1	18	157,3	58	1	1
12	1	18	166,5	55,6	2	1
13	2	15	166,7	49,8	2	1
14	1	19	169,1	73,4	2	1
15	2	17	171,4	74,8	2	1
16	2	18	166,4	69	3	1
17	2	15	168,3	55,3	2	1
18	2	17	166,2	66,9	2	1
19	1	15	169,9	60,5	2	1
20	1	17	175,7	65,7	2	1
21	2	19	172,6	67,7	2	1
22	1	19	156,5	54,9	1	2
23	2	16	170,3	65,2	2	1
24	2	17	170,2	65,2	1	1

I dette studie blev afsætsbenet (springbenet) defineret som dominant ben. Højrehåndede spillere sætter håndboldteknisk oftest af på venstre ben og venstrehåndede på højre ben. Støttebenet blev derfor defineret som det non-dominante ben.

Denne gruppe blev valgt, da undersøgelser har vist en markant stigning i antallet af skader i alderen 15-18 år (Reckling, C. et al, 2003). Myklebust, G. et al (2003) fandt i øvrigt at antallet af ACL skader steg på eliteniveau.

Forsøgspersonerne blev rekrutteret fra to håndboldklubber (5 forskellige hold) fra Frederiksberg i København.

Inklusionskriterierne omfattede følgende: Ingen af spillerne måtte have trænet umiddelbart før testning, da træthed ville være en bias. Alle forsøgspersoner skulle være fløj-, back- eller midtspillere, da det oftest er disse spillere der udfører skadesudløsende bevægelser. Dette understøttes af Myklebust, G. et al (1997), der fandt at 84 % af de skadede spillede disse

positioner. Af pragmatiske årsager inkluderedes desuden stregspillere. Alle forsøgspersoner skulle være raske samt skadefri i UE på testtidspunktet, og ingen af spillerne måtte have deltaget i kontinuerlig skadesforebyggende træning indenfor det sidste år, da dette ville være en bias.

En forsøgsperson ekskluderedes fra forsøget, hvis denne havde forhistorie med ACL-, menisk- eller ledbåndsskade i knæ samt forvridningsskade i ankel inden for et år. Rehabiliteringsmetoder som proprioceptiv- og neuromuskulær træning på vippebræt eller balancemåtte/Airex[®] benyttes ofte efter forvridninger og forstrækninger, der ville betyde at forsøgspersonen var fortrolig med disse, hvilket ikke var ønsket.

Ovenstående inklusions- og eksklusionskriterier blev opstillet, da en maksimal præstation fra forsøgspersonerne ville medføre mest troværdige testresultater i forhold til virkelighedens spilsituation.

70 spillere blev informeret omkring projektet. Målvogtere, ikke interesserede og skadede spillere blev ekskluderet. 34 personer tilmeldte sig forsøget, men et frafald på 10 gjorde, at projektets materiale i alt omfattede 24 forsøgspersoner.

Frafaldet skyldtes ukendte årsager hos 6 personer, og de resterende 4 pådrog sig skader i UE umiddelbart før testning (3 knæ- og 1 ankelskade). De skadede personer blev derfor ekskluderet (bilag 1).

Alle deltagende forsøgspersoner underskrev (eller fik underskrevet af forældre eller værge) en informeret samtykkeerklæring, inden de endegyldigt kunne inkluderes i forsøget.

Biomekanisk testning

3D bevægelsesanalyser blev optaget i Hvidovre Hospitals Ganglaboratorium med 8 infrarøde VICON (V-cam) kameraer med en frekvens på 100 Hz. 2 AMTI (OR6-7) biomekaniske kraftplatforme monteret i gulvet registrerede underlagets reaktionskræfter, med en opsamlingsfrekvens på 1000 Hz, når forsøgspersonen ramte dem. Derudover var 2 digitale videokameraer placeret frontalt og sagittalt i testretningen. Alle data blev opsamlet i et Vicon 612 Motion Capture System.



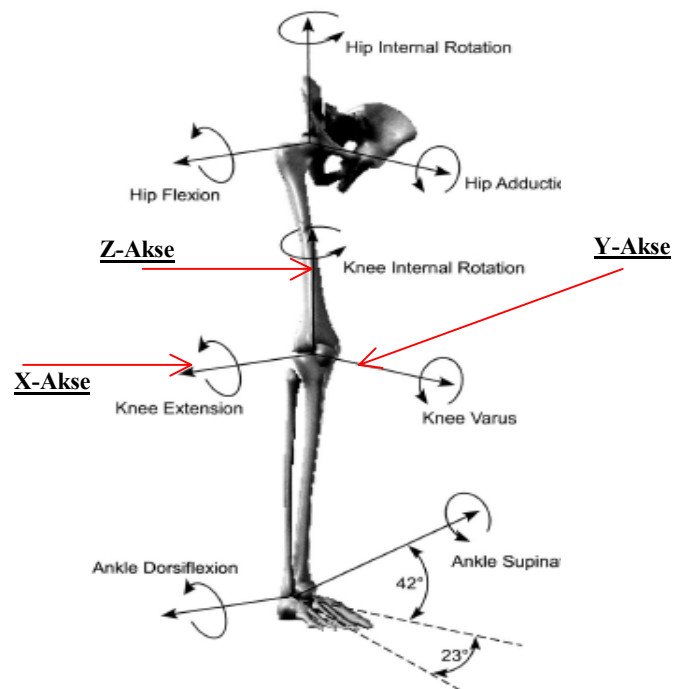
Ovenstående billede viser Ganglaboratoriet



Ovenstående billede viser påsætning af refleksmarkører

20 refleksmarkører (14 mm i diameter) og 4 wands⁶ blev med dobbeltklæbende tape på huden placeret bilateralt over palpatoriske anatomiske punkter (bilag 2).

Før hver dataopsamling blev 3D systemet kalibreret for at fastlægge ganglaboratoriets koordinatsystem i rummet (bilag 3). Det lokale anatomiske koordinatsystem som definerede segmenternes placering og orientering i rummet, blev fastlagt for hvert segment ud fra deres markørpåsætning. For at kunne bestemme femur og tibias bevægelser i forhold til hinanden, blev to koordinatsystemer placeret således at akserne lå i hhv. fleksion/ekstension, udad-/indadrotation og adduktion/abduktion.



Figur 1 (McLean, S. G., Neal, R. J., Myers, P. T., Walters M. R., 1999) illustrerer underekstremitetens akser, hvor omkring der sker bevægelse. Knæets 3 akser er markeret med røde pile (x, y, z). Disse akser udgør knæets lokale 3D koordinatsystem.

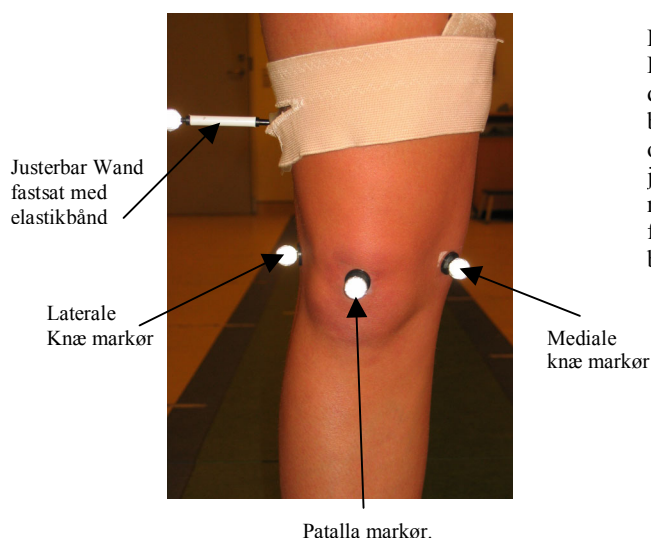
- Frontal planet udgøres af Z & X aksen.
- Sagittal planet udgøres af Z & Y aksen.
- Transversal planet udgøres af X & Y aksen.

⁶ En wand er en 5 cm lang plastik stav med en refleksmarkør i enden. Den benyttes til at beregne knæledscentrum og rotation af femur.

Et statisk forsøg blev optaget inden hver testrunde (bilag 4), og dannede grundlag for de efterfølgende dynamiske forsøg og blev anvendt til at udregne ledcentrenes eksakte placering, så bevægelser i hofte, knæ og ankelled i sagittal-, frontal- og i transversalplanerne⁷ kunne analyseres.

Pilotforsøg

Før den egentlige testning gik i gang, eksperimenteredes via pilotforsøg med en ny markørpåsætning, hvor ”thigh wands” blev erstattet med patellamarkører. Dette blev gjort, da forsøgspersonerne udførte meget eksplosive bevægelser og wands ofte blev slået ud af position⁸ fx af en svingende arm.



Billedet illustrerer markørpåsætningen for knæet. Patellamarkøren erstatter i dette projekt lårets wand, der ses fastspændt med elastikbånd. De eksplosive bevægelser som forsøgspersonerne udførte, medførte ofte at wands blev slået skæve, og skulle derfor justeres på ny flere gange. Derfor blev patella markøren valgt som erstatning for lårets wand. Ud fra markørernes placering blev knæleddets centrum beregnet.

Thigh wands var placeret direkte på lårmuskulaturen, hvilket medførte at spring og landinger fik muskelmassen, også kaldet ”wobling mass” til at bevæge sig.

Da det er bevægelsen af wands, der rapporterer hvor meget rotation der sker i knæ, hofte og ankel, er dette en væsentlig faktor for de endelige data. Hvis en wand eller markør slås skæv, falder af eller bevæger sig, forskydes det lokale koordinatsystem og der fremkommer bias på data. I forbindelse med denne problematik blev der ført logbog over hver enkelt forsøgsperson, så

⁷ Disse planer defineres ud fra testpersonens markørpåsætning.

⁸ Thigh wand blev placeret på en estimeret linje gennem knæ- og hofteledscentrum. Wands på underben blev placeret på en estimeret linje gennem knæ- og ankelledscentrum.

evt. tabte markører eller rettelser af wands blev nedskrevet. Hvis data ved nærmere analyse gav uforståelige udslag som anatomisk umulige værdier⁹, kunne der henvises til logbogens notater.

Da patella ligger overfladisk, antages det at denne giver mere præcise og pålidelige værdier af rotationer af femur i forhold til thigh wands. På baggrund af pilotforsøgene valgtes det at tage udgangspunkt i denne markørpåsætning.

Før de fysiske test påbegyndtes, blev antropometriske data indsamlet (vægt, højde, afstanden mellem SIAS, benlængde, knæ- og ankelbredde bilateralt samt tykkelse af forsøgspersonens skosål). Disse informationer blev indtastet i laboratoriets computerprogram og anvendt i Plugin-Gait modellen¹⁰ til at beregne ledvinkler, momenter og power udvikling.

Efter markørpåsætning gennemgik forsøgspersonen en let opvarmning i 7 minutter, hvoraf de 5 minutter bestod af forskellige former for løb, der gradvist forberedte forsøgspersonen til håndboldaktivitet. Opvarmningen inkluderende jog, baglæns løb, sidestep, gadedrenge hop, løb med bløde buer samt løb med kraftigere retningsskift. De sidste 2 minutter bestod af udstrækning af m. quadriceps, m. triceps surae, m. iliopsoas og hasemusculatur.

Testprocedure

Begge grupper modtog både før præ- og posttests den samme verbale instruktion for at eliminere forskelle i læring i forhold til kontrol af knæled: *"Vi kigger på, hvordan du stabiliserer dit knæ, og hvordan du styrer knæet udover foden i de test, du skal lave. Det er vigtigt, at du udfører testen så godt som muligt"*! (bilag 5).

Under hele testforløbet var rollefordeling og ansvarsområder klarlagt og blev efterlevet til fulde. Testtid blev udnyttet effektivt og systematiske bias forsøgte minimeret, ved at den samme person stod for de samme opgaver undervejs. Ansvarsområderne omfattede antropometriske målinger, markørpåsætning, instruktion, forevisning af tests, computerstyring og introduktion af intervention.

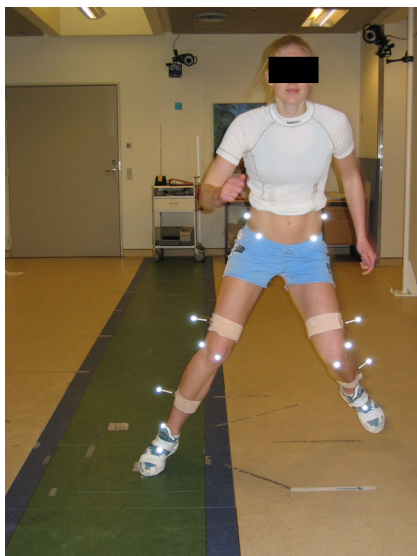
⁹ Fx havde en forsøgsperson et forsøg, hvor maks. knæfleksion viste 208°, hvilket anatomisk er umuligt, da maks. knæfleksion er 135° (Hoppenfeld, S., 1976 s. 188).

¹⁰ Et modeleringsprogram i Vicon Software, der bruges til at beregne hofte-, knæ- og ankelledscentrum ud fra antropometriske målinger.

Den individuelle finte

Forsøgspersonerne blev bedt om at udføre finten således, at den bedst muligt imiterede virkeligheden i forhold til tempo og eksplosivitet. Forsøgspersonen blev instrueret i at tage udgangspunkt bag en tapestreg markeret i gulvet 4 m fra kraftplatformen og mindst 35 cm fra kraftplatformens laterale kant. Forsøgspersonen skulle udføre sin finte, så en 10 x 10 cm stor tapemarkering på kraftplatformens midte blev ramt med foden. Dette krav blev opstillet, da antallet af fejlforsøg ønskedes minimeret. Fra platformens midte skulle forsøgspersonen springe med en vinkel på 90° ud til siden og lande på modsatte ben og eventuelt fortsætte fintebevægelsen med det 3. og sidste skridt fremad. Der opsamledes fintedata fra begge ben, men for at begrænse mængden af data, valgtes det kun at bearbejde data fra det dominante ben.

Billederne nedenfor illustrerer forsøgspersoner i en fintesituation, hvor en landing samt et retningsskift foretages.



Forsøgspersonerne blev tildelt 3 prøveforsøg inden testen og der blev i alt opsamlet 5 godkendte forsøg for hvert ben. Et godkendt forsøg blev karakteriseret ved en berøring af tapemarkeringen på kraftplatformens midte, at hele foden var inden for kraftplatformen, samt at afsætsretningen var 90°, når forsøgspersonen satte af fra platformen, hvilket udgjorde standardiseringen. Forsøgspersonen fik mindst 30 sekunders pause mellem hvert forsøg. I en virkelig spilsituation udføres en finte for at komme udenom en forsvarsspiller, hvilket angrebsspilleren har 3 skridt til.

Hvis et retningsskift blev for blødt fx ved en springretning på 45° eller 60°, ville spilleren formegentlig lave en angrebsfejl¹¹. Det 90° skarpe retningsskift blev derfor indlagt for at virkeliggøre finten mest muligt.

Hinkeserien

Via pilotforsøg blev der eksperimenteret med metoder, hvorpå fintens belastning på knæet kunne rekonstrueres via en standardiseret test. Afstand til platform, skarphed i retningsskift samt fart ind til kraftplatform blev standardiseret. Der blev i pilotforsøg afprøvet hhv. 2, 3, og 4 hink indtil kraftplatformen. Resultaterne viste, at 4 hink gav den mest konstante hastighed, hvorfor serien blev konstrueret med dette antal hink. Tapemarkering på kraftplatformens midte skulle rammes, dels for at undgå for mange fejlforsøg, men ligeledes for at kontrollere at alle forsøgspersoner udførte testen så ens som muligt. Forsøgspersonen blev instrueret i at starte på samme tapestreg som ovenstående test.

Forsøgspersonen skulle hinke på 4 markerede tapestreger og ind på kraftplatformen. Der var 1 m mellemrum mellem hver tapestreg dvs. 1 m mellem hvert hink. Forsøgspersonen skulle hinke ind på kraftplatformen og herfra springe 90° ud til siden og lande på modsatte ben (bilag 6). Forsøgspersonerne blev gjort opmærksom på, at de skulle springe så hurtigt som muligt ud til siden efter gulvkontakt, for at bevægelsen simulerede finten mest muligt. Testen blev udført på begge ben, men det valgtes som i ovenstående test, kun at databearbejde fra dominant ben. Prøveforsøg, antal godkendte forsøg samt pause var identiske med ovenstående fintetest.

Billederne nedenfor illustrerer hinkeserien.



¹¹ En angrebsfejl forekommer, hvis den angribende spiller løber direkte ind i forsvarsspilleren.

Interventions- og kontrolgruppe

Både interventions- og kontrolgruppe blev udsat for 15 minutters aktivitet. Kontrolgruppen cyklede på stationær ergometercykel med en standardiseret intensitet mellem 50-80 watt. Denne lette belastning var tiltænkt at holde forsøgspersonerne varme indtil 2. testrunde blev påbegyndt. Interventionsgruppen gennemførte et 15 minutters forebyggende neuromuskulært træningsprogram. Inden 2. testrunde blev påbegyndt, havde forsøgspersonen 10-15 minutters pause, mens eventuelle erstatningsmarkører blev påsat, og et nyt statisk forsøg blev optaget.

Billederne illustrerer kontrolgruppe og interventionsgruppe.



Dette skadesforebyggende neuromuskulære program var udviklet af Myklebust, G. et al (2003) som konkluderede, at det var muligt at forebygge ACL skader ved specifik neuromuskulær træning hos norske kvindelige håndboldspillere over en sæson.

I forhold til Myklebust, G. et als (2003) oprindelige træningsprogram (bilag 7) valgtes det i dette studie, at kombinere 7 forskellige øvelser til det 15 minutters opvarmende træningspas. Udgangspunktet blev taget i dette program, da øvelserne specifikt var designet til håndboldspillere og derfor tager højde for bevægemønstre og risikosituationer, som håndboldspillere udsættes for under træning og kamp.

De 7 valgte øvelser i interventionen

Instruktionen fokuserede generelt på at forsøgspersonen havde fuld fodkontakt, kom godt ned i knæ samt at knæ pegede i samme retning som tæerne.

A1 Løb med stem



Øvelsesforklaring: Forsøgspersonen skulle løbe stille og roligt over en strækning på 10 m (x 12 ture) med små indlagte retningsskift (stem), mens denne blev observeret og givet feedback på styring af knæ.

A4 Hop med vending



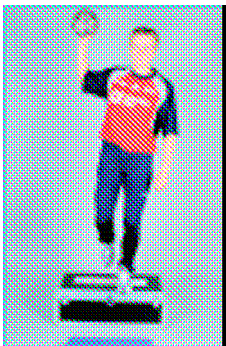
Øvelsesforklaring: Forsøgspersonen sprang 180° frem og tilbage med et lille puf fra hjælper, så landingen blev sværere at kontrollere. Forsøgspersonen skulle lande godt nede i knæ på to ben og finde balancen før der igen måtte springes (10 hop x 2).

B1 Boldmodtagelse på et ben



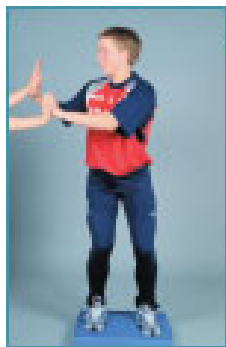
Øvelsesforklaring: Forsøgspersonen blev instrueret i at stå på et ben på Airex® i 15 sekunder (x 4). En bold blev kastet i forskellige højder og tempi, som forsøgspersonen skulle gribe mens balancen skulle opretholdes.

B2 Spring med to-benslanding



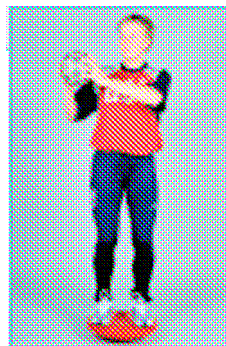
Øvelsesforklaring: Forsøgspersonen stod på en stepbænk og skulle springe op i luften, gribe en bold og lande kontrolleret på en Airex® på gulvet, godt nede i knæ. Her skulle forsøgspersonen stå med fleksion i knæene i 2 sekunder, før hun måtte komme op igen (10 spring x 2).

B4 Et bens kamp på Airex®



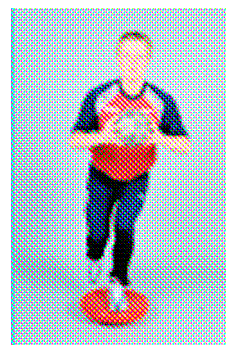
Øvelsesforklaring: Forsøgspersonen stod på et ben på Airex® og hjælperen ligeledes overfor. Øvelsen havde et konkurrencemoment indlagt, hvor det gjaldt om at skubbe hinanden ud af balance (15 sekunder på hvert ben x 2).

C1 Boldmodtagelse på vippebræt



Øvelsesforklaring: Forsøgspersonen stod med begge fødder på vippebræt og modtog bold i forskellige højder og tempi mens balancen skulle opretholdes (15 sekunder x 2).

C2 To-bens knæbøjninger på vippebræt



Øvelsesforklaring: Forsøgspersonen stod med begge fødder på vippebrættet og udførte knæbøjninger ned til ca. 70° i knæene (10 stk. x 2).

Ovenstående billeder stammer fra Myklebusts oprindelige træningsprogram.

Data analyse

Rådata blev bearbejdet med funktioner i Workstation version 4.6. Hvert enkelt forsøg blev sikret at indeholde tilstrækkelig brugbart data, inden rådata kunne gennemgå to grundlæggende processer som forberedelse til eksportering til Matlab¹². De grundlæggende processer involverede bl.a. matematisk beregnet rekonstruktion af manglende markører¹³, filtrering af kraftplatformsstøj med et 50 Hz Lowpass-Butterworth filter og beregning af ledcentre vha. ”dynamic gait Model”. Hæl isæt og tå afsæt blev yderligere defineret for at kunne identificere kontakttid på kraftplatform, og dermed blev 3D bevægelse synkroniseret med kraftplatformsdata.

Af det samlede antal forsøg var det ikke muligt at bearbejde brugbart rådatamateriale fra i alt 45 forsøg fordelt ligeligt over alle forsøgspersonerne¹⁴, hvorfor disse blev frasorteret.

I Matlab blev data omdannet fra Workstation til talværdier i Microsoft Office Excel, og værdier for den enkelte forsøgspersons højre og venstre ben præ- og posttest blev sorteret. Gennemgang af værdierne førte til yderligere 8 kasserede forsøg, da disse ved nærmere eftersyn anviste anatomisk umulige værdier, hvilket blev tilskrevet ukendte metodiske fejl.

Af indsamlede værdier udvalgte følgende knæparametre til statistisk analyse: Maks. fleksion, maks. valgusmoment samt valgusrange (tabel 1).

Statistisk metode

Statistisk analyse blev udarbejdet via SPSS (SPSS for Windows, Release 13. 2004, SPSS Inc., Chicago, IL) statistisk software, da programmet benyttes som standard i Hvidovre Hospitals Ganglaboratorium.

Der udførtes en Kolmogorov-Smirnov test for at undersøge, om data var normalfordelte (bilag 8), og for at undersøge om variansen af de to grupper var ens ved baseline udførtes en Levenes's

¹² Matlab er et programmeringsprogram til skrivning af små programmer, der udtrækker relevant data fra rådata, så det kan indlæses i eksempelvis Excel og beregnes statistisk.

¹³ En markør der ikke kan lokaliseres af kameraerne fx fordi forsøgspersonen skygger for den i et givent tidsrum, kan den manglende markør genskabes ud fra beregninger.

¹⁴ Fx fravalgte forsøg hvor data til trods for filtrering ikke muliggjorde genskabelse af forsvundne markører, da tidsintervallet var for stort til at programmet i Workstation kunne beregne en realistisk placering af markøren. Dette ville give for store fejlberegne vinkler og ledcentre.

Test for Equality of Variances i SPSS. Data var overvejende normalfordelte og med ens varians. Parametrisk statistik blev benyttet, selvom enkelte parametre i kontrolgruppen ikke viste sig at være normalfordelte.

Studiets design indeholdt to grupper til sammenligning og derfor benyttedes en T-test.

For at teste om træningsgruppen udviklede sig anderledes end kontrolgruppen, blev en parret T-test benyttet, for at afgøre om der fandtes signifikante forskelle fra præ- til posttest indenfor hver af de 2 grupper.

Herefter blev en uparret T-test gennemført for præ- og postdata for at sammenligne de 2 grupper med hinanden. Signifikansniveauet blev fastsat ($P \leq 0,05$).

Etiske overvejelser

Der er i henhold til Helsinki deklARATIONEN (www.im/betænkningominformationogsamtykkeiforbindelsemedforsøg.dk, 1997), overholdt alle gældende regler om at alle oplysninger vedrørende forsøgspersonerne beskyttes efter lov om behandling af personoplysninger og lov om patienters retsstilling.

Før testningen påbegyndtes blev Den Centrale Videnskabsetiske Komité i København søgt om tilladelse og godkendelse til at gennemføre forsøget. Den skriftlige information blev udfærdiget i henhold til "Bekendtgørelse om information og samtykke ved inddragelse af forsøgspersoner i biomedicinske forskningsprojekter" ([www.cvk.im/Årsberetning 2004.dk](http://www.cvk.im/Årsberetning2004.dk), 2007).

Alle interesserede forsøgspersoner blev mundtlig og skriftlig informeret omkring forsøgets formål, metoder, risici samt forventede fordele ved at deltage (bilag 9). Forsøgspersonerne blev gjort opmærksomme på, at de kunne tage en bisidder med, og havde mulighed for at stille uddybende spørgsmål i forhold til forsøget.

Forsøgspersonerne blev ligeledes gjort opmærksom på, at deltagelse var frivillig, og at de til enhver tid kunne melde fra. Forsøgspersonerne fik derudover også udleveret folderne: "Dine rettigheder som forsøgsperson" og "Før du beslutter dig" downloaded fra Den Centrale Videnskabsetiske Komités hjemmeside (www.cvk.im/forsøgspersoner.dk, 2007).

Såfremt forsøgspersonerne ønskede at deltage i forsøget indhentes informeret skriftligt samtykke. Til dette samtykke benyttedes den fortrykte formular fra Den Centrale

Videnskabsetiske Komité (www.cvk.im/materiale-informeret_samtykke.dk, 2007). Velvidende at ACL skader oftest sker i nonkontakt situationer, som fx de test forsøgspersonerne udsættes for, vurderes det at der var markant mindre risiko for at pådrage sig en skade under testningen, da bevægelserne styredes af forsøgspersonerne selv. Dog var bevægelserne håndboldrelevante, som de involverede personer havde udført utallige gange under træning og kamp. Der var ingen risiko for kontakt med modstander og ingen uforudsete distraktionselementer som fx modtagelse af bold og indflydelse fra med- og modspillere. Undersøgelser har vist, at elementet af uforudseenhed kan øge risikable belastninger af knæleddet (Besier, T. F., Lloyd, D. G. Ackland, T. R., Cochrane, J. L., 2001).

Derfor var der en rimelig grund til at antage, at bevægelsesmønstrene var kendte for personen og ikke ændrede sig, med mindre denne specielle neuromuskulære skadesforebyggende træning tilførtes.

I nærværende projekt valgtes en kontrolgruppe, der som bekendt ikke fik gavn af den skadesforebyggende træning. For at give deltagende forsøgspersoner mulighed for at nedsætte risikoen for ACL skader, fik alle efter endt test udleveret og introduceret Myklebusts skadesforebyggende program. Da ingen af forsøgspersonerne trænede kontinuerlig og målrettet skadesforebyggende træning i klubben, tilbød forfatterne af dette studie at komme ud til klubberne og introducere og instruere træningsprogrammet samt fremlægge projekresultaterne.

Litteratur søgning

Da håndbold ikke er en stor idrætsgren i lande som USA, England og Australien, hvor størstedelen af litteraturen stammer fra, er der ikke mange forskere, der beskæftiger sig med undersøgelse og analyse af knæets belastning under en håndboldspecifik finte. Derimod er der lavet talrige undersøgelser, der kortlægger knæets bevægelser og belastninger under et retningsskift i amerikansk fodbold, basketball, fodbold og volleyball¹⁵, hvorfor en stor del af det litterære materiale i denne opgave baseredes på disse studier.

Materialet der benyttedes i denne opgave bestod hovedsagelig af artikler fra Hvidovre Hospitals Ganglaboratorium lokaliseret på Pubmed. Denne litteratur blev suppleret med søgninger på

¹⁵ Disse idrætsgrenes bevægelsesmønstre ligner i høj grad en håndboldfinte, da en finte er et kraftigt retningsskift, hvori der indgår en landing, deceleration og en kraftig acceleration.

Cochrane, Cinahl® og Pubmed (bilag 10), hvor der søgtes på relevante ord eller forfattere, der beskæftigede sig med emnet. Tilmed blev søgemaskinen Google™, tidsskrifter fra DEFF (Danmarks Elektroniske Fag- og Forskningsbibliotek), KUB NORD (Sundhedsfaglige e-tidsskrifter) samt Ergo- og Fysioterapeutuddannelsens Biblioteks database Aleph benyttet for yderligere materiale til opgaven. Der er i øvrigt draget fordel af at læse artikler og tidligere bacheloropgavers referencelister til at lokalisere kilder.

Teori

ACL

Anatomi

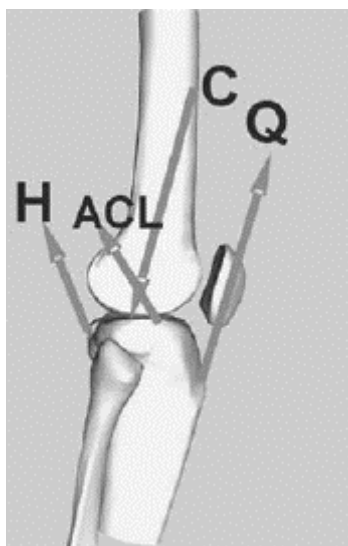
ACL og PCL har stor betydning for knæets sidestabilitet og er styrestrukturer i fleksions-ekstensionsbevægelser (Bojsen-Møller, F., 2003 s. 281). Korsbåndene udgøres af fibre der spændes i alle fleksionsgrader af knæet (Krogsgaard, R. M., 2002). Det er vist at indadrotation af tibia forlænger fibrene i ACL mere end ved udadrotation og dette er mest udtalt ved 30° fleksion. ACLs fiberlængde bliver ligeledes forøget ved anterior-posterior og proximal-distal bevægelse af femur i forhold til tibia. Lateral-medial bevægelse af tibia giver kun en lille forlængelse af ACL (Dienst, M., Burks, R. T., Greis, P. E., 2002).

Knæleddets dynamiske stabilitet

Knæets dynamiske stabilitet er afhængig af et harmonisk samspil og kontraktioner mellem m. quadriceps og haserne. Hvis ikke den dynamiske stabilitet er optimal belastes korsbåndene (Krogsgaard, R. M., 2002).

Ofte er m. quadriceps muskelkraft større end hasernes, hvilket kan hænge sammen med patellas placering som et sesamben i selve quadricepssenen. Dette forlænger musklens vægtstangsarm, hvorved den skal kunne yde en større kraft for at kontrahere sig (Bojsen-Møller, F., 2003 s. 279). Dette kan være et problem i forhold til belastning af ACL, da forskellen på muskelkraften i denne synergi absorberes i ACL ved at trække ligamentet henholdsvis anteriort eller posteriort (Dienst, M. et al, 2002). Haserne fungerer som dynamiske stabilisatorer til ACL. M. quadriceps er antagonist til ACL og ekcentrisk kraftudvikling i denne er hypotetisk en vigtig faktor i rupturen af ACL (Boden, B. P. et al, 2000). For at ACLs trækraft ikke overskrides, er det vigtigt, at

bevægelse sker glidende via ko-kontraktioner og afpasset koordination, så korsbånd og sideligamenter er mest muligt beskyttede (Krogsgaard, R. M., 2002). Muskel ko-kontraktion nedsætter belastningen på ACL, da der herved opstår kompression af leddet (Hewett, T. E. et al, 2005).



Figur 2 illustrerer hvorledes knæet påvirkes af kræfter fra ACL, haser (H), quadriceps (Q) og kompressionskræfter (C)
Figuren stammer fra Hewett, T. E. et al (2005).

Zebis, M. et al (2007) undersøgte de neuromuskulære adaptionsmekanismer udløst af et motorisk træningsprogram kombineret med tung styrketræning. Studiet omfattede kvindelige elitefodboldspillere og –håndboldspillere, og effektmålene blev udgjort af EMG, isokinetisk dynamometri og muskelbiopsi. Inden implementering af det motoriske træningsprogram pådrog to forsøgspersoner sig en ACL skade. Ved nærmere analyse af den neuromuskulære strategi under fintebevægelse fandt Zebis, M. et al (2007), at de to forsøgspersoner aktiverede deres hasemusculatur mindre end resten af stikprøven. Undersøgelsen viste i øvrigt at en simuleret håndboldkamp, hvor spillerne udtrættedes ved håndboldspecifikke aktiviteter, ændrede spillernes neuromotoriske aktiveringsmønstre for hasemusculaturen. Det viste sig, at den neuromuskulære aktivitet under prælændingsfasen faldt signifikant. Det medførte at hasernes mulighed for at støtte og stabilisere knæet under eksplosive bevægelser som finter ikke var optimal, hvorfor en øget risiko for ACL skade var til stede (ibid.).

Hvis hasemusculaturen ikke stabiliserer knæleddet optimalt, øges valgusvinklen og flektionsgraden i knæet nedsættes. Dette er vigtige elementer at kunne kontrollere for at undgå en ACL skade (Ebstrup, J. F., Bojsen-Møller, F., 2000).

ACLs mekaniske funktion

ACL hindrer i alle stillinger anterior glidning af tibia i forhold til femur i alle grader af fleksion i knæleddet. Sekundært forhindrer ACL valgus- og varusbevægelser samt rotation af tibia i forhold til femur (Krogsgaard, R. M., 2002).

Normale daglige belastninger på ACL udgør kun ca. 20 % af den maksimale kapacitet. Passiv fleksion fra 0°-90° viser en belastning på under 10 N. Ved hyperekstension eller fleksion over 120° vil kraften ofte være over 100 N (Dienst, M. et al, 2002). Den normale maksimale trækstyrke på ACL er 2000 N (Krogsgaard, R. M., 2002) og ligamentets snoede struktur med vifteform i enderne gør at det udspændes gradvist i yderstillinger (Bojsen-Møller, F., 2003 s. 281).

ACLs sensoriske funktion

Ved forskelle mellem den spænding nervesystemet forventer og den faktiske spænding ACL registrerer, vil mekanoreceptorer i ACL løbende underrette CNS (Bojsen-Møller, F., 2003 s. 286). Når ACL udsættes for stræk sker en reflektorisk kontraktion af haserne, hvilken dog udløses for langsomt til at beskytte ACL (Solomonow, M., et al, 1987). Derfor opstår der funktionel instabilitet ved overrivning af ACL (Krogsgaard, R. M., 2002).

Kønsforskelle og disponerende faktorer for ACL skade

Houston, L. J. & Wojtys E. M. (1996) har undersøgt det neuromuskulære respons ved et tibialt anteriort glid, hvilket viste at kvinder havde større tendens til at udvikle kraft i m. quadriceps, og at det generelt tog længere tid før haserne blev aktiveret hos kvinder sammenlignet med mænd (Som refereret i Boden, B. P., 2000).

Ved retningskift i forskellige idrætsgrene er der i flere undersøgelser fundet forskel hos kvinder og mænd. Kvinder har:

- Mindre fleksionsvinkel og større valgusvinkel i knæ (Sigward, M. S., Powers, C. M., 2006).
- Større m. quadriceps aktivitet og mindre hase aktivitet (ibid.).
- Større valgusmoment i den tidlige deceleration af et retningskift (ibid.).
- Langsommere aktiveringstidspunkt for haserne (Besier, T. F. et al, 2003).

ACL skadesmekanismer

ACL skader sker oftest i nonkontakt situationer ved et retningsskift eller i landing fra et hop. Knæet befinder sig typisk i let fleksion, valgus samt indadrotation af femur i forhold til tibia i disse situationer, og det er i denne bevægelseskombination ACL er mest belastet (Besier, T. F. et al, 2003). Studier har vist, at vigtige komponenter ved ACL skade er en fikseret fod samt deceleration (Boden, B. P., 2000), hvilket er den kombination, der ofte ses ved et retningsskift.

Besier, T. F. et al (2001) analyserede via 3D bevægelsesanalyse kinematikken i UE hos 11 mandlige deltagere under løb og retningsskift i forudsete og uforudsete situationer. Resultatet viste at valgusmomentet under et uforudset retningsskift på 60° blev øget med en faktor 1,5 i forhold til forudsete retningsskift (ibid.).

Olsen, O. et al (2004) viste ud fra 20 gennemgåede videoanalyser optaget i 1988-2004, at ACL skaden hovedsagelig fandt sted i fintebevægelser.

- 19 ud af 20 ACL skader forekom i angrebsfasen mens spilleren var i boldbesiddelse og blev vurderet til, at den skadede spiller var ude af balance og/eller var i færd med at undvige en kollision med en modstander.
 - I 12 af 20 situationer skete ACL skaden i en fintebevægelse, hvor kraftige valgusvinkler og rotationer kombineret med et næsten ekstenderet knæ, blev observeret hos de skadede spillere (se bilag 11).
 - 4 af 20 skader forekom i et-bens landing efter et hopskud. Knæet var næsten ekstenderet, i kraftig valgus samt udadrotation (bilag 12).
 - 3 af 20 skader skete i en accelerations eller decelerations aktion, hvor der ikke indgik en retningsændring.
- 1 ud af 20 ACL skader skete i forsvaret.
 - En direkte kollision medførte en overstrækning af den skadede spillers knæ.

Hewett, T. E. et al (2005) undersøgte kvindelige fodbold-, volleyball- og basketballspillere i et prospektivt kohorte studie, at spillere der senere blev ACL skadede typisk landede med 10°

mindre fleksion i knæet samt havde en større valgusvinkel end deres ikke skadede kolleger. I diskussionen anførte Hewett, T. E. et al (2005) at øget knæ valgusvinkler og -momenter er primære faktorer for øgede belastninger på ACL og dermed risici for ruptur (ibid.). Undersøgelser viste uenighed, om hvorvidt det er udadrotation eller indadrotation af tibia i forhold til femur, der medfører størst risiko for skade, men flest hælder til kombinationer hvor udadrotation af tibia indgår, som mest skadesfremkaldende (Boden, B. P., 2000).

Evidens for neuromuskulær træning

Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., Noyes F. R. (1999) introducerede et neuromuskulært springtrænings- og vægttræningsprogram, der havde til formål at nedsætte knæskader. Programmet var tidligere dokumenteret til at nedsætte valgus- og varusmomenter i knæet samt til at øge hasernes muskelkraft. Forsøgets materiale blev udgjort af 366 kvindelige atleter, der deltog i det 6 ugers træningsprogram samt 463 kvindelige atleter og 434 mandlige atleter, der ikke udøvede træningsprogrammet. Alle atleter var enten fodbold-, volleyball- eller basketballspillere. Effektmålet var optælling af antal skadestilfælde, og resultaterne viste reduktion af knæskader. Det blev vurderet at reduktionen var forårsaget af forbedring af både teknik og styrke (ibid.).

Ud fra et biomekanisk perspektiv er der efter neuromuskulær træning fundet positive resultater hos kvinder i form af øget UE muskelkraft samt rekruttering af motoriske enheder og forbedret spring- og landingsstrategier som følge af en ændring af teknik (Hewett, T. E. et al, 2005). Træningen fokuserede på at knæene pegede i samme retning som tærne og at kvinderne kom dybere ned i knæfleksion under landing. Der blev fundet bedre resultater hos kvinder frem for mænd, da kvindernes neuromuskulære baseline præstationsniveau ofte er lavere end mænds (ibid.).

Wedderkopp N., Kaltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., Froberg, K. (1999) undersøgte i et 10 måneders prospektivt interventionsstudie den skadesforebyggende effekt af et neuromuskulært træningsprogram hos 111 kvindelige håndboldspillere i alderen 16-18 år målt på antal skadede forsøgspersoner. Programmet var baseret på brug af vippebræt samt to eller flere funktionelle

aktiviteter for de store muskelgrupper. Resultaterne viste reduktion i både akutte og kroniske skadestilfælde (ibid.).

Söderman, K., Werner, S., Pietilä, T., Engström, B., Alfredson, H. (2000) udarbejdede et prospektivt randomiseret interventionsstudie med 221 kvindelige fodboldspillere, der undersøgte om vippebrætstræning nedsatte de traumatiske tilfælde af UE skader. Træningen skulle udføres selvstændigt i 10-15 minutter hver dag i 30 dage og derefter 3 gange pr. uge i 2 måneder. Studiets resultat blev vurderet ud fra posturalt svaj, og viste at vippebrætstræningen ikke viste den ønskede effekt (ibid.).

Caraffa, A., Cerulli, G., Proietti, M., Aisa, G., Rizzo, A. (1996) viste i et prospektivt kontrolleret studie, at vippebrætstræning nedsatte risikoen for ACL skader. I alt 600 fodboldspillere blev randomiseret til 2 grupper, hvor gruppe A skulle træne på vippebræt 20 minutter pr. dag i 30 dage og herefter 3 gange pr. uge i resten af sæsonen og gruppe B skulle træne som normalt (kontrolgruppe). Studiet strakte sig over 3 sæsoner, og resultaterne viste at der forekom 10 ACL skader i gruppe A mod 70 i gruppe B.

Myklebust, G. et al (1998) introducerede et neuromuskulært træningsprogram, der hypotetisk havde til formål at øge muskelstyrke, balance og proprioception (Som refereret i Holm, I. et al, 2003). Studiet omfattede 27 kvindelige elitehåndboldspillere i alderen 21-25 år fra 2 forskellige hold i Norge. Fra 1998-1999 forløb kontrollforsøget og de 2 efterfølgende år forløb selve interventions studiet¹⁶. Træningsprogrammet var opdelt i 3 forskellige stationer, hver station med 5 niveauer af progression. Træningspasset havde en varighed på 15 minutter og skulle udføres mindst 3 gange pr. uge i 5 uger og herefter opfølges 1 gang pr. uge. Hovedformålet med øvelserne var at øge opmærksomhed og knækontrol i landinger, fintesituationer osv. Resultaterne viste en signifikant forbedring af den dynamiske balance¹⁷ efter 5 uger og denne forbedring var vedligeholdet i posttest 1 år senere. Der blev efter 5 uger ingen signifikante forbedringer fundet i

¹⁶ Holm, I. et al (2003) beskrev et delstudie af Myklebust, G. (1998) omfattende studie.

¹⁷ Bendix, A., Bentzen L., Skall, H. F., Pedersen, K. C., Nielsen, H. (2001) definerer det at balancere som at søge den bedst mulige understøttelsesflade, at mobilisere den nødvendige muskelkraft, at fastholde stillingen, at koncentrere sig og samtidig være afspændt og i harmoni.

statisk balance, proprioception samt muskelstyrke. Holm, I. et al (2003) beskrev, at incidensen af ACL knæskader ikke var skildret i denne del af studiet, men at resultaterne fra hele populationen viste en reduktion fra 13 til 6 registrerede skader i det første interventions år. Holm, I. et al (2003) forklarer den dynamiske balancefremgang med læringseffekt, da de fleste øvelser i træningsprogrammet var dynamiske. Det påpegedes desuden behovet for nærmere undersøgelser af et neuromuskulært træningsprograms effekt på landingskræfter, knæmomenter, bedre teknik eller andre neuromuskulære parametre (ibid.).

Mandelbaum, B. R. et al (2005) undersøgte i et 2-årigt ikke randomiseret studie om et neuromuskulært og proprioceptivt træningsprogram kunne nedsætte hyppigheden af ACL skader hos kvindelige fodboldspillere. Der var totalt 1041 kvinder i interventionsgruppen og 1905 kvinder i kontrolgruppen alle i alderen 14-18 år fra henholdsvis 52 og 95 forskellige hold. Interventionsgruppens træningsprogram indeholdte 3 basis opvarmnings aktiviteter, 5 stræk teknikker, 3 styrke elementer, 5 plyometriske øvelser og 3 fodbold relaterede øvelser. Alle øvelserne havde fokus på kvaliteten af udførelsen og der blev lagt vægt på at forsøgspersonerne skulle flektre i knæ og hofte ved landinger. Kontrolgruppen udførte et almindeligt opvarmningsprogram udformet af holdets træner. Resultaterne viste at ACL skaderne 1. og 2. år af studiet hos interventionsgruppen blev reduceret med henholdsvis 88 % og 74 % i forhold til kontrolgruppen (ibid.).

Af ovenstående studier viser 5, at der var effekt af et neuromuskulært træningsprogram og 1 studie viste ingen effekt.

Fysioterapeutisk analyse og vurdering af interventionen

Alle øvelserne i dette studiets intervention fokuserede på kvalitet frem for kvantitet og indeholdt elementer der trænede teknik¹⁸, neuromuskulær kontrol¹⁹, proprioception²⁰, koordination²¹ samt stabilitet²² i UE med fokus på knæene. Desuden fik forsøgspersonen verbal feedback i alle øvelser, så teknikken løbende kunne korrigeres til den korrekte.

I henhold til Myklebust, G. et al (2003) teorier skal knæene pege i samme retning som tæerne, der skal landes godt nede i knæ og vægten skal fordeles på hele foden, hvilket var de verbale instruktioner, der blev givet til forsøgspersonerne undervejs i interventionen i alle øvelser. Ved øvelser uden spring eller landinger skulle forsøgspersonen ligeledes godt ned i knæ (ibid.).

Ifølge Olsen, O. et al (2004) undersøgelse var 19 ud af 20 spillere i ubalance samt i boldbesiddelse, da de blev ACL skadede. Ebstrup, J. F. & Bojsen-Møller, F. (2000) konkluderer desuden ud fra sine videoanalyser, at ACL skaderne skete i ukontrollerede situationer, i høj fart og ved forsøg på at undgå kollision med modspiller eller i forsvarssituationer med accelerationer eller retningsskift inkluderet.

På denne baggrund valgtes det, at alle øvelser skulle indeholde et balance aspekt samt at nogle af øvelserne desuden foregik med bold.

¹⁸ Gjerset, A. et al (2002) definerer teknik som en persons løsning af en given opgave.

¹⁹ Mandelbaum, B. R. et al (2005) beskrev neuromuskulær kontrol som det ubevidste efferente respons til et afferent signal vedrørende dynamisk led stabilitet.

²⁰ Mandelbaum, B. R. et al (2005) beskrev proprioception som det afferente signal der banes efter mekanisk stimuli, hvilket er afgørende for optimal motorisk kontrol. Det afferente signal opsamler information om position af leddet samt ledbevægelsen.

²¹ Gjerset, A. et al (2002) definerede koordination som evnen til at tilpasse kroppens bevægelser i forhold til hinanden og til omgivelserne.

²² Stabilitet defineres som musklernes evne til, gennem isometrisk muskelarbejde og ko-kontraktioner, at stabilisere leddene i en ønsket stilling som stabil basis for mobilitet (Bojsen-Møller J. et al, 2002).

Fysioterapeutisk vurdering af de 7 øvelser

A1 Løb med stem

Øvelsen træner kontrol af knæ under deceleration, ekcentrisk træning af m. quadriceps i landing samt koncentrisk arbejde i afsættet. Haserne trænes, da forsøgspersonerne kom godt ned i knæ (mere end 30°) i hvert stem, hvor haserne har gode arbejdsvilkår for knæstabilisering.

A4 Hop med vending

Øvelsens formål var at træne landingen fra fx et hopskud. Ofte får den angribende spiller en tackling i skudøjeblikket, så dette udfordrende moment, trænes med fuld kontrol.

B1 Boldmodtagelse på et ben

Ifølge Gentile (2001) er manipulation med underlag og objekt i uforudsigelig fart og retning en progression på højt niveau, hvor de motoriske færdigheder bliver udfordret betydeligt (Som refereret i Bendix, A. et al, 2001).

B2 Spring med to-benslanding

I denne øvelse progredieredes der i forhold til ovenstående øvelser. Øvelsen imiterede en landing fra et spring, hvor der manipuleredes med objekt, fart, ustabil underlag og egen krop i bevægelse.

B4 Et bens kamp på Airex[®]

I øvelsen trænes kontakt med modspiller mens balancen skulle holdes, skiftevis på højre og venstre ben. Denne øvelse udfordrer balanceevnen og opretholdelse af postural kontrol²³.

²³ Bader-Johansson, C. (1991) definerer postural kontrol som nervesystemets måde at aktivere muskulaturen med hensigtsmæssig muskelspænding i forskellige stillinger, bevægelser og ved udefra kommende forstyrrelser for at opretholde tyngdepunktet inden for understøttelsesfladen.

C1 Boldmodtagelse på vippebræt

Understøttelsesfladen var væsentlig nedsat, så denne øvelse trænede stabilitet omkring knæ, ankel, hofte, rygsøjle osv. Gjerset, A. et al (2002) påpegede, at det er det uvante i en bevægelsesopgave, der træner koordinationen. Da spillerne ikke er vant til at stå på et vippebræt, trænes koordination.

C2 To-bens knæbøjninger på vippebræt

I denne øvelse trænede den dynamiske stabilitet via et samarbejde mellem m. quadriceps og haserne i en kontrolleret squat bevægelse samtidig med at balancen skulle opretholdes.

Resultater

Resultatafsnittet er opdelt i følgende underafsnit: Antropometriske målinger, resultater for fintebevægelsen og korrelation.

Resultater for hinkeserien ses i bilag 13, og rådata for hele stikprøven ses i bilag 14 & 15.

Antropometriske målinger

Nedenstående tabel viser baseline data på forsøgspersonerne i henholdsvis interventionsgruppen, kontrolgruppen og hele den samlede stikprøve.

Tabel 3 Baseline data for forsøgspersoner

Gruppe	N.	Mean	SD
Interventionsgruppe			
• Alder (år)	12	17.00	± 1.3
• Højde (cm)	12	164.4	± 7.4
• Vægt (kg)	12	58.8	± 6.9
Kontrolgruppe			
• Alder (år)	12	16.5	± 1.2
• Højde (cm)	12	169.1	± 2.4
• Vægt (kg)	12	62.8	± 7.2
Den samlede stikprøve			
• Alder (år)	24	16.8	± 1.3
• Højde (cm)	24	166.7	± 5.9
• Vægt (kg)	24	60.8	± 7.2

Tabel 3 viser, at der ved baseline ingen signifikante forskelle var mellem interventionsgruppen og kontrolgruppen ved parametrene vægt, alder og højde ($p \geq 0.1$). Dog var forsøgspersonerne i kontrolgruppen højere end i interventionsgruppen ($p \leq 0.049$).

Resultater for fintebevægelsen

Sammenligning af grupperne

Nedenstående tabel viser testværdierne for parametrene maks. knæfleksion, maks. valgusmoment og valgusrange i henholdsvis præ- og posttest inden for de respektive grupper. Tabellen beror på gennemsnit for gruppen, og viser ligeledes den eksakte difference mellem grupperne på de forskellige parametre.

Tabel 4 Sammenligning af gruppernes fintedata

Finte Sammenligning af grupperne				
	Interventionsgruppe	Kontrolgruppe	difference	P-værdi
Prætest				
• Maks. knæfleksion (°)	60.9	60.4	0.4	0.862
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-607.7	-631.2	23.6	0.827
• Valgusrange (°)	-1.5	-3.0	1.5	0.064
Posttest				
• Maks. knæfleksion (°)	61.3	60.6	0.7	0.787
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-614.9	-762.5	147.6	0.341
• Valgusrange (°)	-4.1	-4.9	0.8	0.547

Valgusmoment angives i negative værdier (-).

Sammenligning af interventionsgruppens og kontrolgruppens prætest

Ved sammenligning af interventionsgruppen og kontrolgruppen blev der ikke fundet signifikant forskel på prætest mellem grupperne for parametrene maks. knæfleksion (**p = 0.862**), maks. valgusmoment (**p = 0.827**) og valgusrange (**p = 0.064**).

Sammenligning af interventionsgruppens og kontrolgruppens posttest.

Ved sammenligning af interventionsgruppen og kontrolgruppen blev der ikke fundet signifikant forskel på posttest mellem grupperne inden for parametrene maks. knæfleksion (**p = 0.787**), maks. valgusmoment (**p = 0.341**) og valgusrange (**p = 0.547**).

Sammenligning inden for gruppen

Efterfølgende ses, om der er sket en udvikling inden for hver gruppe.

Tabel 5 viser testværdierne for parametrene maks. knæfleksion, maks. valgusmoment og valgusrange inden for de respektive grupper i henholdsvis præ- og posttest. Tabellen viser gennemsnit for gruppen, og viser ligeledes den eksakte difference mellem præ- og posttest inden for gruppen.

Tabel 5 Sammenligning af fintedata inden for grupperne

	Finte			
	Sammenligning inden for gruppen			
	Prætest	Posttest	difference	P-værdi
Interventionsgruppen				
• Maks. knæfleksion (°)	60.9	61.3	0.4	0.655
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-607.7	-615.0	7.3	0.098
• Valgusrange (°)	-1.5	-4.1	2.6	0.028*
Kontrolgruppen				
• Maks. knæfleksion (°)	60.4	60.6	0.2	0.857
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-631.2	-762.5	131.3	0.129
• Valgusrange (°)	-3.0	-4.9	1.9	0.051*

Sammenligning inden for interventionsgruppen

Inden for interventionsgruppen blev der ikke fundet signifikant forskel fra præ- til posttest inden for parametrene maks. knæfleksion ($p = 0.655$) og maks. valgusmoment ($p = 0.098$).

Der blev fundet signifikant forskel fra præ- til posttest ved parameteret valgusrange ($p = 0.028$)*.

Sammenligning inden for kontrolgruppen

Inden for kontrolgruppen blev der ikke fundet signifikant forskel fra præ- til posttest inden for parametrene maks. knæfleksion ($p = 0.857$), maks. valgusmoment ($p = 0.129$) og valgusrange ($p = 0.051$)*. Sidste parameter ligger dog tæt op ad at være signifikant forskellig fra præ- til posttest, hvilket antyder, at der i kontrolgruppen ses en tendens til en ændring i valgusrange. Begge grupper bevæger sig i samme retning relateret til valgusrange.

Opsummering

Resultaterne for finten viste, at der ved sammenligning af interventionsgruppen og kontrolgruppen ikke blev fundet signifikant forskel på henholdsvis prætest og posttest mellem grupperne.

Inden for interventionsgruppen fandtes en signifikant forskel fra præ- til posttest ved parameteret valgusrange ($P = 0.028$). Forskellen i grader var 2.6° i negativ retning, hvilket betød at interventionsgruppen i gennemsnit øgede valgusrange efter interventionen.

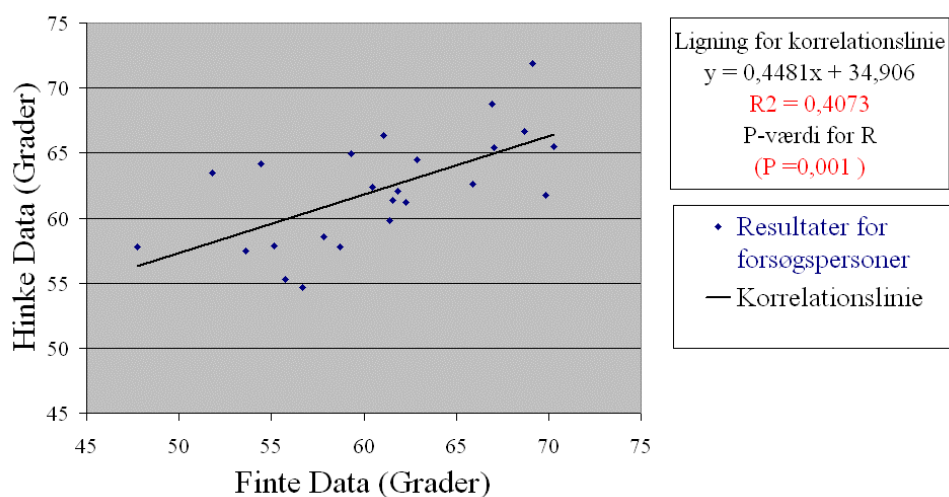
Inden for kontrolgruppen fandtes tilnærmelsesvis en signifikant forskel fra præ- til posttest ved parameteret valgusrange. ($P = 0.051$) En forskel på 0.001 differentierer, om der er signifikant forskel. Forskellen i grader var 1.9° i negativ retning, hvilket betyder at kontrolgruppen i gennemsnit havde en tendens til øget valgusrange efter 15 min cykling.

Korrelation

Korrelation mellem finte- og hinkebevægelse baseredes på prætest, da grupperne ved denne test endnu ikke var påvirket af interventionen.

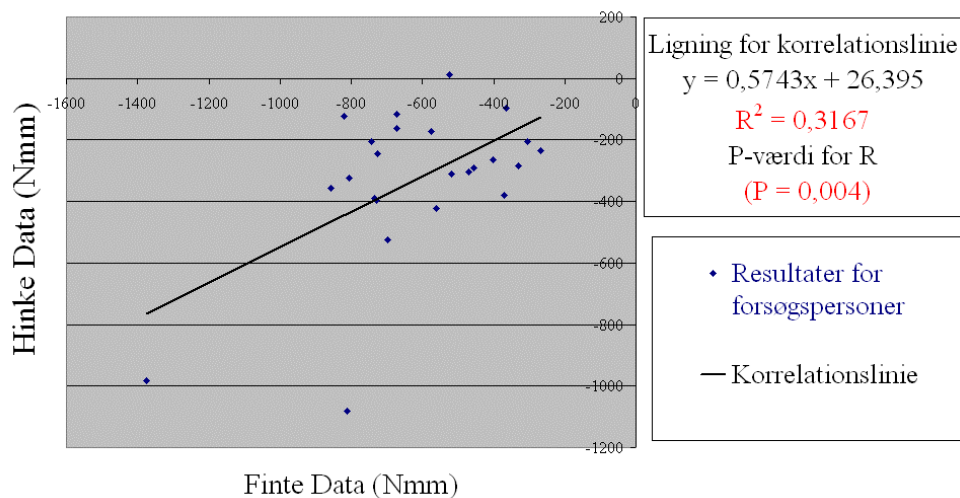
Der blev fundet følgende korrelation mellem finte- og hinkebevægelsen på parametrene maks. knæfleksion ($r = 0,638$, $p = 0,0008$), maks. valgusmoment ($r = 0,563$, $p = 0,004$), men ikke på valgusrange ($r = 0,337$, $p = 0,107$).

Maks Knæfleksion

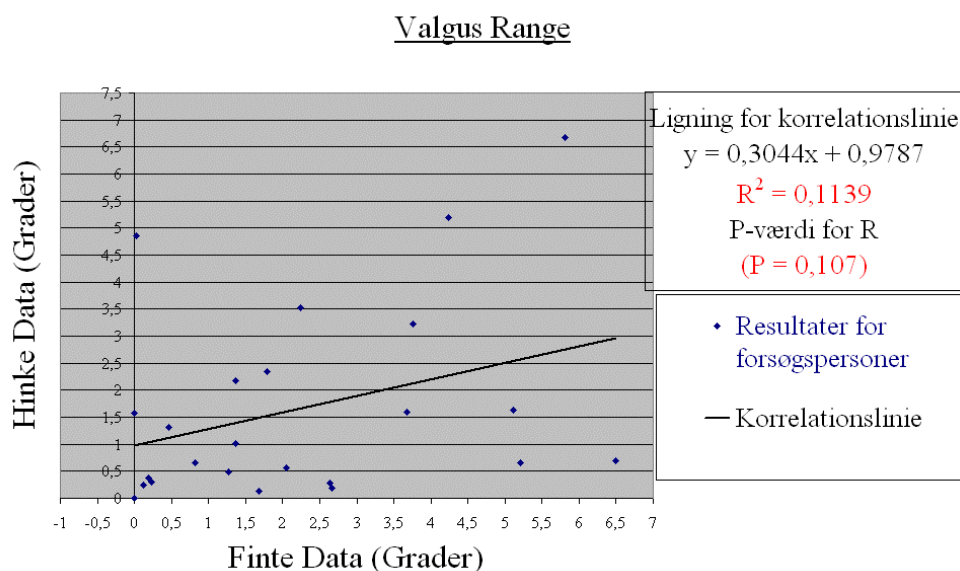


Figur 3 viser korrelationen mellem finte- og hinkedata for parameteret maks. knæfleksion ($r = 0,638$). Y-aksen viser hinkedata og X-aksen viser fintedata. Som det fremgår af tendenslinien ligger finte- og hinkedata forholdsvis tæt.

Maks Valgus moment



Figur 4 viser korrelationen mellem finte- og hinkedata for parameteret maks. valgusmoment ($r = 0,563$). Y-aksen viser hinkedata og X-aksen viser fintedata. P-værdien for korrelationen ved maks. valgusmoment er ($p = 0,004$), hvilket betød at korrelationsværdien er signifikant ved denne parameter. Som det fremgår af tendenslinien er data nogenlunde samlet, men der er dog outliers.



Figur 5 viser korrelationen mellem finte- og hinkedata for valgusrange ($r = 0.337$). Y-aksen viser hinkedata og X-aksen viser fintedata. P-værdien for korrelationen ved valgusrange er ($p = 0.107$), hvilket betød at korrelationsværdien ikke var signifikant ved denne parameter. Der fandtes ikke en god korrelation, da spredningen af data var for stor.

Diskussion

Metodediskussion

Metoder evalueres ved hjælp af validitet og reliabilitet. Disse afhænger bl.a. af den anvendte teknik (kamerapålidelighed, markørpåsætning, wands osv.), og designets styrke hvor evt. forsøgsmateriale, træthed eller læring kan påvirke resultatet.

Forsøgsmateriale

Det kan ikke udelukkes, at resultaterne ville udarte sig anderledes, hvis projektet havde inkluderet flere forsøgspersoner. 24 spillere endte som stikprøve for ca. 1.500 elite spillere²⁴, hvilket ikke formodes at repræsentere populationen tilstrækkeligt.

Det kan diskuteres, om studiets forsøgsmateriale kvalitetsmæssigt var sammenligneligt i de to grupper, da de individuelle tekniske færdigheder hos spillerne ikke var niveaumæssigt ens, men omvendt er studiet randomiseret, så fordelingen formodes at være lige.

²⁴ Ud af en samlet population på ca. 20.000 15-18-årige piger er ca. 1.500 af dem elitespillere defineret ud fra placeringen i de 3 bedste rækker i Danmark.

Af pragmatiske årsager udvalgte forsøgspersoner fra kun 2 klubber, der tilfældigvis kun havde hold i den bedste og næstbedste række, hvilket betød at en nystartet spiller pr. definition spillede elitehåndbold. Dermed kunne nogle af de spillere der tilmeldte sig forsøget være ”begyndere”, hvorved der muligvis ikke forekom den samme kvalitet i finten hos alle deltagere. En materialeændring i dette studie kunne involvere samarbejde med flere klubber, hvorved de reelle elitespillere til projektet udvælges.

Valg af parametre

Det kan diskuteres om valget af parametre var tilstrækkelig fyldestgørende til at beskrive hvorledes knæet belastes under en finte. Fx influerer bevægelser i hofte og ankel ligeledes på knæet, da eksempelvis øget hofteadduktion pga. svag m. gluteus medius i en fintesituation med fikseret fod kunne tænkes at påvirke knæet i yderligere valgus.

Der blev i alt opsamlet data på 35 forskellige parametre for ankel-, knæ-, og hofteled der kunne kombineres på utallige måder. Men af hensyn til projektets omfang begrænsedes databearbejdningen til 3 knæparametre velvidende at disse ikke alene formår at beskrive knæets belastning og bevægelse under en finte.

Flere undersøgelser underbygger, at ACL er mest belastet ved let fleksion, valgus og rotation i knæet (Besier, T. F. et al, 2003 & Olsen, O. et al, 2004).

Hewett, T. E. et al (2005) konkluderede tilmed i sin undersøgelse, at særligt store valgusvinkler og -momenter var centrale for skadesmekanismen ved en ACL skade. Det var på baggrund af ovenstående undersøgelser, at studiets parametre blev udvalgt.

Validitet

Metoden giver mulighed for at undersøge kinetik via kraftplatform og/eller 3D kinematik og/eller analyse via videokamera. Hvis markørerne sidder optimalt, og metoden er reliabel, kan der argumenteres for at der er god overfladevaliditet.

Metodens indholdsvaliditet kan der ligeledes argumenteres for er god, da denne dækker mange af de elementer, der ellers anvendtes i forhold til måling af dynamisk knæstabilitet, herunder knæfleksionsvinklen, valgusvinklen og valgusmomentet. Metoden var dog ikke fyldestgørende i

forhold til koordination og motoriske enheders ”fyring” i dynamisk knæstabilitet, da der ikke blev anvendt EMG måling.

Der findes endnu ikke enighed blandt forskere om en ”guldstandard” for måling af knæstabilitet. Nogle af dette studies data kan dog sammenholdes med videokameraoptagelser i 2D, hvor der herudfra kan foretages en fysioterapeutisk bevægeanalyse. Forskere har analyseret knæets belastning under retningsskift og landinger i ganglaboratorier ved hjælp af 3D værktøjer (Besier, T. F. et al, 2003), hvor der er fundet resultater i samme størrelsesorden som nærværende studie²⁵, hvilket kan styrke validiteten af metoden i dette studie. Et senere studie dokumenterer en vis overfladevaliditet (Hewett, T. E. et al, 2005), men det er umiddelbart ikke muligt at sammenligne metoden i dette studie direkte med en anden, da ingen har udviklet og undersøgt en håndboldspecifik finte.

Reliabilitet

En af fejlkilderne i metoden er, at hinkeserien ikke blev testet for reliabilitet. Via pilotforsøg før studiets start, blev det testet, at der fremkom sammenfaldende resultater på forsøgspersonen i 5 forskellige forsøg udført efter hinanden. Dette blev udført med 2 forskellige forsøgspersoner.

Hvis hinkeserien skulle testes for reliabilitet, skulle der testes på flere personer og den samme person skulle testes på mindst 2 forskellige dage, hvor det kunne udelukkes, at personen var blevet bedre, mere trætt eller på anden måde havde ændret sig mellem de 2 testforsøg.

For at få fastlagt et absolut udtryk for reliabiliteten for testene kunne der anvendes Bland-Altman-plottet, hvor der aflæses det interval, indenfor hvilke der kan forventes at finde 95 % af resultaterne af de to gentagne målinger (Lund, H. & Røgind, H., 2004 s.110).

Der gøres opmærksomhed på, at det er en svaghed ved metoden og studiets udsagnskraft, at der ikke er foretaget en testning af metodens reliabilitet. Hewett, T. E. et al (2005) har påvist god reliabilitet indenfor dropjumptesten med en korrelationskvotient på > 0.93 ved undersøgelse af dropjump. Hewett, T. E. et al (2005) har anvendt samme målemetode som nærværende studie, hvorfor reliabiliteten af dette studies metode ligeledes kunne tænkes at opnå en høj korrelation.

²⁵ Værdierne sammenholdes i resultatdiskussionen.

Tekniske usikkerheder

Refleksmarkører og wands placering kan være en stor fejlkilde i studiet. Proximale wands blev justeret, så refleksmarkøren stod på linie i forhold til knæ- og hoftedscentrum. Distale wands justeredes i forhold til ankel- og knæledscentrum. Hvis en wand blev ramt under et forsøg, justeredes den manuelt tilbage på linie af samme person som påsatte dem. Hvis en refleksmarkør faldt af undervejs, blev den erstattet uden, at der blev foretaget et nyt statisk forsøg. Hvis et nyt statisk forsøg skulle udføres, hver gang en refleks eller wand blev slået, ville det resultere i, at der skulle afsættes 4-5 timer pr. forsøgsperson. Dette vurderedes ikke at være etisk rimeligt, samt formegentlig give sig udslag i andre fejlkilder i form af træthed, bedre læring, forskellige forsøgsantal pr. person samt ulige tidsintervaller mellem de forskellige dele af testen. Derfor fravalgtes et nyt statisk forsøg.

Træthed

En anden fejlkilde kunne være træthedskomponenten. Det syntes væsentligt hårdere at gennemføre træningsprogrammet end at cykle 50-80 watt i 15 minutter. Det kan tænkes, at personerne i interventionsgruppen har været mere udmattede. Hver forsøgsperson lavede i alt 68 forsøg plus eventuelle fejlforsøg²⁶ i gennemsnit 3 stk. pr. forsøgsperson.

Det må antages, at forsøgspersonerne blev mere trætte efterhånden, men samtidig burde de træningsmæssigt være på så højt et niveau, at det ikke kunne tænkes at påvirke resultaterne væsentligt. Træthed kunne muligvis anskueliggøres ud fra forsøgspersonens kontakttid med kraftplatformen, men denne var tidsmæssigt den samme i begge grupper i både præ- og posttest.

Tabel 6 Gennemsnits tid på kraftplatformen

	Finte prætest	Finte posttest	Hinke prætest	Hinke posttest
Gns. kontakttid på kraftplatform.(ms)	0.370	0.367	0.372	0.329

Ovenstående tabel viser gennemsnits tiden for alle forsøgspersonerne hvorpå de påvirker kraftplatformen i henholdsvis finte og hinkeserie.

²⁶ Et fejlforsøg blev defineret som et testforsøg hvor forsøgspersonen ikke formåede at ramme kraftplatformens markering og ikke sprang den anviste 90° retning ud til siden.

Zebis, M. et al (2007) fandt på samme vis ingen forskel i kontakttid, selvom EMG målinger viste, at der skete en udtrætning af UEs muskulatur. På denne baggrund kan kontakttid på kraftplatformen ikke entydigt bruges som indikator for træthed, og da EMG, laktatmålinger eller pulsmonitører heller ikke var en del af designet, kan det ikke afgøres om der var forskel i træthedsniveauet mellem grupperne. Sammenfattende er det derfor rimeligt at antage, at der ingen forskel var.

Læringseffekt

Umiddelbart kunne det forventes at alle forsøgspersonerne udførte testene bedre i posttesten, da de på dette tidspunkt havde gennemført testene én gang og derfor vidste, hvorledes disse skulle udføres. Læringen i denne situation kunne være en fejlkilde og vigtig at inddrage i overvejelserne omkring forskelle i parametre fra præ- og posttest. Omvendt kan det diskuteres, om forsøgspersonerne reelt indlærte bevægelserne, da de via deres idrætsgren formodes, at kende til disse bevægelser på forhånd. Forsøgspersonerne fik ikke feedback eller blev korrigeret undervejs i selve testningen, dette taler for at der sandsynligvis ikke var et læringsmoment.

Hvis interventionsgruppen havde forbedret sig i forhold til kontrolgruppen fra præ- til posttest, kunne dette tilskrives læringsmomentet af interventionen, hvilket er formålet med at inddrage en kontrolgruppe.

Resultatdiskussion

Momenter i relation til andre studier

I nærværende studie viste resultaterne for de to grupper, at en forudsigelig håndboldfinte på 90° gennemsnitlig belastede knæet i valgus med 0,6 Nm/kg (bilag 14). Besier T. F. et al (2001) analyserede valgusmomenter ud fra forudsigelige og uforudsigelige retningsskift på 60°. Undersøgelsen viste at gennemsnits valgusmomenter i uforudsete retningsskift belastede knæet i en valgusretning med ca. 0,4 Nm/kg (ibid.). Yderligere viste Besier T. F. et al (2001), at valgusmomentet øges med 1,5 gang, når retningsskiftet bliver uforudsigeligt (teoriafsnit s. 25). En finte i håndbold kan ud fra dette vurderes at være mere belastende for ACL end ved et retningsskift på 60°. Dette sammenholdt med at belastningen i en virkelig spilsituation,

sandsynligvis medfører at valgusmomentet øges væsentligt, da den uforudsigelige faktor af håndboldspillet karakter skal tages i betragtning.

Håndboldspillere udfører spilteknisk langt skarpere finter end finter udført i fx basketball, hvor spillerne kun har 1 skridt til rådighed. Dette kan måske være en af årsagerne til at håndboldspillere oftere udsættes for ACL skade.

Èt opvarmende træningspas

Resultaterne i herværende studie har påvist, at ét enkelt neuromuskulært opvarmende træningspas ikke har været nok til at vise permanent ændring i forhold til bevægelsesstrategier. Fremtidige studier bør derfor fokusere på at undersøge tidsperspektivet mere end 1 gang og op til 5 uger.

En undersøgelse af 40 hop pr. forsøgsperson udført af Cowling E. J., Steel, J. R. & McNair, P. J. (2003) viste, at verbal instruktion omhandlende ”at komme længere ned i knæ” ved landing, gav signifikant større knæfleksion og derigennem mindre belastning på ACL.

Den læring der formodes at forekomme ved ét enkelt træningspas er en øget kropsbevidsthed i form af opmærksomhed omkring kontrol af knæet. Men det var ikke tilfældet i nærværende studie, hvor der ingen forskel var på graden af knæfleksion i finten.

Variation

Da effekten af interventionen er målt på gennemsnit, var det samlede resultat påvirkeligt, hvis blot et par forsøgspersoner markant afveg fra de øvrige.

Nedenstående tabel 9 viser et eksempel på værdier opnået i hvert forsøg på de udvalgte parametre hos en forsøgsperson i finten. Som angivet ses det at forsøgspersonen opnåede en enkel markant højere værdi i maks. valgusmoment (-1646.869 Nmm/kgBW), hvilket var dobbelt så høj en værdi som den næst højeste (-795.239 Nmm/kgBW). Dette illustrerede det generelle billede for forsøgspersonerne.

Tabel 7 Variation i individuelle forsøg

<i>Ben</i>	<i>Finte forsøg</i>	<i>Maks. Knæfleksion (°)</i>	<i>Maks. Valgusmoment (Nmm/kgBW)</i>	<i>Valgus range (°)</i>
Venstre	Finte_post01	60,297836	-280,331879	0
Venstre	Finte_post02	59,114281	-564,087952	0
Venstre	Finte_post03	66,380745	-186,856064	1.484601
Venstre	Finte_post04	53,83321	-795,239624	0.665628
Venstre	Finte_post05	51,176979	-1646,869263	0

Ovenstående tabel viser resultatvariationer inden for de enkelte forsøg hos en forsøgsperson.

En spørgeskemaundersøgelse udarbejdet af Myklebust, G., et al (1997), undersøgte omstændighederne ved ACL skadede spilleres opfattelse af skadessituationen. Gennemgående undrede et stort antal af spillere sig over, at skaden skete i situationer, som de havde udført et utal af gange uden at blive skadet.

Ud fra dette studies resultater kunne det overvejes om den ene finte, som giver ekstra høje værdier, er den der potentielt kan overrive ACL.

Korrelation

Den individuelle fintes kliniske relevans forsøges testet yderligere ved at lade forsøgspersonerne udføre studiets bud på en standardiseret hinkeserie, så data fra disse to test kan sammenlignes. Data fra hinkeserie og finte viser kun moderat korrelation i alle parametre i studiet, så den anvendte hinkeserie vil kun med forbehold kunne bruges til at bedømme belastninger under forsøgspersonernes individuelle finte.

Ud fra korrelation mellem finte og hinkeserie, er det ikke entydigt om der er god korrelation eller ej. Ifølge Lund, H. & Røgind H. (2004 s. 94) er en god korrelation tæt på 1 eller -1 og en korrelation på 0,7 eller -0,7 er ofte acceptabel.

I dette studie vurderes r-værdien for maks. knæfleksion (**r = 0,638**) som en acceptabel korrelation. R-værdien for maks. valgusmoment (**r = 0,563**) vurderes som værende på grænsen til det acceptable og r-værdien for valgusrange (**r = 0,337**) som værende en uacceptabel korrelation.

Tabel 8 p-værdi af r-værdi

<i>Knæparametre</i>	<i>R-værdi</i>	<i>P-værdi</i>	<i>Signifikant r-værdi</i>
Maks. knæfleksion	0,638	0,001	Ja
Maks. valgusmoment	0,536	0,004	Ja
Valgusrange	0,337	0,107	Nej

Tabel 8 viser hvorledes der er signifikans for korrelationen, altså om r-værdien er opstået på en tilfældighed.

Af tabel 8 fremgår det at korrelationen er signifikant på parametrene maks. knæfleksion og maks. valgusmoment. På parameteret valgusrange er der ingen signifikans på korrelationen. Det kan diskuteres, om en r-værdi på 0,638 er acceptabel eller ej, da statistik ifølge Lund, H. & Røgind H. (2004) ligeledes skal vurderes subjektivt. På denne baggrund vurderes det, at hinket formodentlig kan repræsentere finten på 2 af de 3 udvalgte parametre, men yderligere studier på flere parametre er nødvendige for at belyse anvendeligheden af hinket som standardtest for finten.

Uventede resultater

Som det er fremstillet i tabel 4 & 5, viste det sig mod forventning, at valgusrange var signifikant forværret i forhold til prætest som følge af 15 min intervention eller cykeltræning.

Af tabel 5 fremgår det at knæets valgusrange under finten øges signifikant for interventionsgruppen ($p = 0.028$), og der er tendens til øgning for kontrolgruppen ($p = 0.051$) fra præ- til posttest. Dette kan umiddelbart være svært at forklare, men nedenstående 2 afsnit angiver mulige årsager til øget valgusrange efter interventionen:

1. Opvarmning i relation til knæstabilitet

Ved opvarmning af kroppen stiger temperaturen i vævet, hvilket medfører at bl.a. ligamenter bliver mere eftergivelige (Gjerset, A., 2002 s. 206). Da ligamenter er knæets primære stabilisatorer (Lloyd, G. D., 2001), betyder dette, at den passive mekaniske stabilitet mindskes. Hvis den passive kontrol af knæet ikke opvejes af øget muskulær kontrol, kan der forekomme en øget valgusbevægelse (Ebstrup, J. F., Bojsen-Møller, F., 2000). I studiets resultater fra finten (tabel 4), fandtes meget små ændringer i valgusrange differencen fra præ- til posttest mellem

interventionsgruppe (2,6°) og kontrolgruppe (1,9°), en difference mellem grupperne på 0,7°. Hewett, T. E. et al (2005) fandt fx valgusrangevinkler på 8° efter intervention.

2. Den neuromuskulære kontrol i relation til knæstabilitet

Ifølge Hewett T. E. et al (2005) er den neuromuskulære kontrol af knæleddet afhængig af aktiviteten og styrken af hasemuskulaturen, og især de mediale hasemuskler er vigtige i forhold til at undgå valgusbevægelser i knæet.

Zebis, M. et al (2007) har undersøgt de neuromuskulære aktiveringsmønstre under specifik udtrætning af håndboldspillere i fintesituationer via EMG målinger. Undersøgelserne viste at neuromuskulære ændringer fandt sted i hasemuskulaturen samt i laterale m. gastrocnemius ved udtrætning. Da m. semitendinosus fungerer som indadrotator samt medial stabilisator og m. biceps femoris som udadrotator og lateral stabilisator, kan denne nedsatte neuromuskulære aktivitet til disse muskler medvirke til nedsættelse af knækontrol i situationer hvor spilleren er træt. Dette reducerer potentielt beskyttelsen af ACL under fintebevægelser (ibid.).

Ud fra ovennævnte undersøgelse kan det muligvis tænkes at forsøgspersonerne i studiet var udtrættede, hvilket kan have påvirket resultaterne med øget valgisering til følge.

Zebis, M. et al (2007) undersøgte tilmed effekten af Myklebust G. et als (2003) neuromuskulære træningsprogram efter 5 uger, i forhold til håndboldspecifikke fintebevægelser. Undersøgelsen blev foretaget ud fra EMG målinger og viste at programmet signifikant øgede den neuromuskulære præaktivering af m. semitendinosus, hvilket medvirkede til at den dynamiske valgus belastning på knæet blev nedsat (ibid.).

Myklebust, G., et als (2003) hypotese om at summation af træning giver effekt, kan formodes at være rigtig, da en større mængde træning giver en bedre beskyttelse mod ACL skader.

Figur 6



Figur 6 illustrerer muskler og ligamenters trækretning på knæleddet.
MH = medial hamstrings, V = valguspåvirkning,
Q = Quadrecepstrækretning, C= Compression of bone-on-bone,
ACL = ACL's trækretning (Hewett, T. E. et al, 2005).

Konklusion

Projektet undersøgte hvorvidt effekt kunne påvises efter udførsel af ét enkelt neuromuskulært træningspas hos en interventionsgruppe målt ud fra en individuel finte. På baggrund af resultaterne kunne der ikke påvises forskelle mellem interventions- og kontrolgruppe maks. knæfleksion ($p = 0.787$), maks. valgusmoment ($p = 0.341$) og valgusrange ($p = 0.547$) som følge af interventionen. Hermed kan første H_0 hypotese ikke forkastes. I forhold til ændring inden for grupperne viste resultaterne enkelte forandringer på få parametre, dog i modsat retning af, hvad teorien umiddelbart anviser som en god udvikling. Det betød, at ingen af grupperne forbedrede sig signifikant som følge af enten intervention eller cykling. Anden H_0 hypotese kan ikke forkastes, idet der ikke fandtes signifikant forskel på alle parametre inden for grupperne. Tendensen inden for grupperne var, at de udviklede sig ens præ- til posttest, dog viste tendensen sig ikke signifikant.

På den baggrund konkluderes det, at dette studie ikke har påvist effekt af ét neuromuskulært opvarmende træningspas ud fra den valgte metode og studiedesign.

I projektet undersøgte, om en standardiseret hinkeserie kunne udtrykke de individuelle forskelle i bevægelser og belastninger som den spilspecifikke finte. Det må vurderes at den selvudviklede hinkeserie kun var moderat som standardtest til at repræsentere den individuelle finte, da der var acceptabel korrelation på maks. knæfleksion, delvis acceptabel korrelation på maks. valgusmoment samt uacceptabel korrelation på valgusrange. Sidstnævnte viste desuden ikke signifikans. Yderligere undersøgelser er derfor nødvendige før dette studiets tredje H_0 hypotese kan forkastes.

Fremtidige studier kan med fordel fokusere på lignende formål men med udgangspunkt i en længere interventionsperiode. Det ville desuden være hensigtsmæssigt at foretage en reliabilitetstest af hinkeserien, hvis denne skal udgøres for en standardtest af en fintebevægelse.

Perspektivering

En del undersøgelser har vist god effekt af neuromuskulær træning i forhold til nedsættelse af skader. Det er vigtigt at denne skadesforebyggende træning især kommer unge spillere til gavn, da disse motorisk stadig kan præges, så de lærer korrekte skadesreducerende bevægemønstre i en tidlig alder. Herved ligger der et stort ansvar hos Dansk Håndbold Forbund, som burde informere og uddanne trænerne i skadesforebyggende øvelser som en fast del af træningen.

Set ud fra et sundhedsfagligt perspektiv bør belastningen i håndbold nedsættes betragteligt, for at sporten ikke fortsætter med at producere unge invalider. I samfundet findes arbejdsmiljøregler og -love, der dikterer rammerne for de tilladte maksimale belastninger en arbejdstager må udsættes for. Inden for eliteidræt burde lignende regler og love vedtages, så nedslidning af spillere undgås. Begrænsninger for spilletid, kampe, træningstimer gennem en sæson pr. spiller samt restitutionstid efter hård fysisk belastning burde indføres. Det kræver en ændring på højere organisatorisk plan at sidestille en eliteidrætsudøvers arbejdsvilkår med en almindelig arbejdstager. Samfundets krav og udvikling betyder at idrætsmiljøet i dag styres af hård konkurrence og økonomiske interesser som overskygger sikkerheden for den enkelte spiller. Som sundhedsprofessionelt personale kan vi ikke stå inde for den udvikling håndboldspillet gennemgår, da det ikke er hensigten at fysisk aktivitet skal udgøre en sundhedsrisiko.

Zebis, M. et al (2007) fandt effekt af Myklebust G. et al (2003) træningsprogram efter 5 ugers intervention. En relevant opfølgning på nærværende studie kunne derfor undersøge kinetiske og kinematiske parametre efter en længere periodes intervention fx 5 uger.

En anden interessant indgangsvinkel til fremtidige undersøgelser kunne være at gentage Hewett, T. E. et al (2005) studie med standardiseret dropjumptest afprøvet på kvindelige idrætsudøvere som indikator for ACL skadesrisiko. I stedet skulle der måles på en håndboldspecifik bevægelse med et stort antal håndboldspillere som stikprøve. Denne test kunne antages at forudse skadesrisiko i håndbold i endnu højere grad end en standardiseret dropjumptest.

Refereret litteratur

- Bader-Johansson, C. (1991). *Grundmotorik*. Sverige: Wollerau.
- Bendix, A., Bentzen L., Skall, H. F., Pedersen, K. C., Nielsen, H. (2001). *Rehabilitering: Fysioterapi – Ergoterapi – Patientuddannelse*. I: Friis, J., Junker, P., Manniche, C., Petersen, J., Steengaard-Pedersen, K. (red) (2001). *Reumatologi* (1. udg., s. 583-628). København: FADL's Forlag A/S.
- Besier, T.F., Lloyd, D. G. Ackland, T. R., Cochrane, J. L. (2001). *Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers*. *Medicine & science in sports & exercise*, 2001, 1176-1181.
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R. (2003). *Muscle Activation Strategies at the Knee during Running and Cutting Maneuvers*. *Medicine & science in sports & exercise*, 2003, 119-127.
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin J. A., Garrett W. E. (2000). *Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury*. *Orthopedics*, 23/2000 (6).
- Bojsen-Møller, F. (2003). *Bevægeapparatets anatomi* (12. udg.) kap. 27. (s. 277-286), København: Munksgaard Danmark.
- Bojsen-Møller, J. et al (2002). Danmarks Idræts-Forbund, *Styrketræning* (2. udgave) (s. 8-9), Brøndby: Paritas Grafik A/S.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Proietti, M., Aisa, G., Rizzo, A. (1996). *Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training*. *Knee Surg. Sports Traumatol, Arthroscopy*, 4/1996, 19-21.
- Cowling E. J., Steel, J. R., McNair P. J. (2003). *Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing*. *British Journal of Sports Medicine*, 37/2003, 126-130.
- Danmarks Gymnastik- & idrætsforening. (2007). *DGI's officielle medlemstal*. Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web:
<http://www.dgi.dk/Main.Web.aspx?foreningsnr=1882700&path=%2fhome%2fmedlemstal&layout={53ADCEF2-D4DC-427E-B72C-50BAA4D69241}>
- Danmarks Idræts Forbund. (2007/26/3/07). *Medlemstal*. Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web:
<http://www.dif.dk/OmDIF/Forside/Idraetten%20i%20tal/Medlemstal.aspx>
- Den Centrale Videnskabsetiske Komité. (2007). *Årsberetning 2004*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web:
http://www.cvk.im.dk/cvkEverest/Publications/cvkvx2Eimx2Edk%20x2D%20dokumenter/Årsberetning/20061129120606/CurrentVersion/2004_CVK_aarsberetning.pdf
- Den Centrale Videnskabsetiske Komité. (2007). *Forsøgspersoner*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web: <http://www.cvk.im.dk/cvk/site.aspx?p=18>
- Den Centrale Videnskabsetiske Komité. (2007). *Materiale-Informeret samtykke*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web:
<http://www.cvk.im.dk/cvk/site.aspx?p=275>
- Dienst, M., Burks, R. T., Greis, P. E. (2002). *Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament*. *Orthopedic Clinics of North America*, 33/2002, 605-620.

- Ebstrup, J. F., Bojsen-Møller, F. (2000). *Anterior cruciate ligament injury in indoor ball games*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 10/2000, 114-116.
- Gjerset, A. et al. (2002). *Idrættens Træningslære*. (2. udg., s 213-217). København: Gads Forlag.
- Hewett, T. E. et al. (2005). *Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study*. The American Journal of Sports Medicine, 33/2005 (4), 492-501.
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., Noyes F. R. (1999). *The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes: A Prospective Study*. The American Journal of Sports Medicine, 27/1999, 699-706.
- Holm, I. et al (2003). *Effect of Neuromuscular Training on Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Lower Limb Function in Female Team Handball Players*. Clinical Journal of Sport Medicine, 14/2004 (2), 88-94.
- Hoppenfeld, S. (1976). *Physical Examination of the Spine & Extremities*. (s. 171-196). New Jersey: Printice Hall.
- Indenrigs- og sundhedsministeriet. (1997) *Betænkning om information og samtykke i forbindelse med forsøg*. Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web: <http://www.im.dk/publikationer/samtyk/index.htm>
- Jakobsen, B. W. (2007). *Knæleddets idrætsrelaterede skader*. I: Ingemann Hansen, T., Krogsgaard, M. R. (red). (2007). *Idrætsskadebogen* (1. udg.). S. 369-400. København: FADL's Forlag A/S.
- Krogsgaard, R.M. (2002). *Ugeskrift for læger - Forreste korsbånd*. Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web: http://www.ugeskriftet.dk/portal/page/portal/LAEGERDK/UGESKRIFT_FOR_LAEGER/TIDLIGERE_NUMRE/2002/UFL_2002_09/UFL_2002_09_34107
- Lloyd, D. G. (2001). *Rationale for Training Programs to Reduce Anterior Cruciate Ligament Injuries in Australian Football*. Journal of Ortopaedic & Sports Physical Therapy, 31/2001 (11), 645-654.
- Lund, H., Røgind, H. (2004). *Statistik i ord*. (1. udg., s. 109-112). København: Munksgaard Danmark. s. 6-128.
- Mandelbaum, B. R. et al. (2005). *Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes :2 – year follow-up*. American Journal of Sports Medicine, 33/2005, 1003-1010.
- McLean, S. G., Neal, R. J., Myers, P. T., Walters M. R. (1999). *Knee joint kinematics during the sidestep cutting maneuver: pottential for injury in women*. Medicine & Science in Sports & Excercise, 31/1999 (7), 959-968.
- Myklebust, G. et al (2003). *Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons*. Clinical Journal of Sport Medicine, 13/2003, 71-78.
- Myklebust, G., Maehlum, S., Engebretsen, L., Strand, T., Solheim, E. (1997). *Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team handball. A prospective study covering two seasons*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 7/1997, 289-292.

- Olsen, O., Myklebust, G., Engebretsen, L., Bahr, R. (2004). *Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball: A systematic Video Analysis*. The American Journal of Sports Medicine, 32/2004 (4), 1002-1012.
- Reckling, C., Zantop, T., Petersen, W. (2003). *Epidemiologie von Handballverletzungen im Jugendalter*. Sportverl Sportschad, 17/2003, 112-117.
- Sigward, S. M., Powers, C. M. (2006). *The influence of gender on knee kinematics, kinetics and muscle activation patterns during side-step cutting*. Clinical Biomechanics, 21/2006, 41-48.
- Solomonow, M. et al. (1987). *The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability*. The American Journal of Sports Medicine, 15/1987 (3), 207-123.
- 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 player? A prospective randomized intervention study*. Sports Medicine, 8/2000, 356-363.
- Sørensen, S. K. (2004). *Motion: Træning kan hindre knæskader*. Jyllandsposten, 23. september 2004 (4. sektion), 2 sider. Artikel-id : e0297c88.
- Thing, F. L. (2005). *Kroppen- og de uævnelige emotioner. En emotionsanalyse af idrætsskroppe i den fysioterapeutiske klinik*. Sosiologisk tidsskrift, 13/2005, 7-28.
- Wedderkopp N., Kaltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., Froberg, K. (1999). *Prevention of injuries in young female players in Europe Team handball: A prospective intervention study*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 9/1999, 41-47.
- Zebis, M. (2007). *Neuromuscular funktion in female athletes; Effects of neuromuscular training, muscle strength and fatigue*. PhD-afhandling, Bispebjerg Hospital, København, submitted March 2007.

Bibliografi

- Bader-Johansson, C. (1991). *Grundmotorik*. Sverige: Wollerau.
- Bahr, R. & Krosshaug, T. (2005). *Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport*. British Journal of Sports Medicine, 39/2005, 324-329. **5 sider.**
- Bartels, E. M., Winkel, A., Lund, H. (2003). *Hvordan kan jeg finde relevante målemetoder til at måle effekt af fysioterapi?* Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web: http://www.ffy.dk/graphics/PDF-filer/Metodeartikler/2000/Finde_Maalemetoder_effekt_fysioterapi_2000.pdf **12 sider.**
- Bencke, J., Næsborg, H., Simonsen, E. B., Klausen, K. (2000). *Motor pattern of the knee joint muscles during side-step cutting in European team handball*. Scandinavian Journal Medicine & Science in Sports, 10/2000, 68-77. **9 sider.**
- Bendix, A., Bentzen L., Skall, H. F., Pedersen, K. C., Nielsen, H. (2001). *Rehabilitering. Fysioterapi – Ergoterapi – Patientuddannelse*. I: Friis, J., Junker, P., Manniche, C., Petersen, J., Steengaard-Pedersen, K. (red) (2001). *Reumatologi* (1. udg., s. 583-628). København: FADL's Forlag A/S. **45 sider.**

- Besier, T.F., Lloyd, D. G. Ackland, T. R., Cochrane, J. L. (2001). *Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers*. Medicine & science in sports & exercise, 2001, 1176-1181. **5 sider.**
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R. (2003). *Muscle Activation Strategies at the Knee during Running and Cutting Maneuvers*. Medicine & science in sports & exercise, 2003, 119-127. **8 sider.**
- Beyer, N., Magnusson, P. (2003). *Målemetoder i fysioterapi* (1. udg.). København: Munksgaard Danmark. **96 sider.**
- Birkler, J. (2005). *Videnskabsteori en grundbog* (1 udg.). københavn: Munksgaard Danmark, 5-139. **134 sider.**
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin J. A., Garrett W. E. (2000). *Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury*. Orthopedics, 23/2000 (6). **5 sider.**
- Bojsen-Møller, F. (2003). *Bevægeapparatets anatomi*, (12. udg.), Munksgaard Danmark, kap. 27. (s. 277-286) **9 sider.**
- Bojsen-Møller, J. et al (2002). Danmarks Idræts-Forbund, *Styrketræning* (2. udgave) (s. 8-9), Brøndby: Paritas Grafik A/S. **2 sider.**
- Caraffa, A., Cerulli, G., Proietti, M., Aisa, G., Rizzo, A. (1996). *Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training*. Knee Surg. Sports Traumatol, Arthroscopy, 4/1996, 19-21. **2 sider.**
- Chappell, J. D., Yu, B., kirkendall, D. T., Garrett, W. E. (2005). A Comparison of Knee Kinetics between Male and Female Recreational Athletes in Stop-Jump Tasks. American Journal of Sports Medicine, 30/2005 (2), 261-267. **6 sider.**
- Chappell, J. D. et al. (2005). *Effect of Fatigue on Knee Kinetics and Kinematic in Stop-Jump Tasks*. American Journal of Sports Medicine, 33/2005 (7), 1022-1029. **7 sider.**
- Colby, S et al. (2000). *Electromyographic and Kinematic Analysis of Cutting Maneuvers. Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury*. American Journal of Sports Medicine, 28/2000 (2), 234-240. **6 sider.**
- Cowling E.J., Steel, J.R., McNair P. J. (2003). *Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing*. British Journal of Sports Medicine, 37/2003, 126-130. **4 sider.**
- Danmarks Gymnastik- & idrætsforening. (2007). *DGI's officielle medlemstal*. Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web: <http://www.dgi.dk/medlemstal.aspx?foreningsnr=0903700> **2 sider.**
- Danmarks Idræts Forbund. (2007/26/3/07). *Medlemstal*. Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web: <http://www.dif.dk/OmDIF/Forside/Idraetten%20i%20tal/Medlemstal.aspx> **2 sider.**
- Dansk Ortopædisk Selskab & Dansk Selskab for Artroskopisk kirurgi og sportstraumatologi. (2006). *Reference program for Ledbåndsskader i knæet*. Lokaliseret den 30 april 2007 på World Wide Web: <http://www.saks.nu/acl/Ref%20prg%20ledbaandsskader%20knae.pdf> **132 sider.**
- De Loës, M., Dahlstedt, L.J., Thomée, R. (2000). *A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 10/2000, 90-97. **7 sider.**

- Den Centrale Videnskabsetiske Komité. (2007). Årsberetning 2004. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web: http://www.cvk.im.dk/cvkEverest/Publications/cvkvx2Eimx2Edk%20x2D%20dokumenter/Årsberetning/20061129120606/CurrentVersion/2004_CVK_aarsberetning.pdf **1 side.**
- Den Centrale Videnskabsetiske Komité. (2007). *Forsøgspersoner*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web: <http://www.cvk.im.dk/cvk/site.aspx?p=18> **4 sider.**
- Den Centrale Videnskabsetiske Komité. (2007). *Materiale-Informeret samtykke*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web: <http://www.cvk.im.dk/cvk/site.aspx?p=275> **2 sider.**
- Dienst, M., Burks R. T., Greis, P. E. (2002). *Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament*. Orthopedic Clinics of North America, 33/2002, 605-620. **15 sider.**
- Ebstrup, J. F., Bojsen-Møller, F. (2000). *Anterior cruciate ligament injury in indoor ball games*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 10/2000, 114-116. **2 sider**
- Fitzgerald, G. K., Lephart, S. M., Hwang, J. H., Wainner, M. R. S. (2001). *Hop Tests as a Predictors of Dynamic Knee Stability*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 31/2001, 588-597. **9 sider**
- Gabriel, M. T., Wong, E. K., Woo, S. L., Yagi, M., Debski, R. E. (2003). *Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads*. Journal of orthopaedic Research, 22/2003, 85-89. **4 sider**
- Gjerset, A. et al. (2002). *Idrættens Træningslære*. (2. udg., s 213-217). København: Gads Forlag. **4 sider.**
- Hewett, T. E. et al. (2005). *Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study*. The American Journal of Sports Medicine, 33/2005 (4), 492-501. **9 sider.**
- Hewett, T. E., Ford, K. R., Myer, G. D. (2006). *Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: Part 2, A Meta-analysis of Neuromuscular Interventions Aimed at Injury Prevention*. The American Journal of Sports Medicine, 34/2006 (3), 490-498. **8 sider.**
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., Noyes F. R. (1999). *The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes: A Prospective Study*. The American Journal of Sports Medicine, 27/1999, 699-706. **7 sider.**
- Holm, I. et al (2003). *Effect of Neuromuscular Training on Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Lower Limb Function in Female Team Handball Players*. Clinical Journal of Sport Medicine, 14/2004 (2), 88-94. **6 sider.**
- Hoppenfeld, S. (1976). *Physical Examination of the Spine & Extremities*. (s. 171-196). New Jersey: Printice Hall. **1 side.**
- Houck, Jeff. (2003). *Muscle activation patterns of selected lower extremity muscles during stepping and cutting tasks*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 13/2003, 545-554. **9 sider.**
- Hovmand, B., Lund, H., Albert, H., Winkel, A. *Om at skrive og vurdere caserapporter*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web: http://www.ffy.dk/graphics/PDF-filer/Metodeartikler/2001/at_skrive_og_vurdere_caserapporter.pdf **6 sider.**
- Hovmand, B., Præstegaard, J., *Kvalitative forskningsmetoder i fysioterapi – en introduktion*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web:

http://www.ffy.dk/graphics/PDF-filer/Metodeartikler/2002/kvalitative_forskningsmetoder.pdf **18 sider.**

- Hovmand, B., Wæhrens, E. (2003). *Teorier i ergo- og fysioterapeutisk rehabilitering*. I: Danneskiold-Samsøe, B., Lund, H., Avlund, K. (red). (2003). *Klinisk reumatologi for ergo og fysioterapeuter* (kap. 19). København Munksgaard Danmark. **11 sider.**
- Høyer, E., Opheim, A. (2004). *Bruk av tredemølle med seleoppheng i rehabilitering av pasienter med nevrologiske skader*. *Fysioterapeuten*, 11/2004, 29-35. **6 sider.**
- Indenrigs- og sundhedsministeriet (1997). *Betænkning om information og samtykke i forbindelse med forsøg*. Lokaliseret den 17. maj 2007 på World Wide Web: <http://www.im.dk/publikationer/samtyk/index.htm> **4 sider.**
- Ireland, M. L. (2002). *The female ACL: Why is it more prone to injury?* *Orthopedic Clinics of North America*, 33/2002, 637-651. **14 sider**
- Iversen, L. et al (2003). *Medicinsk sociologi* (1 udg.). København: Munksgaard Danmark, kap. 9. **17 sider.**
- Jacobsen, J. K. (1997) *25 spørgsmål – en moderne retorik til planlægning af kommunikation* (1 udg.). Roskilde: Roskilde Universitetsforlag. **110 sider.**
- Jakobsen, B. W. (2007). *Knæleddets idrætsrelaterede skader*. I: Ingemann Hansen, T., Krogsgaard, M. R. (red). (2007). *Idrætsskadebogen* (1. udg.). S. 369-400. København: FADL's Forlag A/S. **31 sider.**
- Jamtved, G., Hagen, K. B., Bjørndal, A. (2003) *Kunnskapsbasert Fysioterapi*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag, side 148 – 172. **24 sider.**
- Kamper-Jørgensen F., Almind, G. (2004) *Forebyggende sundhedsarbejde* (4. udg). København: Munksgaard Danmark, kap. 15. **10 sider.**
- Kellis, G., Arabatzi, F., Papadopoulos, C. (2003). *Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index*. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13/2003, 229-238. **9 sider.**
- Kirkendall, D. T., Garrett, W. E. (2000). *The Anterior Cruciate Ligament Enigma*. *Clinical Orthopaedics*, 372/2000, 64-68. **6 sider.**
- Krogsgaard, R.M. (2002). *Ugeskrift for læger - Forreste korsbånd*. Lokaliseret den 17 maj 2007 på World Wide Web: http://www.ugeskriftet.dk/portal/page/portal/LAEGERDK/UGESKRIFT_FOR_LAEGER/TIDLIGERE_NUMRE/2002/UFL_2002_09/UFL_2002_09_34107 **8 sider.**
- Kanamori, Akihiro et al. (2000). *The Forces in the Anterior Cruciate Ligament and Knee Kinematics During a Simulated Pivot Shift Test: A Human Cadaveric Study Using Robotic Technology*. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 16/2000 (6), 633-639. **6 sider**
- Lloyd, D. G. (2001). *Rationale for Training Programs to Reduce Anterior Cruciate Ligament Injuries in Australian Football*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31/2001 (11), 645-654. **9 sider.**
- Lund, H & Røgind, H (2004). *Statistik i ord*. (1. udg., s. 109-112). København: Munksgaard Danmark. s. 6-128. **122 sider.**
- Malinzak R. A., Colby, S. M., Kirkendall, D. T., Yu, B., Garrett, W. E. (2001), *a comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks*, 16/2003, 438-445. **7 sider.**

- Malterud, K. (2003) Kvalitative metoder i medisinsk forskning – en innføring. (2. utgave) Oslo: Universitetsforlaget. **67 sider.**
- Mandelbaum, B. R. et al. (2005). *Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes :2 – year follow-up.* American Journal of Sports Medicine, 33/2005, 1003-1010. **7 sider.**
- McCellan, R., Ada, L. (2004). *A six –week, resource-efficient mobility program after discharge from rehabilitation improves standing in people affected by stroke: placebo-controlled, randomised trial.* Australian Journal of physiotherapy, 50/2004, 163-167. **4 sider.**
- McLean, S. G., Su, A., Van den Bogert, A. J. (2003). *Development and Validation of a 3-D Model to Predict Knee Joint Loading During Dynamic Movement.* The Journal of Biomechanical Engineering, 125/2003, 864-874. **10 sider.**
- McLean, S. G., Neal, R. J., Myers, P. T., Walters M. R. (1999). *Knee joint kinematics during the sidestep cutting maneuver: potential for injury in women.* Medicine & Science in Sports & Exercise, 31/1999 (7), 959-968. **9 sider.**
- Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, J. P., Hewett, T. E. (2005). *Neuromuscular Training Improves Performance And Lower-Extremity Biomechanics In Female Athletes.* Journal of Strength and Conditioning Research, 19/2005 (1), 51-60. **9 sider.**
- Myklebust, G. et al (2003). *Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons.* Clinical Journal of Sport Medicine, 13/2003, 71-78. **7 sider.**
- Myklebust, G., Maehlum, S., Engebretsen, L., Strand, T., Solheim, E. (1997). *Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team handball. A prospective study covering two seasons.* Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 7/1997, 289-292. **4 sider.**
- Noyes, F. R., Barbar-Westin, S. D., Fleckenstein, C., Walsh, C., West, J. (2005). *The Drop-Jump Screening Test – Difference in Lower Limb Control By Gender and Effect of Neuromuscular Training in Female Athletes.* The American Journal of Sports Medicine, 33/2005 (2), 197-207. **10 sider.**
- Nyland, J. A., Caborn, D. N. M. (2004). *Physiological coxa varus-genu valgus influences internal knee and ankle joint moments in females during crossover cutting.* 12/2004, 285-293. **8 sider.**
- Olsen, O., Myklebust, G., Engebretsen, L., Bahr, R. (2004). *Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball: A systematic Video Analysis.* The American Journal of Sports Medicine, 32/2004 (4), 1002-1012. **10 sider.**
- Olsen, P. B., Pedersen, K. (2003) Problemløst projektarbejde – en værktøjsbog (3. udg). Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag, kap. 7. **10 sider.**
- Petersen, W. (2005). *A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball player: the German experience.* Arch Ortop Trauma Surg, 125/2005, 614-621. **7 sider.**
- Pfeiffer, R. P., Shea, K. G., Roberts D., Grandstrand, S., Bond, L. (2006). *Lack of Effect of a Knee Ligament Injury Prevention Program on the Incidence of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury.* The Journal of Bone and Joint Surgery, 88/2006, 1769-1774. **5 sider.**

- Quatmen, C. E., Ford, K. R., Myer, G. D., Hewett, T. E. (2005). *Maturation Leads to Gender Differences in Landing Force and Vertical Jump Performance*. The American Journal of Sports Medicine, 34/2005 (5), 806-813. **7 sider.**
- Reckling, C., Zantop, T., Petersen, W. (2003). *Epidemiologie von Handballverletzungen im Jugendalter*. Sportverl Sportschad, 17/2003, 112-117. **5 sider.**
- Sigward, S. M., Powers, C. M. (2006). *The influence of gender on knee kinematics, kinetics and muscle activation patterns during side-step cutting*. Clinical Biomechanics, 21/2006, 41-48. **7 sider.**
- Solomonow, M. et al. (1987). *The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability*. The American Journal of Sports Medicine, 15/1987 (3), 207-123. **16 sider.**
- 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 player? A prospective randomized intervention study*. Sports Medicine, 8/2000, 356-363. **7 sider.**
- Sørensen, S. K. (2004). *Motion: Træning kan hindre knæskader*. Jyllandsposten, 23. september 2004 (4. sektion), 2 sider. Artikel-id : e0297c88. **2 sider.**
- Thing, F.L. (2005). *Kroppen- og de uævnelige emotioner. En emotionsanalyse af idrættskroppe i den fysioterapeutiske klinik*. Sosiologisk tidsskrift, 13/2005, 7-28. **21 sider.**
- Wedderkopp N., Kalsoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., Froberg, K. (1999). *Prevention of injuries in young female players in Europe Team handball: A prospective intervention study*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 9/1999, 41-47. **6 sider.**
- Zebis, M. (2007). *Neuromuscular funktion in female athletes; Effects of neuromuscular training, muscle strength and fatigue*. PhD-afhandling, Bispebjerg Hospital, København, submitted March 2007. **123 sider.**
- Aadahl, M., Lund, H. *Grundliggende principper for valg og anvendelse af test og målemetoder i fysioterapi*. Lokaliseret d. 17. maj 2007 på World Wide Web: http://www.ffy.dk/graphics/PDF-filer/Metodeartikler/2003/grundliggende_principper_test_og_maalemetoder.pdf **9 sider.**

Ialt 1392 sider.

Bilagsfortegnelse

Bilag 1: Model over udvælgelse, frafald og randomisering af materiale

Bilag 2: Plug in Gait model

Bilag 3: Kalibrering af systemet

Bilag 4: Statisk forsøg

Bilag 5: Testprotokol

Bilag 6: Oversigtstegning af Ganglaboratoriet

Bilag 7: Myklebusts neuromuskulære træningsprogram

Bilag 8: Normalfordelte Data

Bilag 9: Brev til forsøgspersoner

Bilag 10: Eksempel på søgematrix i Pubmed

Bilag 11: ACL skade under finte i håndboldkamp

Bilag 12: ACL skade ved hopskud i håndboldkamp

Bilag 13: Resultater for hinkebevægelsen

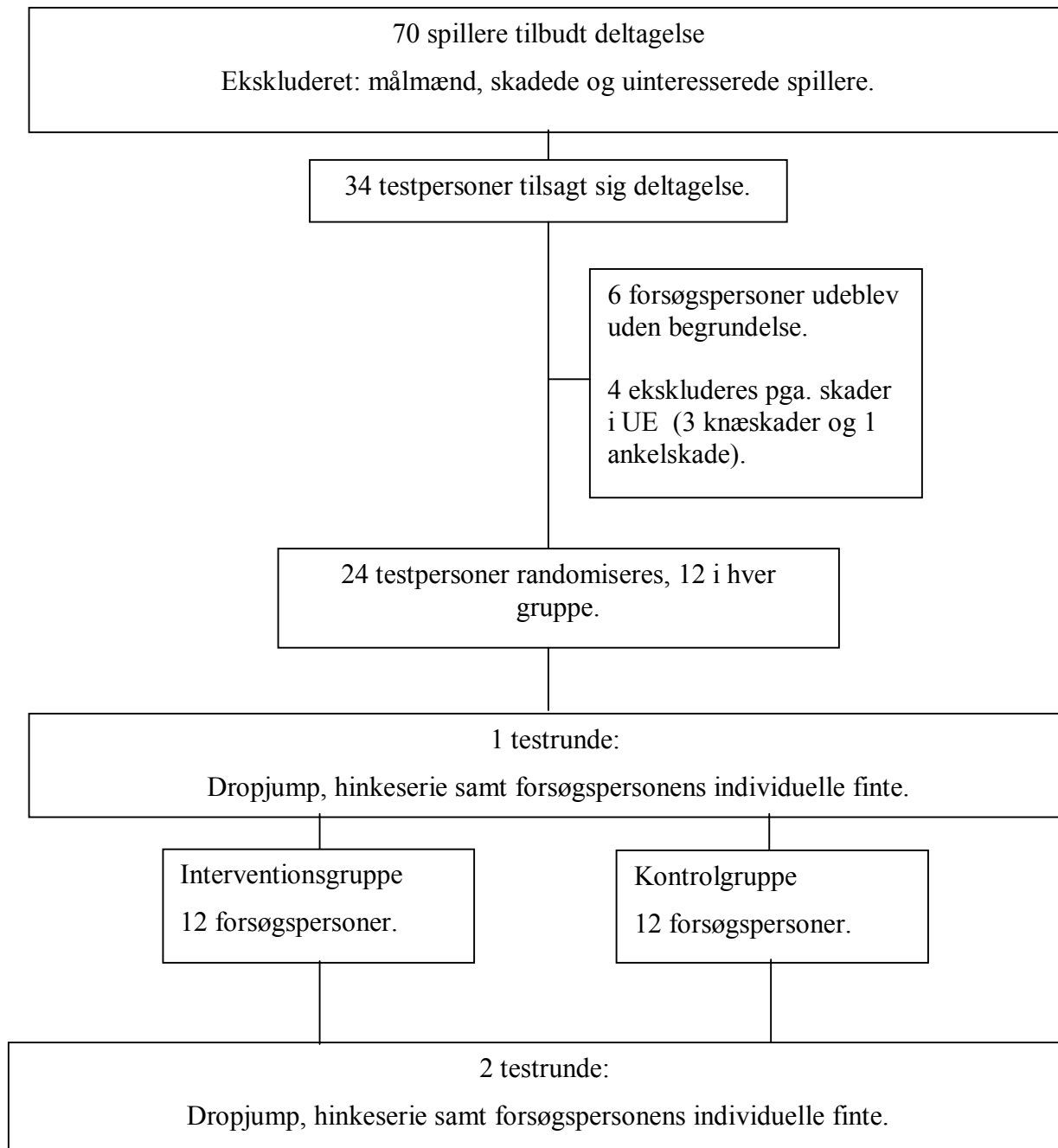
Bilag 14: Finte rådata for hele stikprøven prætest & posttest

Bilag 15: Hinke rådata for hele stikprøven prætest & posttest

Kritisk vurdering af artikel

Bilag 1: Model over udvælgelse, frafald og randomisering af materiale

Nedenstående model illustrerer udgangspunkt, frafald af forsøgsmateriale samt opbygning af projektets design.

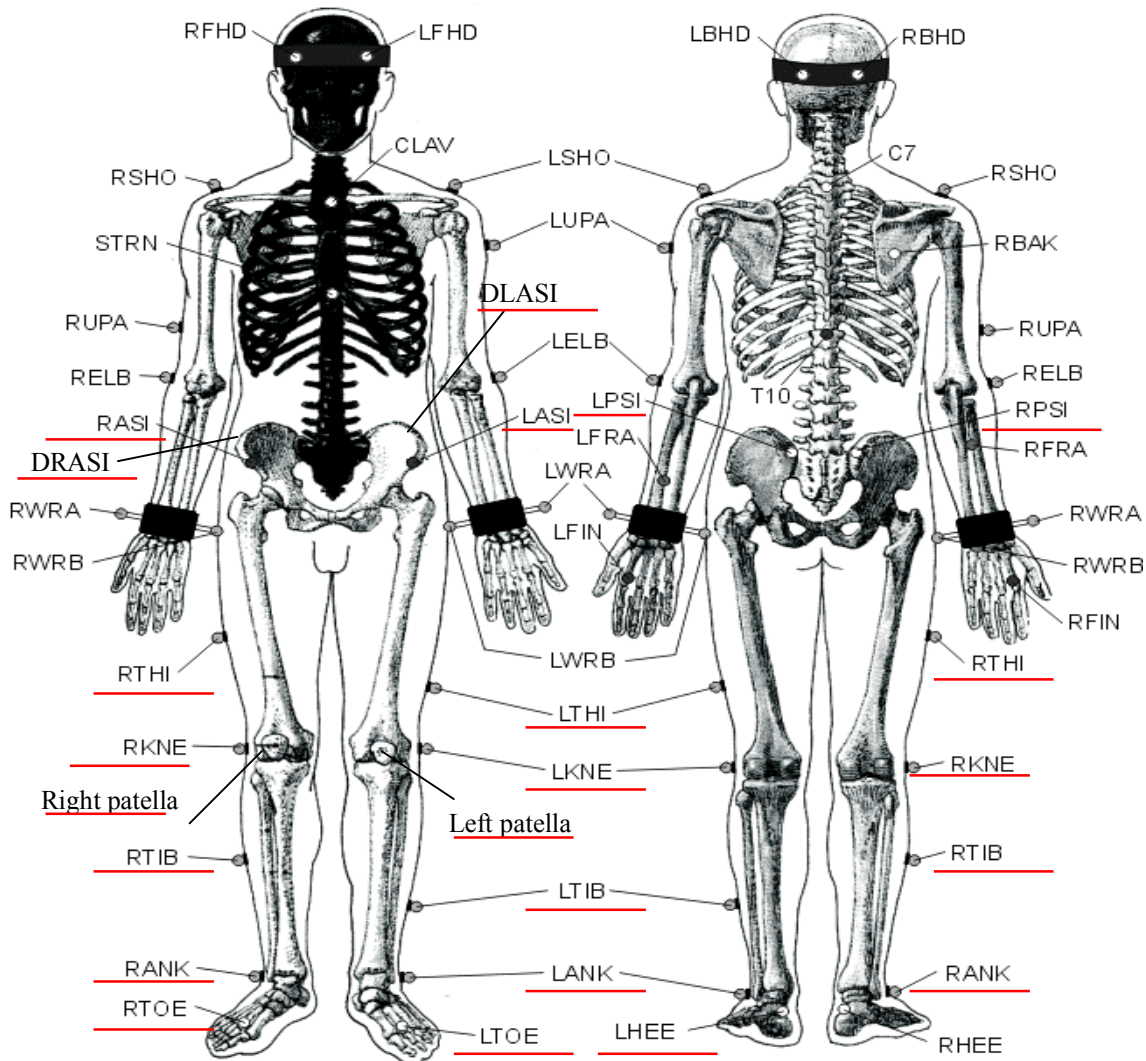


Bilag 2: Plug in Gait model

Nedenstående model illustrerer refleksmarkørernes placering ud fra anatomiske palpatoriske punkter. Understregede lokalisationer svarer til de punkter vi benyttede i projektet.

Af figuren fremgår ikke mediale knæ- og ankelmarkører, da disse ikke anvendes i dynamiske trials. Patella markører og markører på crista kanten er tegnet ind, da disse ekstra markørers påsætning, fungerer hhv. som alternativ til 'thigh wands' og som sikring for at hoftens markører nemmere kunne ses af de infrarøde kameraer under de eksplosive bevægelser.

Plug-in-Gait Marker Placement



Nedenstående er uddrag fra markørpåsætningsmanualen, der benyttes på Hvidovre Hopsitals Ganglaboratorie. Manualen beskriver i detaljer hvor refleksmarkørerne placeres på forsøgspersonen. Det er kun venstre sides markører der er oplistet, men same placering gælder for højre side.

Lower Body

Pelvis

LASI	Left ASIS	Placed directly over the left anterior superior iliac spine
RASI	Right ASIS	Placed directly over the right anterior superior iliac spine

The above markers may need to be placed medially to the ASIS to get the marker to the correct position due to the curvature of the abdomen. In some patients, especially those who are obese, the markers either can't be placed exactly anterior to the ASIS, or are invisible in this position to cameras. In these cases, move each marker laterally by an equal amount, along the ASIS-ASIS axis. The true inter-ASIS Distance must then be recorded and entered on the subject parameters form. These markers, together with the sacral marker or LPSI and RPSI markers, define the pelvic axes.

LPSI	Left PSIS	Placed directly over the left posterior superior iliac spine
RPSI	Right PSIS	Placed directly over the right posterior superior iliac spine

LPSI and RPSI markers are placed on the slight bony prominences that can be felt immediately below the dimples (sacro-iliac joints), at the point where the spine joins the pelvis.

SACR	Sacral wand marker	Placed on the skin mid-way between the posterior superior iliac spines (PSIS). An alternative to LPSI and RPSI.
------	--------------------	---

SACR may be used as an alternative to the LPSI and RPSI markers to overcome the problem of losing visibility of the sacral marker (if this occurs), the standard marker kit contains a base plate and selection of short "sticks" or "wands" to allow the marker to be extended away from the body, if necessary. In this case it must be positioned to lie in the plane formed by the ASIS and PSIS points.

Leg Markers

LKNE	Left knee	Placed on the lateral epicondyle of the left knee
------	-----------	---

To locate the "precise" point for the knee marker placement, passively flex and extend the knee a little while watching the skin surface on the lateral aspect of the knee joint. Identify where knee joint axis passes through the lateral side of the knee by finding the lateral skin surface that comes closest to remaining fixed in the thigh. This landmark should also be the point about which the lower leg appears to rotate. Mark this point with a pen. With an adult patient standing, this pen mark should be about 1.5 cm above the joint line, mid-way between the front and back of the joint. Attach the marker at this point.

LTHI	Left thigh	Place the marker over the lower lateral 1/3 surface of the thigh, just below the swing of the hand, although the height is not critical.
------	------------	--

The thigh markers are used to calculate the knee flexion axis location and orientation. Place the marker over the lower lateral 1/3 surface of the thigh, just below the swing of the hand, although the height is not critical. The antero-posterior placement of the marker is critical for correct alignment of the knee flexion axis. Try to keep the thigh marker off the belly of the muscle, but place the thigh marker at least two marker diameters proximal of the knee marker. Adjust the position of the marker so that it is aligned in the plane that contains the hip and knee joint centers and the knee flexion/extension axis. There is also another method that uses a mirror to align this marker, allowing the operator to better judge the positioning.

LANK	Left ankle	Placed on the lateral malleolus along an imaginary line that passes through the transmalleolar axis
LTIB	Left tibial wand marker	Similar to the thigh markers, these are placed over the lower 1/3 of the shank to determine the alignment of the ankle flexion axis

The tibial marker should lie in the plane that contains the knee and ankle joint centers and the ankle flexion/extension axis. In a normal subject the ankle joint axis, between the medial and lateral malleoli, is externally rotated by between 5 and 15 degrees with respect to the knee flexion axis. The placements of the shank markers should reflect this.

Foot Markers

LTOE	Left toe	Placed over the second metatarsal head, on the mid-foot side of the equinus break between fore-foot and mid-foot
LHEE	Left heel	Placed on the calcaneus at the same height above the plantar surface of the foot as the toe marker

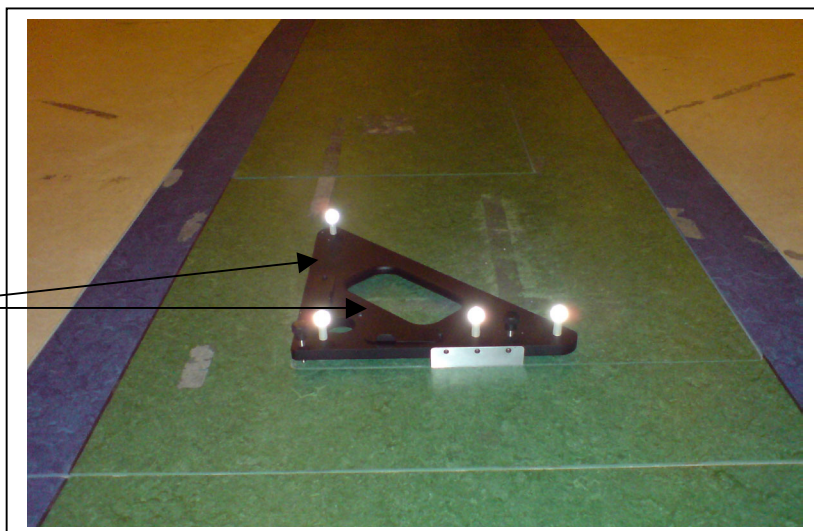
Bilag 3: Kalibrering af systemet

Nedenstående billeder illustrerer de måleredsskaber der anvendes til at kalibrere computersystemet, således at de infrarøde kameraer nøjagtigt kan finde refleksmarkørernes position i rummet. Kalibreringen opdeles i en statisk og en dynamisk kalibrering.

Billede A viser det måleredskab der benyttes ved en statiske kalibrering. En trekant med indbyggede refleksmarkører med fast afstand til hinanden samt to vinkelrette vaterpas placeres og justrer på kraftplatformen. Computeren aktiverer de 8 infrarøde kameraer i ca. 4 sek, hvorpå markørernes placering fastlægges i Ganglaboratoriets koordinatsystem.

A)
Statisk
kalibrering

Vaterpas



Billede B viser den dynamiske kalibrering, hvor en person anvender en stav påsat 3 refleksmarkører med fast afstand til hinanden. Personen fører i glidende bevægelse pinden rundt i rummet, mens de 8 infrarøde kameraer registrerer markørernes bevægelse. Processen tager ca. 1 minut.

B)
Dynamisk
kalibrering



Bilag 4: Statisk forsøg

Billedet illustrerer et statisk forsøg, hvor testpersonen stod stille på kraftplatformen i 4 sekunder, mens computeren registrerede forsøgspersonens markører. Hænderne blev holdt krydset på brystet for at undgå at der skygges for hoftemarkørerne. Ryggen holdtes ret og fleksionsvinklen i knæene var ca. 25° . Denne udgangsstilling benyttede computeren til at beregne afstande mellem markørerne. I det statiske forsøg anvendes mediale knæ- og ankel markører til at beregne ledcentrum. Disse fjernes umiddelbart inden de dynamiske trials påbegyndes.

Statisk Forsøg.



Bilag 5: Testprotokol

JC (Jeppe)

Modtagelse af forsøgsperson

Antropometriske data opsamles (vægt, højde, afstanden mellem SIAS, benlængde, knæ- og ankelbredde bilateralt samt tykkelse af forsøgspersonens skosål)

Påsætning af markører (+ overordnet intro til dagen)

(mellemtid: 40 min)

LK (Line)

Indtast "Antropometriske data" i programmet.

CK (Christina)

4 min løb (i roligt tempo – fremad, baglæns, sidelæns, bløde buer, gadedrengehop)

1 min. Retningsskift

2 min. udstrækning af UE.(haser, triceps surae, add og quadriceps)

Forsøgspersonen guides igennem (7 minutter i alt).

JC

Justér Wants

Lav 2 statiske trials

LK

Beregn den statiske trial

CK

Standardsætning: *"Vi kigger på, hvordan du stabiliserer dit knæ. og hvordan du styrer knæet udover foden i de tests, du skal lave. Det er vigtigt, at du udfører testen så godt som muligt!"*

(mellemtid: 55 min)

- **Drop jump** (Sagittal kamera)
 - Verbal cueing: "Stå med 2 ben på tapen på kassen, hop ned med et ben på hver platform, kom godt ned i knæ i landingen og hop efterfølgende så højt du kan".
 - Visuel cueing: Øvelsen forevises 1 gang
 - Prøveforsøg: 3 stk.
 - Testforsøg: 5 godkendte hits.
- **4 hink på et ben med retningsskift** (Frontalt kamera)
 - Verbal cueing: "Start med venstre fod på tapen udenfor den blå linje. Hink 3 gange ligeud på tapen, hink skråt ind. Ram krydset på platformen med din venstre fod, spring 90 grader til siden - så hurtigt du kan – land på højre ben".
 - Visuel cueing: Øvelsen forevises 1 gang
 - Prøveforsøg: 3 stk. pr. ben.
 - Testforsøg: 5 stk. på hvert ben.
- **2-fodsfinde** (Frontal kamera)
 - Verbal cueing: "Lav din finde, ram tapemarkeringen på platformen med din venstre fod og lav retningsskiftet, finten skal mest muligt ligne virkeligheden".
 - Visuel cueing: Øvelsen forevises 1 gang
 - Start ved tapestregen 4 meter fra kraftplatformen)
 - Prøveforsøg: 3 stk. på hvert ben

- Testforsøg: 5 stk. på hvert ben

Forsøgspersonen åbner "Lodtrækningsbrevet"

Udarbejdelse af rapport + brænding af cd, som FP modtager ved forsøgets afslutning. (JC)

Del A: Myklebust 15 minutters opvarmningsprogram:

A1. Løb med stem)

Løbestem på 3. skridt – skiftevis højre og venstre (ca. 45⁰ til siden)

12 ture i alt

2 minutter

(CK løber med på de første, LK tæller turene + korrigerer fp)

A4. Hop med vending)

Hop med 180⁰ graders vending, land kontrolleret på 2 ben og kom ned i knæ. Påvirkes med let skub på truncus.

10 hop x 2 sæt (pause: ½ min x 2)

3 minutter

(CK skubber fp, LK tæller hop + styrer tiden + korrigerer fp)

B1. Boldmodtagelse et ben)

Stå på ét ben på Airex[®] og grib en bold fra siden mens balancen holdes.

15 sek. Højre ben – Grib fra **højre** side

15 sek. Venstre ben – Grib fra **højre** side

15 sek. Højre ben – Grib fra **venstre** side

15 sek. venstre ben – Grib fra **venstre** side

1 minut

(CK kaster bolden, LK styrer tiden + korrigerer fp)

B2. Spring med to bens landing)

Hop ned fra lavt trin, modtag bold og land på begge ben på Airex[®].

"Klar, hop" Hop højt, land på begge ben.

"1,2" Ned i knæ – hold 2 sek.

10 gentagelser x 2 sæt (½ minuts pause)

1 minut 50 sek.

(CK kaster bolden + cueing, LK styrer tiden + korrigerer fp)

B4. Et bens kamp)

Stå på ét ben på Airex[®], skub hinanden ud af balance.

Ned i knæ, hold begge hænder frem foran kroppen med lidt mellemrum

Skub og fjern.

15 sek. På hvert ben x 2 (ingen pause)

1 minut

(CK skubber, LK styrer tiden + korrigerer fp)

C1. Afleveringer to ben)

Stå med begge fødder på vippebræt

Modtag og aflever bolden i forskellige højder og tempo.

15 sek. x 2 (pause ½ minut)

1 minut

(CK kaster bolden, LK styrer tiden + korrigerer fp)

C2. Knæbøjninger to ben)

Lav benbøjninger med begge fødder på vippebrættet. Fødder 10° udad.

Ca. 70° ned i knæ

10 gentagelser x 2 sæt (pause: ½ minut)

1½ minut

(LK styrer tiden + korrigerer FP.)

Verbal cueing: Knæ over tæer, land og find balancen på hele foden, ned i knæ under landing.

Visuel cueing: Øvelsen forevises for testpersonen.

Del B: Cykle på ergometer cykel i 15 minutter på 50-80 watt.

Justér Wands

Lav 2 nye statiske trials.

JC

Beregn den statiske trial

LK

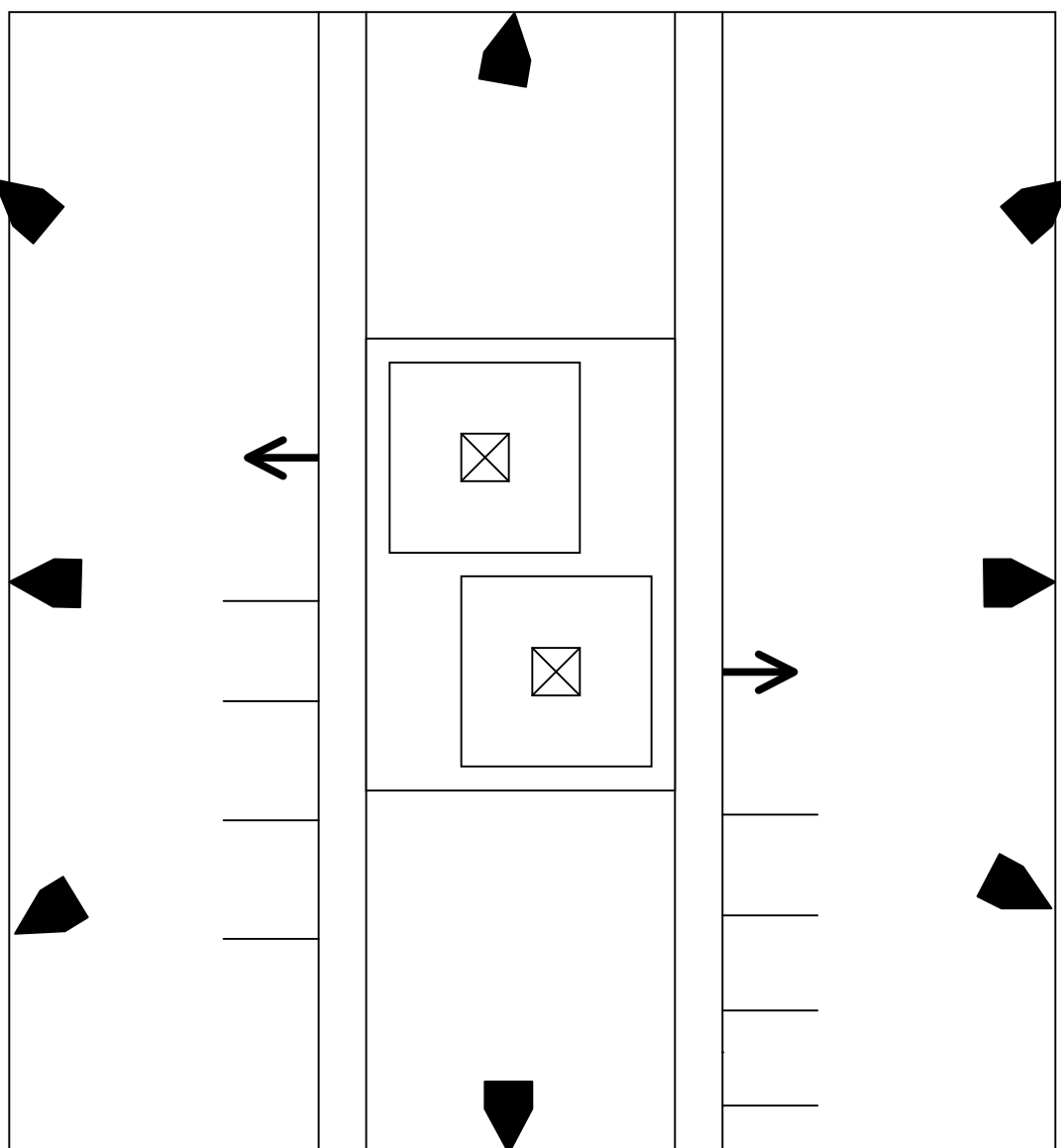
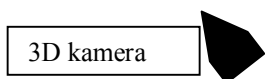
CK

Standardsætning: *"Vi kigger på, hvordan du stabiliserer dit knæ. og hvordan du styrer knæet udover foden i de tests, du skal lave. Det er vigtigt, at du udfører testen så godt som muligt!"*

- **Drop jump** (Sagital kamera)
 - Verbal cueing: "Stå med 2 ben på tapen på kassen, hop ned med et ben på hver platform, kom godt ned i knæ i landingen og hop efterfølgende så højt du kan".
 - Visuel cueing: Øvelsen forevises 1 gang
 - Prøveforsøg: 3 stk.
 - Testforsøg: 5 godkendte hits.
- **4 hink på et ben med retningsskift** (Frontalt kamera)
 - Verbal cueing: "Start med venstre fod på tapen udenfor den blå linje. Hink 3 gange ligeud på tapen, hink skråt ind. Ram krydset på platformen med din venstre fod, spring 90 grader til siden - så hurtigt du kan – land på højre ben".
 - Visuel cueing: Øvelsen forevises 1 gang
 - Prøveforsøg: 3 stk. pr. ben.
 - Testforsøg: 5 stk. på hvert ben.
- **2-fodsfinde** (Frontal kamera)
 - Verbal cueing: "Lav din finde, ram tapemarkeringen på platformen med din venstre fod og lav retningsskiftet, finten skal mest muligt ligne virkeligheden".
 - Visuel cueing: Øvelsen forevises 1 gang
 - Start ved tapestregen 4 meter fra kraftplatformen)
 - Prøveforsøg: 3 stk. på hvert ben
 - Testforsøg: 5 stk. på hvert ben

Bilag 6: Oversigtstegning af Ganglaboratoriet

Illustration af Ganglaboratoriet med de 8 infrarøde kameraer samt kraftplatform. Stregerne på gulvet angiver afstand 1 m. mellem hvert hink. Pilene angiver den 90 graders springretning.



Bilag 7: Myklebusts neuromuskulære treningsprogram

Forebygging av korsbåndskader

Mål

- Endre finteteknikk
- Tobenslanding
- Bedre kontroll og bevisstgjøring av knefunksjon

Fokus

- Knær over tær
- Unngå å få tyngden på tærne, ikke ha tyngden "på tuppå"
- Unngå å slippe ut hoften ved øvelser på en fot

Organisering

- Spillerne deles i 3 grupper på ulike stasjoner; gulv, matte og brett
- Skift stasjon etter 5 min; benytt stoppelokke
- Programmet kjøres minimum 3/uke i de første 5 ukene. Videre i oppfølgingsfasen skal programmet kjøres minimum 1/uke. Varier oppfølgingsfasen med øvelser fra uke 1 til uke 5
- Gi veiledning/korreksjon til hverandre

Hjemmeøvelser

- Tren balanse på ett ben hver gang du f.eks. snakker i telefonen, puzzer tenner og ser på TV

Riktig



Galt



Uke 1

A1: Løp m/stem

- To og to.
- Rolig jogg med ilagte stem.
- Partneren jogger foran spilleren og gir tilbakemeldinger.
- Bytt plass etter ca. 20 m.



B1: Ballmottak ett ben

- To og to på hver sin matte.
- Pasninger i variert høyde og tempo.
- Bytt ben i ca. 10 sek.



C1: Pasninger to ben

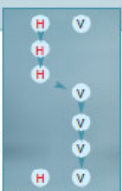
- To og to på hvert sitt brett.
- Pasninger i variert høyde og tempo.



Uke 2

A2: Hopp og tobenslanding

- To og to.
- Spilleren hinker på høyre (H), H, skyver over til venstre (V), V, V og deretter tobenslanding.
- Rytme: hink, hink, enføtslanding, hink, hink, tobenslanding.
- Partner rygger foran og vurderer kropps- og kneposisjon.
- Kjør 3-4 ganger før bytte.



B2: Frosk m/tobenslanding

- To og to. En matte og en lav benk.
- Pasning til partner.
- Tobenslanding.
- Hold landingsposisjon i 2 sek. før rullering.



C2: Knebøyninger tobens/ettbens

- To og to på hvert sitt brett.
- Først to ben, deretter ett ben.
- Bytt ben etter ca. 10 sek. v/ ettbens - knebøyninger.



Uke 3

A3: Innhopp finte

- To og to.
- Ettbens innhopp til finte.
- Tren fraktyet i finte.
- Unngå at benet settes for langt ut til siden, og at kneet skir inn.
- Pasning fra partner, bytt.



B3: Ettbens - landing

- To og to. En matte og en lav benk.
- Få pasning i lufta når du går ned.
- Velvelis landing på høyre og venstre ben.
- Hold landingsposisjon i 2 sek. før rullering.



C3: Pasninger ett ben

- To og to på hvert sitt brett.
- Pasninger i ulikt tempo og vanskelighetsgrad.
- Bytt ben etter ca. 15 sek.



Uke 4

A4: Hopp med vending

- To og to.
- Tobenshopp frem, tilbake, 180° rotasjon, samme bevegelse tilbake.
- Etterhvert med dytt fra partner.
- Bytt etter 3-4 forsøk.



B4: To- og ettbens "kamp"

- To og to på hver sin matte.
- Prøv å dytt hverandre ut av stilling. Husk kontroll og bevisstgjøring av kneposisjon.
- Først to ben deretter ett ben.
- Bytt ben etter 10-15 sek. ved "ettbens-kamp".



C4: Ettbens ballstuss m/lukkede øyne

- To og to på hvert sitt brett.
- Stuss ballen, etterhvert med lukkede øyne.



Uke 5

A5: Innhopp finte og tobens-landing

- To og to.
- Som A3, men fullfør med innhopp og avslutt med tobenslanding.



B5: Innhopp m/vending

- To og to, en matte.
- Buk alltid "antiskli" under mattea.
- Høyt innhopp m/ballmottak og tobenslanding, deretter 180° vending på matte før rullering, m/partner.



C5: Tobens og ettbens "kamp"

- To og to på hvert sitt brett.
- Prøv å dytt hverandre ut av stilling. Husk kontroll og bevisstgjøring av kneposisjon.
- Først to ben deretter ett ben.
- Bytt ben etter 10-15 sek. ved "ettbens-kamp".



Senter for Idrettskadeforskning, finansiert av kulturdepartementet, NIF/NOK, Norsk tipping, Pfizer. Foto: Tom Laursen NIF.

Bilag 8: Normalfordelte Data

Tabel A viser om fintedata på opgavens udvalgte parametre er normalfordelte. De data der ikke er markeret med rødt i tabellens højre side, er normalfordelte. Det viser sig ved testen at parametrene maxkneeflexmom & maxkneeflexmom2** (markeret med rødt) ikke er normalfordelte. Da begge er inden for den samme gruppe (kontrol) har vi valgt ikke at udarbejde non-parametrisk statistik på disse to. Begrundelsen ligger i testmaterialets størrelse ($n = 24$). Der skal blot en enkelt 'outlier' til, for at skelne mellem normaltfordelte og ikke normalfordelte data. Hvis fx ($n = 100$), ville en enkelt 'outlier' ikke betyde så meget, og data ville formentlig vises som normalt fordelte.

Tabel A (Fintedata)

Interventionsgruppe 1 Kontrolgruppe 2	Kolmogorov-Smirnov (a)			
		Statistic	df	Sig.
1	Alder	.167	12	.200(*)
	Højde	.195	12	.200(*)
	Maxkneeflex	.118	12	.200(*)
	maxkneeflex2**	.111	12	.200(*)
	Maxkneevalg	.145	12	.200(*)
	maxkneevalg2**	.218	12	.121
	Maxkneevalgmom	.239	12	.057
	maxkneevalgmom2**	.232	12	.073
	Vægt	.154	12	.200(*)
2	Alder	.177	12	.200(*)
	Højde	.177	12	.200(*)
	Maxkneeflex	.143	12	.200(*)
	maxkneeflex2**	.222	12	.106
	Valgrange	.149	12	.200(*)
	ValgRange2**	.185	12	.200(*)
	Maxkneevalgmom	.288	12	.007
	maxkneevalgmom2**	.300	12	.004
	Vægt	.212	12	.144

* This is a lower bound of the true significance.

(a) Lilliefors Significance Correction

** = Postdata.

Af Tabel B fremgår det af højre sides kolonne, at alle data for hink i begge grupper er normalfordelte, hvorfor der på disse anvendtes parametrisk statistik.

Tabel B (Hinkedata)

Interventionsgruppe 1 Kontrolgruppe 2	Kolmogorov-Smirnov (a)			
		Statistik	df	Sig.
1	Maxkneeflex	.148	12	.200(*)
	maxkneeflex2**	.185	12	.200(*)
	ValgusRange	.233	12	.070
	ValgusRange2**	.143	12	.200(*)
	Maxkneevalgmom	.281	12	.009
	maxkneevalgmom2**	.165	12	.200(*)
2	Maxkneeflex	.119	12	.200(*)
	Maxkneeflex2**	.150	12	.200(*)
	ValgusRange	.210	12	.152
	ValgusRange2**	.200	12	.200(*)
	Maxkneevalgmom	.232	12	.074
	maxkneevalgmom2**	.257	12	.028

* This is a lower bound of the true significance. (a) Lilliefors Significance Correction

** = Postdata.

Bilag 9: Brev til forsøgspersoner

Hvidovre, februar 2007

Effekt af ét skadesforebyggende træningspas hos håndbold piger i 15-19 års alderen set i forhold til alvorlige knæskader.

Vi er 3 fysioterapeut studerende fra Fysioterapeutskolens i København, som er i gang med at lave vores afsluttende bachelorprojekt, som vi meget gerne skulle have færdigt til sommer, hvorefter vi er færdiguddannede.

Formålet med projektet er at undersøge, om der er effekt af et opvarmningsprogram, som kan nedsætte risici for korsbåndsskader.

Det er dokumenteret at et 5 ugers målrettet træningsprogram har en skadesforebyggende effekt, men der er endnu ikke undersøgt effekt af 1 enkelt træningspas.

Baggrunden er, at undersøgelser har vist at kvinder, specielt unge piger i alderen 15-19 år, som dyrker sport med stor belastning på knæ, herunder håndbold, er i højrisiko for skader på forreste korsbånd. Til projektet behøver vi 30 testpersoner, som vi vil teste 1 gang over en periode på 2 måneder.

Inklusion

Du skal være mellem 15-19 år og håndboldspiller inden for de 3 højeste niveauer i junior- og ynglinge rækken (ikke målvgter). Du skal være skadesfri på testtidspunktet. Desuden må du ikke have haft alvorlige knæskader, herunder korsbånd-, menisk- eller ledbåndsskader, eller andre skader i benene indenfor det sidste år. Du må ikke have deltaget i målrettet skadesforebyggende træning i løbet af det sidste år.

Eksklusion

Vi forbeholder os ret til at ekskludere dig, hvis du ikke opfylder vores kriterier for inklusion.

Forsøget

Forsøget varer ca. 2 timer.

Først vil der blive påsat små refleks-markører som kan registreres af vores infrarøde kameraer. Dette giver os et 3-dimensionelt billede af dig som opsamles som data i vores computer.

Inden testen gennemgår du en let opvarmning.

Nedenstående tests udføres 5 gange:

- Dropjump - spring så højt du kan med 2-bensafsæt.
- Hink - med retningsskift så hurtigt du kan.
- Lav din egen 2-fodsfinte - som du vil lave den, når du spiller håndbold.

Du skal efter 1. testrunde enten cykle 15 min. eller lave et program i 15 min. Dette bestemmes ud fra lodtrækning. Herefter skal du gennemgå de samme tests en gang til.

Ud fra disse tests kan vi efterfølgende beregne hvordan du belaster dine knæled, og se om opvarmningsprogrammet har hjulpet.

Praktisk.

Vi har haft kontakt til din træner som har sagt god for at vi låner nogle af jer, hvis I selv har tid og lyst.

Du skal møde op **1 enkelt gang** på Hvidovre Hospitals Ganglaboratorium som ligger i opgang 2, st. Her bliver du hentet af undertegnede.

(Vi har desværre ikke mulighed for at godtgøre transportudgifter til og fra Hvidovre Hospital).

Hvis du skulle have lyst til at deltage, er du velkommen til at tage din mor, far, veninde eller kæreste med.

Hvis du er **under 18 år**, skal en af dine forældre skrive under på, at du må deltage.

Selvom du/dine forældre har underskrevet Samtykkeerklæringen og er blevet inkluderet som forsøgsperson, kan du til enhver tid trække dit tilsagn tilbage og træde ud af projektet, helt uden at skulle begrunde din beslutning. Dette vil ikke påvirke dit nuværende eller fremtidige forhold til de involverede steder eller personer.

Ligeledes skal du vide, at projektet er omfattet af tavshedspligt for alle involverede. Oplysninger om dine helbredsforhold, private forhold, eller andre fortrolige oplysninger om dig, som gives eller fremkommer i forbindelse med din deltagelse, er således omfattet af tavshedspligt. Dine personlige oplysninger vil blive opbevaret i ikke-person-henførbær form.

Hvis der under forsøget fremkommer nye oplysninger om effekt, risici, komplikationer eller ulemper ved forsøget, eller hvis projektets forsøgsdesign ændres væsentligt, skal du informeres herom.

Du har som forsøgsperson aktindsigt i projektet.

Du skal medbringe:

- Shorts (ikke for lange shorts, da vi skal sætte reflekser midt på låret)
- T-shirt (helst tætsiddende)
- Håndboldsko (helst ikke den type der dækker anklerne)
- Short-cut strømper (af den type der ikke dækker anklerne - ellers har vi lånestrømper)
- Underskrevet Samtykkeerklæring (VIGTIGT!)

Hvad får jeg selv ud af dette forsøg?

Du får et skadesforebyggende program med hjem, som dokumenteret nedsætter risici for korsbåndsskader og andre skader, hvis programmet udføres regelmæssigt. Derudover får du en cd-rom, hvorpå du kan se animerede figurer af dig selv udføre nogle af disse tests, som du har været igennem i løbet af dagen. Når vi har færdigarbejdet projektet, vil du modtage dine personlige resultater samt konklusionen på projektet.

For yderligere information kan du ringe til Jeppe N. Christensen mellem kl. 9-15 (Tlf. 28747572) eller mail liklje@yahoo.dk

Med venlig hilsen
Fysioterapeutstuderende.

Line Klemmensen, Christina Krogshede, Jeppe N. Christensen.

Overordnet projektansvarlig:
Jesper Bencke, cand.scient, PhD
Laboratorieleder

Samtykkeerklæring

Afleveres til projektansvarlige ved inklusion

(kopi gives til forsøgspersonen)

”Effekt af ét skadesforebyggende træningspas hos håndbold piger i 15-19 års alderen set i forhold til alvorlige knæskader”

For at få dit samtykke som forsøgsperson i projektet, vil vi bede dig underskrive nedenfor.

”Med min underskrift erklærer jeg at have modtaget skriftlig såvel som mundtlig information om studiet og har haft mulighed for at få afklaret tvivlsspørgsmål. Jeg er indforstået med de inklusionskriterier, som jeg skal opfylde og overholde og er ligeledes afklaret med grunde til eksklusion. Jeg er frivillig og kender min ret til enhver tid og uden begrundelse at trække mit tilsagn tilbage, uden at det vil have konsekvenser for nuværende eller fremtidige behandlinger.”.

Dato:

Underskrift:

Forbeholdt den projektansvarlige

Den ansvarlige videnskabelige medarbejder attesterer hermed at have informeret forsøgspersonen skriftligt som mundtligt om projektet.

Dato:

Underskrift:

Bilag 10: Eksempel på søgematrix i Pubmed





A service of the National Library of Medicine
and the National Institutes of Health

www.pubmed.gov



[All Databases](#) | [PubMed](#) | [Nucleotide](#) | [Protein](#) | [Genome](#) | [Structure](#) | [OMIM](#) | [PMC](#) | [Journals](#) | [Books](#)

Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans

Entrez PubMed

- Search History will be lost after eight hours of inactivity.
- Search numbers may not be continuous; all searches are represented.
- To save search indefinitely, click query # and select Save in My NCBI.
- To combine searches use #search, e.g., #2 AND #3 or click query # for more options.

PubMed Services

Search	Most Recent Queries	Time	Result
#13	Search #1 OR #2 AND #5 Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans	04:19:34	13
#16	Search #1 OR #2 AND #4 Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans	04:18:37	7
#15	Search #3 AND #4 AND #5 Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans	04:17:17	4
#14	Search #1 OR #2 AND #7 AND #8 Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans	04:16:36	0
#12	Search #1 OR #2 AND #9 Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans	04:15:01	19
#11	Search #1 OR #2 AND #3 AND #4 Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans	04:13:56	5
#10	Search Limits: Adolescent: 13-18 years, English, published in the last 10 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Female, Humans	04:12:28	37684
#9	Search sport and knee injuries	04:09:28	1281
#8	Search proprioception and knee injuries	04:09:03	131
#7	Search injury mechanisms of the knee	04:08:03	350
#6	Search biomechanics and knee injuries	04:07:16	1269
#5	Search prevention training	04:06:20	58480
#4	Search neuromuscular training	04:05:56	1180
#3	Search female athletes	04:05:31	5568
#2	Search anterior cruciate ligament	04:05:14	7447
#1	Search knee injuries	04:04:55	11269

Related Resources

Vi er bekendt med at Pubmed har en Mesh søgefunktion, som inddrager flere synonymer for det/de valgte søgeord, hvorved flere mulige artikler kan fremkomme. Vi har dog ikke benyttet denne funktion i ovenstående litteratursøgning, da denne indsnævredes tilfredsstillende.

Bilag 11: ACL skade under finte i håndboldkamp

Nedenstående billedesekvens illustrerer en ACL skade optaget under en tv-håndboldkamp. Af billederne ses en fintesituation, hvor højre knæ belastes i forhold til en fintebevægelse mod venstre. Bemærk at skaden sker uden kontakt med forsvarsspiller.

- A) Den angribende spiller modtager bolden og tager tilløb til finten.
- B) Den angribende spiller lander for at udføre finten.
- C) Landingen sker på forholdsvis strakt højre knæ. Højre ben sættes i jorden og presses i underlaget for at foretage en deceleration af den fremadrettet kraft.
- D) Den angribende spiller sætter med stor kraft af i gulvet med højre benet for at foretage et retningsskift mod venstre. I højre knæ sker en indadrotation af femur i forhold til tibia og knæet presses i valgus. ACL er højest sandsynligt belastet eller overrevet på dette tidspunkt.
- E) Højre knæ kolapser i en kraftig valgus og indadrotation af femur. Fod og knæ peger ikke samme retning.
- F) Korsbåndet er bristet og den angribende spiller falder til jorden.

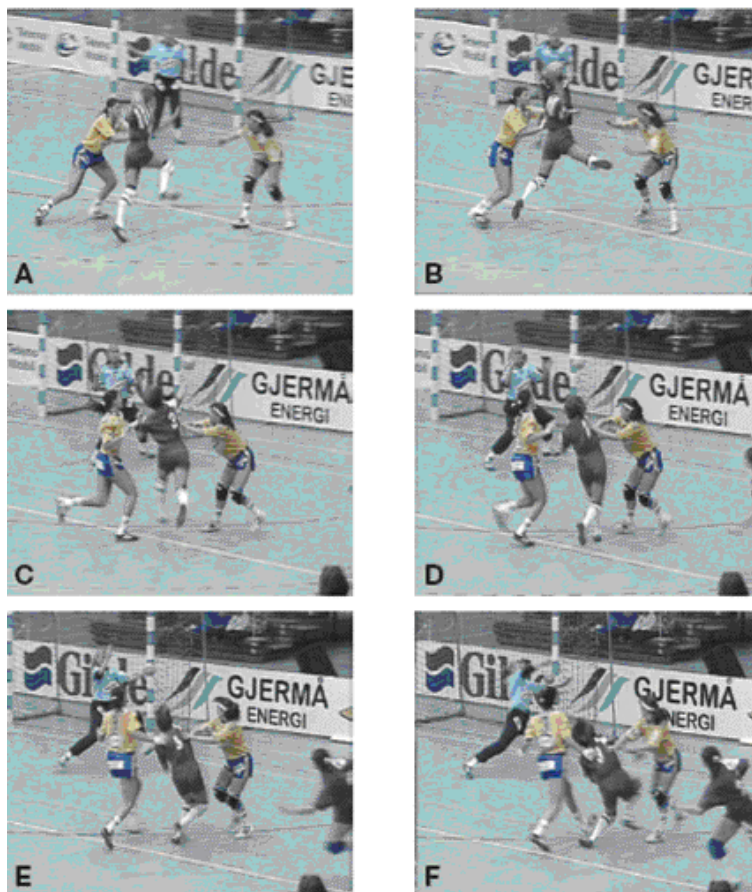


Billederne stammer fra Olsen, O. et al (2004)

Bilag 12: ACL skade ved hopskud i håndboldkamp

Nedenstående tv-billedserie viser en ACL skades opståen efter et hopskud i en håndboldkamp. Skaden sker i landing efter skudafvikling og ved kontakt med forsvarsspiller.

- A) Den angribende spiller er i fart fremad og sætter af til skud.
- B) Forsvarsspilleren til venstre i billedet giver den angribende spiller et skub, så hun kommer ud af balance.
- C) Hopskuddet afvikles i luften, mens forsvarsspilleren til højre i billedet giver den angribende spiller et skub modsat den angribende spillers bevægelse.
- D) Landingen sker på omtrent strakt ben samt med en udefrakommende påvirkning fra den højre forsvarsspiller.
- E) Den angribende spillers tyngde samt det nedadrettet skub fra den højre forsvarsspiller medfører at den angribende spillers venstre knæ presses yderligere i valgus. I dette øjeblik er ACL skaden formegentlig sket.
- F) Knæet er i kraftig valgus og spilleren falder i gulvet. Fod og knæ peger ikke længere i samme retning.



Ovenstående videobillederne stammer fra Olsen, O. et al (2004) undersøgelse.

Bilag 13: Resultater for hinkebevægelsen

Sammenligning af grupperne

Nedenstående tabel viser testværdierne for parametrene maks. knæfleksion, maks. valgusmoment og valgusrange i henholdsvis prætest og posttest inden for de respektive grupper. Tabellen beror på gennemsnit for gruppen (n = 12 i hver gruppe), og viser ligeledes den eksakte difference mellem grupperne på de forskellige parametre.

Sammenligning af gruppernes hinkedata

	Hink			
	Sammenligning af grupperne			
	Interventionsgruppe	Kontrolgruppe	Difference	P-værdi
Prætest				
• Maks. knæfleksion (°)	62.2	62.1	0.1	0.937
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-354.8	-299.8	55.0	0.599
• Valgusrange (°)	-1.0	-2.3	1.4	0.066
Posttest				
• Maks. knæfleksion (°)	58.6	57.5	1.2	0.445
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-316.7	-323.6	6.9	0.948
• Valgusrange (°)	-3.7	-2.2	1.5	0.182

Sammenligning af interventionsgruppens og kontrolgruppens prætest.

Ved sammenligning af Interventionsgruppen (n = 12) og Kontrolgruppen (n = 12) blev der ikke fundet signifikant forskel på prætest mellem grupperne inden for parametrene maks. knæfleksion (**p = 0.937**), maks. valgusmoment (**p = 0.599**) og valgusrange (**p = 0.066**).

Sammenligning af interventionsgruppens og kontrolgruppens posttest.

Ved sammenligning af interventionsgruppen (n = 12) og kontrolgruppen (n = 12) blev der ikke fundet signifikant forskel på posttest mellem grupperne inden for parametrene maks. knæfleksion (**p = 0.445**), maks. valgusmoment (**p = 0.948**) og valgusrange (**p = 0.182**).

Sammenligning inden for gruppen

Efterfølgende ses på, om der er sket en udvikling inden for hver gruppe.

Nedenstående tabel viser testværdierne for parametrene maks. knæfleksion, maks. valgusmoment og valgusrange inden for de respektive grupper i henholdsvis prætest og posttest. Tabellen beror på gennemsnit for gruppen (n = 12 i hver gruppe), og viser ligeledes den eksakte difference mellem prætest og posttest inden for gruppen.

Sammenligning af hinkedata inden for grupperne

	Hink Sammenligning inden for gruppen			
	Prætest	Posttest	Difference	P-værdi
Interventionsgruppe				
• Maks. knæfleksion (°)	62.2	58.6	-3.6	0.011*
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-354.8	-316.7	-38.1	0.654
• Valgusrange (°)	-1.0	-3.7	2.7	0.006*
Kontrolgruppe				
• Maks. knæfleksion (°)	62.1	57.5	-4.6	0.000*
• Maks. valgusmoment (Nmm/kgBW)	-299.8	-323.6	23.8	0.642
• Valgusrange (°)	-2.3	-2.2	- 0.8	0.917

Sammenligning inden for interventionsgruppen

Inden for interventionsgruppen (n = 12) blev der fundet signifikant forskel fra prætest til posttest inden for parametrene maks. knæfleksion (**p = 0.011**) og maks. valgusrange (**p = 0.006**).

Der blev ikke fundet signifikant forskel fra prætest til posttest ved parameteret maks. valgusmoment (**p = 0.654**).

Sammenligning inden for kontrolgruppen

Inden for kontrolgruppen (n = 12) blev der fundet signifikant forskel fra prætest til posttest inden for parameteret maks. knæfleksion (**p = 0.000**).

Der blev ikke fundet signifikant forskel prætest til posttest ved parametrene maks. valgusmoment (**p = 0.642**) og valgusrange (**p = 0.917**).

Opsummering

Resultaterne for hink viste, at der ved sammenligning af interventionsgruppen og kontrolgruppen ikke blev fundet signifikant forskel på henholdsvis prætest og posttest mellem grupperne.

Inden for interventionsgruppen fandtes en signifikant forskel fra prætest til posttest ved parametrene maks. knæfleksion (p = 0.011) og valgusrange (p = 0.006). Forskellen i grader ved knæfleksion var -3.627°, hvilket betyder at interventionsgruppen i gennemsnit landede på mere strakte knæ efter interventionen. Forskellen i grader for valgusrange var 2.728° i negativ retning, hvilket betyder at interventionsgruppen i gennemsnit øgede valgusrange som følge af interventionen.

Inden for kontrolgruppen fandtes en signifikant forskel fra prætest til posttest ved parameteret maks. knæfleksion (p = 0.000). Forskellen i grader var -4.647°, hvilket betyder at kontrolgruppen i gennemsnit havde tendens til at lande på mere strakte knæ efter 15 min cykling.

Bilag 14: Finte rådata for hele stikprøven prætest & posttest

Tabel A viser finte rådata for hele stikprøven ved prætest på det dominante ben
Her er vist lidt flere data end anvendt i opgaven, blot for at illustrere muligheden for at regne på andre parametre.

Fp_nr	inikneflx	maxkneeflex	inikneabd	maxkneevalg	ValgusRange	maxkneeextmom	maxkneevalgmom	Contacttime
1	25,19086	61,5498	-1,74346	-5,97587	4,232409	2745,350488	-728,154	0,368
2	22,42523	66,92485	-3,63237	-3,86511	0,232734	2553,357666	-806,612	0,386
3	31,8272	69,10999	-2,32645	-8,14316	5,81671	2510,093708	-524,085	0,568
4	22,24743	61,08931	-3,84612	-6,48663	2,640516	2383,191793	-696,187	0,322
5	19,76759	69,85694	-0,17106	-6,6708	6,499737	2111,80105	-1375,79	0,496
6	14,59969	55,12987	-3,56834	-4,93002	1,361681	2299,141894	-735,552	0,306
7	38,00559	70,2773	-1,23406	-1,35041	0,116355	2199,903369	-818,902	0,462
8	17,25719	54,41302	6,910336	6,910336	0	3102,271338	-470,864	0,33
9	19,63788	55,74568	-2,21187	-5,88848	3,676608	3258,24292	-741,821	0,39
10	20,10735	67,0623	-3,08087	-3,08087	0	3705,581055	-858,2	0,442
11	28,33283	57,81288	-4,0714	-6,7365	2,665102	2575,456348	-456,368	0,278
12	20,70318	51,79605	1,619088	-0,17294	1,792028	3959,286499	-810,775	0,34
13	22,4254	61,81973	-0,1812	-3,93883	3,757629	2902,09151	-517,406	0,336
14	24,56914	58,70611	-0,13878	-0,59535	0,456575	2514,720996	-330,178	0,352
15	22,58109	59,29397	-0,84064	-0,86331	0,022674	3214,23763	-267,281	0,316667
16	24,1339	65,90819	-1,02392	-6,14141	5,117488	3043,484375	-561,39	0,354
17	20,41595	53,60691	-0,18212	-1,0038	0,821672	3303,510547	-671,325	0,304
18	22,26031	61,39637	2,968695	1,693401	1,275293	3739,896246	-401,184	0,3475
19	20,95416	62,90158	0,82292	0,632714	0,190206	2384,287645	-303,634	0,428
20	25,2625	60,47392	-0,21909	-2,46226	2,243176	3300,041673	-364,159	0,332
21	18,68983	56,69176	2,165042	-3,03988	5,204918	2179,297607	-725,413	0,3375
22	27,24681	62,29947	1,822385	-0,2322	2,054585	2896,207422	-369,858	0,324
23	16,28368	47,72412	-1,15777	-2,52486	1,367088	3142,097656	-573,727	0,27
24	17,05201	68,70455	-3,14963	-4,83466	1,685035	3374,226513	-672,234	0,492
Gennemsnit	22,58	60,84	0,686	-2,904	2,218	2891,574	-615,879*	0,370

*Valgusmomenterne deles med faktor 1000, for at udtrykke værdierne i Nm/kgBW.

Tabel B viser finte rådata for hele stikprøven ved posttest på det dominante ben
Her er vist lidt flere data end anvendt i opgaven, blot for at illustrere muligheden for at regne på andre parametre.

Fp_nr	Inikneflx 2	Maxkneefle 2	Inikneabd 2	Maxkneevalg 2	Valgusrange	Maxkneeextmom 2	Maxkneevalgmom 2	Contacttime 2
1	20,334428	56,698013	-1,1004164	-9,5532496	8,4528332	3187,329248	-1221,502991	0,3
2	26,4276784	69,8509948	-5,9396082	-10,3662832	4,426675	2964,641504	-542,2237882	0,37
3	24,643309	65,9804652	-1,112118	-9,609182	8,497064	2333,733594	-983,6570434	0,532
4	14,507644	58,1606102	-1,2195566	-1,6496024	0,4300458	2091,557715	-694,6769564	0,326
5	18,59774575	63,95991425	0,2825755	-9,61538375	9,89795925	2302,212891	-2114,040711	0,425
6	15,124521	61,1901862	-4,1132402	-10,9886316	6,8753914	2149,084009	-490,1255738	0,356
7	32,1172786	68,9341376	1,4175118	1,4175118	0	2183,956103	-782,1381836	0,444
8	26,9460638	63,0212134	0,86905	-3,9329016	4,8019516	3390,719434	-526,5935426	0,378
9	15,897543	52,2275924	-3,797969	-11,6179048	7,8199358	3641,335888	-926,9914	0,328
10	20,9934682	67,3233596	-2,8274748	-3,6842226	0,8567478	3316,843945	-544,3721834	0,418
11	23,785857	63,417668	-6,4329284	-10,1629196	3,7299912	3503,045166	-878,0341918	0,32
12	23,6963282	53,7804288	-1,6589866	-4,6393846	2,980398	3502,410937	-734,1394714	0,31
13	18,2847798	64,2148002	-0,3557866	-4,6327608	4,2769742	3086,361328	-599,3455016	0,38
14	19,2009442	59,179075	-1,5223592	-11,388239	9,8658798	2643,066113	-369,4856932	0,364
15	16,6670995	61,487051	1,886072	-1,96832575	3,85439775	3106,429443	-564,8970568	0,3175
16	20,7958976	61,999964	4,1544052	3,3140598	0,8403454	2577,196265	-490,595459	0,368
17	20,01361675	56,485962	-0,7854985	-1,9116155	1,126117	3355,659729	-652,196701	0,3475
18	25,6593052	62,1882738	3,1530092	2,198047	0,9549622	3509,866162	-342,723474	0,356
19	18,9209934	60,1314576	1,311703	-6,7540452	8,0657482	3199,522949	-381,7337064	0,404
20	31,14058	57,9002006	-1,9759662	-4,3798252	2,403859	3195,801318	-542,0352784	0,306
21	18,462759	57,48863875	2,2650445	-3,90141625	6,16646075	2087,480438	-581,070854	0,3675
22	22,718763	63,2991525	1,9327715	0,54022675	1,39254475	2704,37909	-493,575897	0,3825
23	13,1368348	44,8244408	0,4644452	-0,6303202	1,0947654	3373,121582	-372,7279784	0,26
24	15,770239	69,1088502	-3,1130954	-12,189825	9,0767296	4452,425537	-700,3934692	0,454
Gennemsnit	20,993	60,952	-0,759	-5,254	4,495	2994,091	-688,720	0,367

Bilag 15: Hinke rådata for hele stikprøven prætest & posttest

Tabel A viser hinke rådata for hele stikprøven ved prætest på det dominante ben.
Her er vist lidt flere data end anvendt i opgaven, blot for at illustrere muligheden for at regne på andre parametre.

Fp_nr	inikneflx	maxkneeflex	inikneabd	maxkneevalg	ValgusRange	maxkneextmom	maxkneevalgmom	Contacttime
1	23,3938986	61,3727592	-1,512402	-6,7086712	5,1962692	3030,607422	-396,2931214	0,306
2	25,883095	68,7352278	-2,3138956	-2,623254	0,3093584	2728,099512	-323,6396638	0,434
3	25,787068	71,8600754	-2,2948442	-8,9773424	6,6824982	2683,813672	12,080781	0,552
4	18,1438982	66,3484658	-2,51956	-2,8027408	0,2831808	1825,786328	-523,5644226	0,428
5	26,605187	61,722375	-1,7213962	-2,41703775	0,6956415	2095,553864	-982,8677368	0,3425
6	13,4125512	57,8414202	-4,1236746	-5,1286378	1,0049632	2049,911816	-388,5260622	0,39
7	22,7666934	65,470079	0,0503836	-0,184989	0,2353726	2637,939551	-123,797759	0,388
8	23,8103748	64,197667	1,7483192	0,1705572	1,577762	3745,5979	-302,9552004	0,348
9	15,7395686	55,2934334	-1,7051272	-3,29214	1,5870128	3134,584766	-206,4156974	0,384
10	21,484397	65,3930704	-1,6061554	-1,6061554	0	2665,389795	-355,1923766	0,472
11	28,2067954	58,5410262	-2,3681442	-2,5536318	0,1854876	2135,206006	-290,9001952	0,334
12	25,3364686	63,4870856	0,6238552	-1,7202666	2,3441218	5107,557031	-1079,841516	0,36
13	22,9916706	62,034011	0,7050322	-2,511756	3,2167882	2824,86958	-311,0417664	0,36
14	17,4708906	57,7853066	0,7736128	-0,5416012	1,315214	2480,293018	-283,8788116	0,368
15	24,0575742	64,981655	-1,9788516	-6,835093	4,8562414	3015,291455	-233,4608368	0,388
16	23,8630282	62,6421316	-2,2071492	-3,8379294	1,6307802	2758,214893	-422,7582826	0,384
17	23,0711668	57,4677888	1,2188418	0,5653862	0,6534556	3003,048779	-116,2456864	0,322
18	25,9865964	59,8125832	1,4814226	0,9939314	0,4874912	3786,691219	-265,0634702	0,286
19	17,5144668	64,4599166	0,2294908	-0,1452274	0,3747182	2219,863281	-204,562265	0,432
20	21,5179276	62,339583	1,2710878	-2,2513574	3,5224452	3393,703418	-95,7228098	0,372
21	19,8717576	54,6491372	2,1031072	1,4395736	0,6635336	2338,881983	-246,0672134	0,32
22	26,1404242	61,1781212	1,7899484	1,222217	0,5677314	3382,145215	-381,246414	0,32
23	18,3915358	57,7763566	-1,2246786	-3,4033956	2,178717	3383,678809	-171,1529472	0,346
24	15,8779182	66,6457154	-2,6446912	-2,7686338	0,1239426	3360,198975	-161,8096176	0,394
Gennemsnit	21,97	62,17	-0,676	-2,330	1,654	2907,779	-327,288	0,376

Tabel B viser hinde rådata for hele stikprøven posttest på det dominante ben

Fp_nr	inikneflx2	maxkneeflex2	inikneabd2	maxkneevalg2	ValgusRange	maxkneeeextmom2	maxkneevalgmom2	Contacttime2
1	25,5857726	57,2092278	-1,4597324	-8,2903008	6,8305684	3201,104541	-464,649495	0,274
2	28,0289348	65,2619834	-6,734691	-11,0731908	4,3384998	2850,732227	-608,0223388	0,346
3	25,9429912	64,1086188	-2,8035822	-6,4686726	3,6650904	3092,863916	-84,5795082	0,416
4	22,0631632	55,564315	-1,3375726	-1,3375726	0	1976,277002	-368,4836732	0,328
5	24,0878064	54,8137178	-2,1100358	-5,2967368	3,186701	2973,803076	-1234,610462	0,236
6	14,1815478	57,1933052	-4,6573506	-10,208369	5,5510184	2494,327637	-361,5779266	0,314
7	24,8549464	64,6688114	-2,2673922	-2,430232	0,1628398	2398,093603	-295,132953	0,376
8	21,66354	60,2731926	1,5719542	1,3246024	0,2473518	3767,78125	-408,4399414	0,33
9	17,4707228	55,5248422	-4,0805868	-9,7693252	5,6887384	3548,783301	-397,0496826	0,35
10	16,079901	62,8440276	-1,3688494	-1,3688494	0	2557,713037	-341,6055234	0,35
11	26,44267825	53,848546	-5,0700185	-9,73359525	4,66357675	3315,078064	-182,997697	0,2675
12	21,7616168	53,5346116	-0,6915442	-3,4882578	2,7967136	3674,178076	-231,2394364	0,28
13	24,8585556	58,7681024	-0,3858752	-3,36262	2,9767448	3174,726758	-434,6862182	0,322
14	16,8648505	59,018326	-1,3095212	-10,68975025	9,380229	3034,746826	-293,9494475	0,365
15	22,5823462	60,8140764	0,0035256	0,0035256	0	2865,595606	-291,063254	0,364
16	24,069076	56,3282646	0,66918	0,65036	0,01882	3149,389795	-320,916501	0,306
17	20,9265748	55,20271	-0,8738978	-1,9287732	1,0548754	3062,279834	-426,0124052	0,32
18	25,51457325	55,526579	1,68446125	1,2446215	0,43983975	3917,669189	-201,0144013	0,2975
19	18,8406368	58,5350844	0,036481	-6,0480836	6,0845646	3155,872266	-273,5131178	0,39
20	21,59414	55,4091795	1,00682825	-2,66296875	3,669797	3604,328247	-147,2105518	0,3125
21	18,5406878	53,5212778	1,5130312	-0,9451396	2,4581708	2332,390527	-135,4126346	0,33
22	22,99066725	61,942339	1,94966725	-0,18825775	2,137925	3173,865967	-299,4010353	0,335
23	19,4187244	54,8049866	0,1006326	-0,280446	0,3810786	3480,035596	23,3042312	0,332
24	14,4279854	58,0332274	-2,6530402	-8,341053	5,6880128	4864,062305	95,3798632	0,328
Gennemsnit	21,62	58,03	-1,219	-4,195	2,976	3152,737	-320,120	0,328

Her er vist lidt flere data end anvendt i opgaven, blot for at illustrere muligheden for at regne på andre parametre.

Kritisk vurdering af artikel.

Kritisk vurdering af Myklebust et al (2003) "Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons", vurderet udfra Jamtved G., Hagen, K. B. & Bjørndal, A., 2003, kap 7.

Denne artikel har været meget relevant i forhold til vores bacheloropgave og fungerer som grundlag for vores valg af undersøgelse.

- **1) Er formålet klart?**
 - Formålet var at vurdere effektiviteten af et neuromuskulært træningsprogram på incidensen af ACL skader hos kvinder fra de 3 bedste norske håndboldrækker.
- **2) Er et kohortstudie et velegnet design til at besvare problemstillingen?**
 - Kohortestudier følger mennesker over tid. Dette studie er et prospektivt studie, der har som effektmål "nedsættelse af ACL skader" hvilket et kohortestudie kan besvare.
 - Power udregningerne viste, at forskerne skulle inkludere ca. 2000 spillere for at finde en 50 % reduktion af ACL skaderne, hvilket ikke var muligt. Det ville have været bedst med et randomiseret kontrolleret studie, der delte en interventionsgruppe og en kontrolgruppe, så der på denne måde ville blive taget højde for, at der var balance i de prognostiske faktorer, som kunne være relevante for udfaldet. Ligeledes mener vi, at forskerne burde have været blindede, så de ikke vidste, hvem fra hvilken gruppe der blev skadet.
- **3) Blev personerne rekrutteret til forsøget på en tilfredsstillende måde? (Evt. selektion skævhed?)**
 - Designet er et prospektivt interventions studie som gennem 3 sæsoner følger spillerne i de tre bedste håndboldrækker i Norge fra 1998-2001. Det er det Norske håndbold forbund der har rangeret holdene efter deres evner og de 3 bedste divisioner er blevet inkluderet. Alle inden for målgruppen er blevet spurgt med undtagelse af holdene med beliggenhed i det nordlige Norge, der blev ekskluderet pga. praktiske årsager. Der har sandsynligvis været en vis frivillig selektion af de som gennemførte.
- **4) Blev kontrolgruppen præcist målt?**
 - Selve målingen af ACL skader blev objektivt målt udfra den stillede diagnose og senere artroskopi, så det er ikke sandsynligt at der skulle være foretaget falsk-positive målinger. Til gengæld er der en mulighed for at en ACL skade er blevet overset. Trænerne skulle kontakte forskerne og meddele hver ACL skade, hvilket der blev fulgt op på, men hvis en spiller mod al forventning fik en ACL skade uden smerte, hævelse og dermed ingen undersøgelse, er disse data gået tabt. Forsikring nævnes dog i artiklen, der kunne hjælpe med til at skader blev registreret.

- Det fremgår ikke klart, om nogle af deltagerne havde været knæskadede før og herved stabilitetsmæssigt ringere stillet end de som ikke har været skadet tidligere. Tilmed fremgår det heller ikke klart, om nogle af holdene lavede kontinuerlig skadesforebyggende træning inden interventionerne blev påbegyndt i 1999.
- **5) Blev interventionsgruppen præcist målt?**
 - Selve målingen af ACL skader blev objektivt målt ud fra den stillede diagnose og senere artroskopi, så det er ikke sandsynligt at der skulle være foretaget falsk-positive målinger. Til gengæld er der en mulighed for at en ACL skade er blevet overset. Trænere eller fysioterapeuter skulle i begge sæsoner kontakte forskerne og meddele hver ACL skade, hvilket der blev fulgt op på, men hvis en spiller mod al forventning fik en ACL skade uden smerte, hævelse og dermed ingen undersøgelse, er disse data gået tabt. Alle holdenes forudsætninger for at deltage i forsøget var ens ved baseline, de modtog de samme instrukser og materialer til udførelse af forsøget. Men det fremgår ikke klart, om nogle af deltagerne havde været knæskadede før og herved stabilitetsmæssigt ringere stillet end de som ikke har været skadet tidligere. Tilmed fremgår det heller ikke klart, om nogle af holdene lavede kontinuerlig skadesforebyggende træning inden interventionerne blev påbegyndt i 1999.
 - Der var desuden forskel på de 2 interventionsperioder: I begge interventionsperioder foretog alle hold ét besøg i forberedelses perioden, hvor de fik udleveret en instruktionsvideo, plakater, 6 balance måtter og 6 vippebræt. I 1. interventionsperiode var det holdenes trænere, der havde ansvaret for spillernes udførsel af træningsprogrammet. I 2. interventionsperiode var det holdenes fysioterapeuter, der stod for træningen. Disse havde været på et 8 timers seminar, hvor de modtog teoretisk og praktisk træning for at udføre det ACL-skadesforebyggende program korrekt.
- **6) Har forfatterne taget hensyn til mulige confoundere i studiets design?**
 - Forfatterne har ikke systematisk indhentet data på potentielle confoundere, men er opmærksomme på, at det kunne have været interessant og måske markant at inkludere gulvtype, skotype, tidligere knæskader, alder og trænerens træningsform.
 - Forfatterne nævner desuden at de har modificeret interventionen fra 1. interventionsperiode til 2. interventionsperiode i form af at gøre øvelserne mere håndboldspecifikke og mere udfordrende.
- **7) Blev der fulgt op på personerne i studiet?**
 - Ja, der blev gjort rede for de som deltog, og de som ikke deltog i udførelsen af interventionen. Der er en god redegørelse over, hvor mange procent der gennemførte og hvor mange der ikke gjorde.
- **8) Blev der fulgt op på personerne længe nok?**
 - ACL skader opstået fra den 15. august til den 31. maj i den givne sæson blev inkluderet. Interventionen blev påbegyndt i begyndelsen af august, hvilket vil sige, at skadernes optælling startede efter kun et par uger med interventionen.