

Stig Haugsbø Andersson

Nevromuskulær kontroll som risikofaktor for skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere

- En prospektiv kohortstudie

Masteroppgave i idrettsfysioterapi

Seksjon for idrettsmedisinske fag

Norges idrettshøgskole, 2013

Forord

Denne oppgaven representerer slutten på min mastergrad i idrettsfysioterapi ved Norges Idrettshøgskole. Som jeg forventet har det vært to lærerike og utfordrende år. Jeg har fått inngående kunnskap om forskningens verden og ser frem til å dra nytte av dette i min kliniske hverdag. Det har vært hard jobbing fra første studiedag, men også mye moro takket være mine medstudenter.

Jeg vil rette en stor tak til min hovedveileder, Grethe Myklebust, som har veiledet meg med engasjement og trygg hånd gjennom hele prosessen. Takk for at du alltid har døren på gløtt for en faglig diskusjon og har evnen til å komme med konkrete og konstruktive tilbakemeldinger.

En stor takk til min biveileder, Ben Clarsen, som har bidratt med gode tilbakemeldinger, praktiske råd og metodiske betraktninger gjennom hele prosessen, uansett hvor travelt han har hatt det.

Takk til Ingar Holme for rådgivning i arbeidet med de statistiske analysene.

Til slutt vil jeg takke min enestående familie for at de alltid stiller opp og oppmuntrer meg til å ta nye utfordringer. En spesielt stor takk til min kjære, Alette, som alltid støtter meg og alltid er der for meg, helt siden ”sokkedansen” på Stord cup i 1996.

Helt på tampen vil jeg også nevne Joon og Salmotruttgutta for deres bidrag til litt ”sunn galskap” i hverdagen.

Stig Haugsbø Andersson

Oslo, Mai 2013

Sammendrag

Bakgrunn: Håndball er en utbredt idrett i Norge med over 100 000 aktive spillere. Skulderen fremheves som en utsatt region for belastningsskader hos både mannlige- og kvinnelige håndballspillere i ulike aldersgrupper og på ulike konkurransenivå. Nevromuskulær kontroll (NMK) omkring scapula er avgjørende for en normal skulderfunksjon. Konsekvensen av redusert NMK omkring scapula kan være scapula dyskinesi som er assosiert med en rekke dysfunksjoner og diagnoser relatert til skulderen. NMK omkring kne og hofta er også potensielle risikofaktorer for skulderproblemer ved at belastningen skulderbuen utsettes for er avhengig av kraftoverføringen og samspillet mellom de ulike segmentene i den kinetiske kjede.

Formål: Gjøre rede for prevalensen av skulderproblemer på dominant side hos mannlige elitehåndballspillere i løpet av en sesong og undersøke om NMK omkring scapula, hofta og kne er risikofaktorer for skulderproblemer.

Metode: En prospektiv kohortstudie av mannlige elitehåndballspillere (N=206). I forkant av 2011-12 sesongen ble NMK omkring scapula, hofta og kne vurdert av den samme fysioterapeuten ved hjelp av en tredelt skala. Etter sesongstart ble spillernes skulderproblemer monitorert ved at de hver 14 dag besvarte et elektronisk belastningsskadeskjema.

Resultat: Sesongprevalensen var 67% for skulderproblemer og 30% for betydelige skulderproblemer. Gjennomsnittsprevalensen for skulderproblemer var 28% (95% CI=25%-32%), mens den for betydelige skulderproblemer var 10% (95% CI=9%-11%). Tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet var forbundet med størst risiko for betydelige skulderproblemer (OR=11,57, 95% CI=1,96-68,40, $p<0,05$). Subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet hadde best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer (ROC=0,678, 95% CI=0,501-0,855, $p<0,05$). Intratester reliabiliteten varierte fra svak til sterk ($r_s=0,473-0,809$).

Konklusjon: Betydelige skulderproblemer på dominat side er et aktuelt problem blant mannlige elitehåndballspillere med en sesongprevalens på 30% og en gjennomsnittsprevalens på 10%. Tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet er forbundet med størst risiko for betydelige skulderproblemer. Fremtidige intervensjonsstudier med mål om å redusere prevalensen av betydelige skulderproblemer bør inneholde tiltak rettet mot økt NMK omkring scapula, spesielt ved fleksjon GH-leddet.

Begrepsavklaring

”Center of rotation”	<i>Et fiksert punkt som to elementer roterer rundt. Eksempelvis vil det i glenohumeralledet være et fiksert punkt mellom cavitas glenoidale og caput humeri som det roteres rundt.</i>
”Closed-loop” strategi	<i>En strategi for motorisk kontroll og funksjonell stabilitet i det sansemotoriske systemet der handlingene som finner sted er forhåndsprogrammert av sentralnervesystemet, forekommer i forkant av annen bevegelse og er uavhengig av sensorisk informasjon. Betegnes som ”feed-forward” handlinger (Hodges, 2007; Riemann & Lephart, 2002).</i>
Den kinetiske kjede	<i>Har som funksjon å transportere kraft fra underlaget gjennom kroppen til det terminale segmentet der kraften skal overføres videre, eksempelvis hånden ved et kast. (Kibler, 1995)</i>
Det sansemotoriske system	<i>Omfatter sensorisk informasjon, sentral integrasjon og motorisk respons i sentralnervesystemet for å iverksette og kontrollere motorikk, for å utføre funksjonelle oppgaver og for å opprettholde funksjonell stabilitet (Lephart, Riemann, & Fu, 2000)</i>
”Feed-forward”	<i>Handlinger som oppstår ved en ”closed-loop” strategi.</i>
Funksjonell stabilitet	<i>Er et resultat av mekanisk- (passive strukturer) og dynamisk stabilitet (aktive strukturer). Bindeledet mellom disse er det sansemotoriske system (Riemann & Lephart, 2002).</i>
”Ground reaction forces”	<i>Kraft som oppstår mellom underekstremitetene og underlaget.</i>
Impingement	<i>Forekommer når rotatorcuffens sener kommer i klemme ved abduksjon eller fleksjon i glenohumeralledet (Brukner, Kahn, Kibler, & Murrell, 2009).</i>

Insidens	<i>Refererer til hvor mange nye syke eller skadde som kommer til i en gitt tidsperiode (antall nye syke/antall friske ved start av periode)</i>
Instabilitet	<i>Instabilitet brukes i denne oppgaven i forbindelse med glenohumeralledet og kan forekomme i anterior, posterior eller inferior retning. Ved kombinasjon av disse er instabiliteten av multidireksjonal karakter (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009).</i>
Kast	<i>Kast i håndball kan innebære både kast mot mål (skudd) og kast mellom medspillere (pasning). I denne oppgaven referer kast til skudd mot mål dersom ikke annet er presisert.</i>
Koaktivering	<i>Koordinert kontraksjon av kraftpar. Et kraftpar involverer to eller flere muskler som kontraherer samtidig rundt et ledd for å opprettholde/bidra til stabilitet i leddet (Lephart & Henry, 1996).</i>
”Medical attention injury”	<i>Er definert som skade som fører til at en spiller har behov for medisinsk assistanse (Fuller et al., 2006).</i>
Mekanisk stabilitet	<i>Ikke-kontraktile vev bidrar til stabilitet i et ledd, eksempelvis leddkapsel og ligamenter. Primært gjeldende i ytterstillinger (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009).</i>
Motorisk kontroll	<i>Oppstår ved integrasjon mellom individet, handlinger og omgivelsene. Resulterer i motoriske programmer som omhandler postural kontroll, balanse og bevegelse (Shumway-Cook & Wollacott, 1995).</i>
Nevromuskulær kontroll (NMK)	<i>Evnen til å produsere kontrollerte bevegelser gjennom koordinert muskelaktivitet. Oppstår som et resultat av et komplekst samspill mellom nervesystemet og muskelskjelettsystemet (Williams, Chmielewski, Rudolph, Buchanan, & Snyder-Mackler, 2001).</i>

NMK omkring scapula	<i>I denne oppgaven anses en tilstedeværelse av scapula dyskinesi ved fleksjon og/eller abduksjon i glenohumeralleddet som en reduksjon i NMK omkring scapula.</i>
NMK omkring hofte	<i>I denne oppgaven anses lateral tilting av hoften ved ett bens knebøy som en reduksjon i NMK omkring hoften.</i>
NMK omkring kne	<i>I denne oppgaven anses valgus stilling i kne og/eller medial og lateral bevegelse av kneet ved ett bens knebøy som redusert NMK omkring kne.</i>
”Open loop” strategi	<i>En strategi for motorisk kontroll og funksjonell stabilitet i det sansemotoriske systemet der handlingene finner sted på bakgrunn av sensorisk ”feedback” vedrørende kroppen og dens relasjon til omgivelsene (Hopper, Allison, Fernandes, O’Sullivan, & Wharton, 1998).</i>
Prevalens	<i>Referer i oppgaven til prosentandelen av utvalget som på et gitt tidspunkt har et skulderproblem (punktprevalens).</i>
Range of motion (ROM)	<i>En betegnelse på leddutslaget i et ledd.</i>
Sesongprevalens	<i>Referer i oppgaven til prosentandelen av utvalget som i løpet av sesongen har hatt et skulderproblem (periodeprevalens).</i>
”Safe zone”	<i>All aktivitet i glenohumeralleddet der vinkelen mellom caput humeri og cavitas glenoidale ikke overstiger 30° fleksjon eller ekstensjon i scapulas plan. Ansett som den mest stabile fasen i glenohumeralleddet (Pink & Perry, 1996).</i>
Scapula dyskinesi	<i>Definert som synlige endringer av scapulas statiske plassering i forhold til thorax og/eller endringer i den scapulohumerale rytmen (Kibler & McMullen, 2003; Warner, Micheli, Arslanian, Kennedy, & Kennedy, 1992).</i>

Scapulohumeral rytme	<i>Omhandler forholdet mellom oppover rotasjon av scapula og glenohumeral abduksjon ved fleksjon eller abduksjon i glenohumeralleddet. En endring i forholdet mellom dem vil kunne føre til dysfunksjon (Braman, Engel, Laprade, & Ludewig, 2009).</i>
Skulderproblemer	<i>Blir i denne oppgaven benyttet om belastningsskader og belastningsrelaterte problemer til skulder. Det skilles mellom skulderproblemer og betydelige skulderproblemer ved hjelp av en alvorlighetskåren fra 0-100, som er basert på et belastningsskadeskjema. Skulderproblemer innebærer alle tilfellene som overstiger en alvorlighetskår på 0, mens betydelige skulderproblemer referer til de tilfellene som oppnår en alvorlighetskår på 40 eller høyere.</i>
SLAP lesjon	<i>Representerer skade på superiore labrum glenoidale som strekker seg fra anteriort til bicepssenen til posterior for bicepssenen (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009).</i>
”Time loss injury”	<i>Er definert som skade som fører til fravær fra trening og/eller kamp (Fuller, et al., 2006).</i>

Innholdsfortegnelse

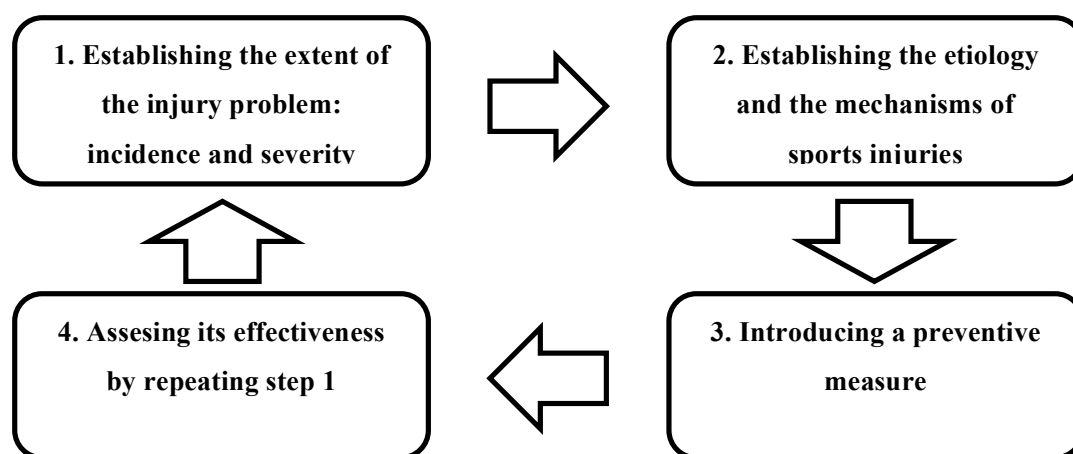
Forord	3
Sammendrag	4
Begrepsavklaring	5
Innholdsfortegnelse	9
1.0 Innledning	12
1.1 Formål med studien og problemstillinger	13
2. Teori	15
2.1 Håndball som idrett	15
2.2 Epidemiologi	16
2.2.1 Betydning av skadedefinisjonen	17
2.3 Anatomiske forhold og skulderens funksjon	18
2.4 Stabilitet og mobilitet i glenohumeralledet	19
2.4.1 Passive strukturer og mekanisk stabilitet	20
2.4.2 Aktive strukturer og dynamisk stabilitet	22
2.4.3 Endringer i mobilitet i glenohumeralledet for kastutøvere	24
2.5 Stabilitet og mobilitet i scapulothorakalledet	24
2.5.1 Aktive strukturer og dynamisk stabilitet	25
2.5.2 Normal mobilitet av scapula	26
2.5.3 Scapulohumeral rytme	28
2.5.2 Endringer hos kastutøvere	28
2.6 Nevromuskulær kontroll	29
2.6.1 Motorisk kontroll og læring	30
2.6.2 Funksjonell stabilitet og det sansemotoriske system	30
2.7 Overarmskast	31
2.7.1 De ulike fasene og muskelaktivitet	32
2.7.2 Den kinetiske kjede	35
2.7.4 Scapulas rolle	38
2.8 Redusert nevromuskulær kontroll og skulderproblemer	41
2.8.1 Redusert nevromuskulær kontroll omkring scapula	41
2.8.2 Redusert nevromuskulær kontroll omkring hoft/kne	48

2.9 Målemetoder	49
2.9.1 Reliabilitet	49
2.9.2 Målefeil	50
2.9.3 Validitet	51
2.9.4 Måling av redusert nevrologisk kontroll omkring scapula	52
2.9.5 Måling av redusert nevrologisk kontroll omkring hofta og kne	53
2.9.6 Registrering av belastningsskader prospektivt	53
2.10 Oppsummering av teorikapittelet	54
3. Metode	56
3.1 Studiedesign og gjennomføring	56
3.2 Utvalg	56
3.3 Målemetoder og prosedyre for datainnsamlingen	57
3.3.1 Målemetoder ved inklusjon – de uavhengige variablene	57
3.3.2 Repeterte målinger	60
3.3.3 Retrospektiv registrering av akutte skader	61
3.3.4 Intratester reliabilitet ved vurdering av nevrologisk kontroll	61
3.4 Etikk	62
3.5 Behandling av data og statistiske analyser	62
4.0 Resultat	67
4.1 Utbredelse av skuldersmerter og skulderproblemer	67
4.1.1 Selvrapperte skuldersmerter ved oppstart av studien	67
4.1.2 Skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen	67
4.1.3 Alvorlighetsskår i løpet av sesongen	68
4.1.4 Individuell alvorlighetsskår i løpet av sesongen	69
4.2 Svarprosent på belastningsskadeskjemaet	70
4.3 Nevrologisk kontroll som risikofaktor for betydelige skulderproblemer	71
4.3.1 Gradering av nevrologisk kontroll ved oppstart av studien	71
4.3.2 Grunnlag for analyser på spillere uten skuldersmerter	72
4.3.3 Reduksjon i datamaterialet	72
4.3.4 Risiko for betydelige skulderproblemer innad i testene	73
4.3.5 Risiko for betydelige skulderproblemer på tvers av testene	74
4.4 Evne til å forutsi betydelige skulderproblemer	74
4.5 Intratester reliabilitet	75
4.6 Retrospektiv registrering av akutte skader	75
4.7 Oppsummering av resultatene	76

5.0 Diskusjon	77
5.1 Resultater	77
5.1.1 Utbredelse av skuldersmerter og skulderproblemer	77
5.1.2 Nevromuskulær kontroll som risikofaktor for betydelige skulderproblemer	81
5.1.3 Evne til å forutsi betydelige skulderproblemer	84
5.1.4 Intratester reliabilitet.....	85
5.2 Metodiske betraktninger	86
5.2.1 Studiedesign og utvalg	86
5.2.2 Statistikk	89
5.2.3 Målemetoder	89
5.3 Overføringsverdi av resultatene.....	95
5.4 Årsakssammenheng.....	96
5.5 Betydning av resultatene	97
6.0 Konklusjon	101
Referanser	102
Figuroversikt	113
Tabelloversikt	115
Vedlegg.....	116
Appendix.....	125

1.0 Innledning

Norges Håndballforbund har mer enn 100 000 registrerte utøvere fordelt på over 700 klubber og er blant de fem største idrettsforbundene i Norge (Andersen, 2012). Det er med andre ord en populær idrett som utøves av mange nordmenn. Idrettsdeltakelse er generelt forbundet med økt levealder og redusert risiko for blant annet ischemisk hjertesykdom, hypertensjon, overvekt og diabetes (Haskell et al., 2007). Ved idrettslig deltakelse følger derimot også en økt risiko for skade (Bahr & Holme, 2003). For å forebygge idrettsskader følges en firestegs forebyggingsmodell, illustrert i figur 1.1 (van Mechelen, et al., 1992). De to første stegene omhandler kartlegging av skadeomfanget, belysning av skademekanismer og avdekking av risikofaktorer ved epidemiologiske studier. På bakgrunn av dette kan det iverksettes tiltak for å begrense omfanget av idrettsskader. Til slutt repeteres det første steget for å undersøke om utbredelsen av den aktuelle idrettsskaden er redusert som følge av tiltakene (van Mechelen, et al., 1992).



Figur 1.1: Stegene for utvikling av skadeforebyggende tiltak. "The sequence of prevention of sports injuries" (van Mechelen, et al., 1992)

Epidemiologiske studier innen håndball har avdekket at akutte skader relatert til underekstremitetene utgjør hovedvekten av skadene (Moller, Attermann, Myklebust, & Wedderkopp, 2012; O. E. Olsen, Myklebust, Engebretsen, & Bahr, 2006).

Belastningsskader er derimot også en relevant problematikk for håndballspillere og er funnet å utgjøre 37% av skadetilfellene (Moller, et al., 2012). Lokalisasjonen for belastningsskadene varierer avhengig av alder og konkurransenivå, men skulderregionen

er hyppig representert (Gohlke, Lippert, & Keck, 1993; Myklebust, Hasslan, Bahr, & Steffen, 2011; Seil, Rupp, Tempelhof, & Kohn, 1998).

Til tross for at gjeldende epidemiologiske studier har avdekket belastningsskader som et relevant problem er det reist spørsmål omkring metodene som er benyttet for å registrere belastningsskader. De underrapporterer trolig omfanget av belastningsskader ved at de krever fravær fra trening og/eller kamp for at en belastningsskade skal være gjeldende (Bahr, 2009). En nylig utviklet metode som i stedet definerer tilstedeværelsen av en belastningsskade på bakgrunn av utøverens egen opplevelse av smerte, funksjon og idrettslig deltakelse rapporterer adskillig høyere prevalens av belastningsskader sammenlignet med tidligere metoder (Clarsen, Myklebust, & Bahr, 2012). Dette indikerer at belastningsskadeproblematikken er større enn tidligere antatt.

Denne studien er en del av et større prosjekt ved Senter for Idrettsskedeforskning ved Norges Idrettshøgskole (NIH). Målsettingen med prosjektet er todelt. For det første å undersøke utbredelsen og alvorlighetsgraden av skulderproblemer blant mannlige elitehåndballspillere ved å benytte den nye prospektive metoden for registrering av belastningsskader (Clarsen, et al., 2012). For det andre å undersøke om isometrisk styrke, ”range of motion” (ROM), nevro-muskulær kontroll (NMK) og kastbelastning er risikofaktorer for skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere ved å måle dem i forkant av sesongen. Målsettingen spesifikt med denne studien, som er en del av prosjektet, er å bidra til de to første stegene i forebyggingsmodellen av van Mechelen et al (1992). Utbredelsen og alvorlighetsgraden av skulderproblemer blant mannlige elitehåndballspillere vil bli gjort rede for i løpet av en sesong. Videre vil NMK omkring scapula, hofte og kne bli undersøkt som potensielle risikofaktorer for skulderproblemer på dominant side.

1.1 Formål med studien og problemstillinger

Hovedformålet med denne studien er å gjøre rede for prevalensen av skulderproblemer på dominant side hos mannlige elitehåndballspillere i løpet av en sesong og undersøke om NMK omkring scapula, hofte og kne er risikofaktorer for skulderproblemer.

Følgende problemstillinger ønskes besvart:

- Hva er prevalensen av skulderproblemer og betydelige skulderproblemer blant mannlige elitehåndballspillere i løpet av en sesong?
- Er redusert NMK omkring scapula, hofter og kne risikofaktorer for betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av en sesong for mannlige elitehåndballspillere?
- Hvilken subjektiv test av NMK har best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere i løpet av en sesong?
- Bør fremtidige studier med mål om å redusere prevalensen av skulderproblemer i håndball inneholde intervensjon rettet mot forbedring av NMK omkring scapula, hofter og kne?

2. Teori

I denne delen av oppgaven vil håndballens historie og egenart som idrett kort presenteres. Epidemiologi vil bli omtalt i et eget underkapittel før anatomiske forhold og skulderens funksjon blir fremstilt. Nevromuskulær kontroll er et sentralt begrep og vil bli presentert i relasjon til motorisk læring og det sansemotoriske system. Videre presenteres de ulike fasene ved et overarmskast der betydningen av den kinetiske kjede fremheves. Deretter vil nevro-muskulær kontroll som potensiell risikofaktor for skulderproblemer presenteres før ulike målemetoder av nevro-muskulær kontroll avslutningsvis gjennomgås.

2.1 Håndball som idrett

Den første regelboken for håndballspillet, skrevet av den danske gymnastikklæreren Holger Nielsen, ble utgitt i 1906 i Danmark på "Idrættens forlag". I 1927 ble "International Amateur Handball Federation" stiftet i forbindelse med de Olympiske Leker (OL) i Amsterdam. Det var derimot ikke før i etterkant av OL i Berlin i 1936 at håndballen fikk et internasjonalt oppsving (Andersen, 2003). Norges Håndballforbund ble organisert i 1937 og hadde da kun to medlemsklubber. I dag består Norges Håndballforbund av 107 670 registrerte utøvere fordelt på 714 klubber (Andersen, 2012).

Fra å bli spilt utendørs med elleve spillere på hvert lag har håndballen gjennomgått en dynamisk utvikling med påvirkning fra samfunn og media. Interesse og profesjonalisering har ført til at hastigheten på håndballspillet og kraften i skuddene har utviklet seg betraktelig ved at spillerne har blitt raskere, sterkere og tyngre (Vlak & Pivalica, 2004). I dag spilles håndball innendørs på baner som er 40 meter lange og 20 meter brede. Det er to konkurrerende lag med seks utespillere og en målvakt på hvert lag. I tillegg har hvert lag inntil syv innbyttere som kan benyttes. Hensikten er å skåre flere mål en motstanderen i løpet av 60 minutter fordelt på to omganger. Når et lag har ballen i sin besittelse er det definert som det angripende laget der hensikten er å skåre mål. Ved avslutning eller tap av ballen omrokeres rollene slik at det angripende laget nå er det forsvarende laget og skal hindre motstanderne i å skåre (Andersen, 2010).

Den øverste divisjonen som klubbene kan delta i er Postenligaen. Både på kvinne- og herre siden er det her 12 deltakende lag. Sesongen starter med grunnspill fra september til mars. Deretter er det sluttspill fra april måned med finalespill og sesongslutt i mai måned. I løpet av sesongen trener spillerne mellom 8 til 12 økter og spiller en til to kamper pr uke.

2.2 Epidemiologi

Håndball er en høyhastighets kontaktsport med hyppige retningsforandringer, hopp, landinger og kontakt mellom spillere. Dette disponerer for idrettsskader relatert til både over- og underekstremitetene (Myklebust, et al., 2011; Vlak & Pivalica, 2004).

I håndball utsettes skulderleddet for repetitiv belastning i form av pasninger og kast, som for det meste foregår over skulderhøyde. Studier av baseballpitchere har vist at kastbevegelsen over skulderhøyde gir stor belastning på skulderleddet og dets kapsel, ligamenter og muskler (Dillman, Fleisig, & Andrews, 1993; Fleisig, Andrews, Dillman, & Escamilla, 1995).

Epidemiologiske studier rettet mot håndball er mest utbredt på akutte skader hvor skader av underekstremitetene er mest dominerende. I en prospektiv kohortstudie over en sesong på gutter og jenter (16,4 år i gjennomsnitt) var over halvparten av de registrerte skadene akutte kne- og ankelskader hos begge kjønn. Insidensen for en akutt skade var høyest i kampsituasjon for begge kjønn, 10,4 pr 1000 spilletime for jenter og 8,3 pr spilletime for gutter (O. E. Olsen, et al., 2006). Mellom 1993 til 1996 (tre sesonger) ble alle kvinnelige og mannlige spillere i den øverste håndballdivisjonen fulgt prospektivt for å avdekke andelen av akutte kneskader. Det ble avdekket 28 ACL rupturer, der 24 oppstod i kampsituasjon. Insidensen for kvinner og menn i kampsituasjon var respektivt 1,60 pr 1000 spilletime og 0,23 pr 1000 spilletime (Myklebust, Maehlum, Holm, & Bahr, 1998). Insidensen for akutte ankelskader over en sesong i kampsituasjon er observert til 6,9 pr 1000 spilletime for jenter i alderen 14 til 16 år (Wedderkopp, Kaltoft, Holm, & Froberg, 2003). En prospektiv studie på akutte skader for håndballspillere på lavere nivå viste at underekstremitetene også her er mest utsatt, 54% (Seil, et al., 1998). Resultatene fra studien viste også at skulderen var en aktuell region for akutte skader med en insidens på 19% blant 186 mannlige håndballspillere fulgt over en sesong (Seil, et al., 1998).

En nyere dansk kohortstudie (Moller, et al., 2012) undersøkte utbredelsen av både akutte skader og belastningsskader som gir fravær fra trening og/eller kamp hos elitehåndballspillere. Utvalget bestod av både menn og kvinner og var gruppert i forhold til alder; under 16 år mellom 16 til 18 år og over 18 år. De 517 deltakerne rapporterte inn kamp- og treningseksponering, skader som oppstod og fravær fra trening og kamp ved hjelp av ”short message service text messaging” (SMS). I løpet av 31 uker ble det rapportert inn 448 skader, der 165 var belastningsskader (37%) og 283 (63%) var akutte skader. For seniorspillerne var insidensen av belastningsskader relatert til kne (0,5 pr 1000 deltakelsestime) og skulder (0,4 pr 1000 deltakelsestime) høyest representert. For deltakerne mellom 16 til 18 år var insidensen for belastningsskader 0,4 pr 1000 deltakelsestime for både skulder, kne og legg. Mens hos de yngste deltakerne, under 16 år, hadde belastningsskader relatert til legg høyest insidens, 1,1 pr 1000 deltakelsestime (Moller, et al., 2012).

En tverrsnittstudie fra Tyskland viste at 40% av de inkluderte mannlige tyske håndballspillere på elitenivå hadde vært plaget med smerter relatert til skulderen i løpet av de siste seks månedene (Gohlke, et al., 1993). En tverrsnittsundersøkelse av 179 kvinnelige håndballspillere på elitenivå viste at 65 (36%) hadde nåværende smerte og 40 (22%) hadde tidligere opplevd smerter relatert til skulderen. To tredjedeler av disse spillerne rapporterte at smertene hadde hatt en gradvis utvikling (Myklebust, et al., 2011).

Resultatene fra disse epidemiologiske studiene indikerer at skulderproblemer er aktuelt for mannlige- og kvinnelige håndballspillere på både lavere og høyere nivå, og i ulike aldersgrupper.

2.2.1 Betydning av skadedefinisjonen

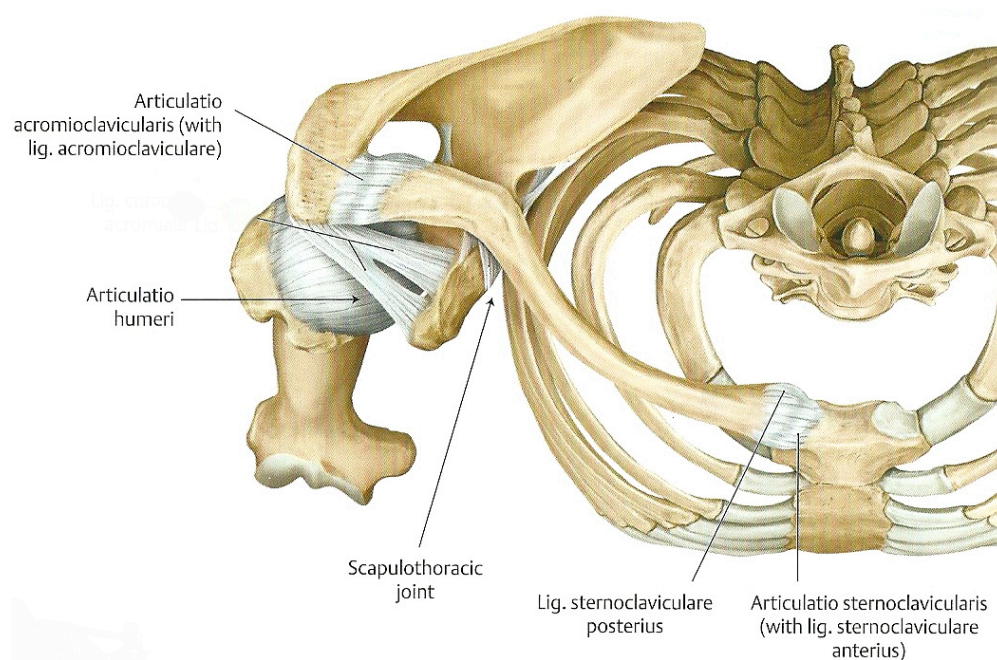
Å avdekke utbredelsen og alvorlighetsgraden av et problem er første ledd ved forebygging av idrettsskader (van Mechelen, et al., 1992). Definisjonen av en idrettsskade og hvordan den klassifiseres er essensielt for å undersøke dette på en tilfredsstillende måte. I 2006 inviterte ”the Internationale de Football Association Medical Assessment and Research Center” (FMARC) en gruppe eksperter som arbeidet med og studerte idrettsskader i fotball for å diskutere og definere skadebegrep (Fuller, et al., 2006). Dette resulterte i at en idrettsskade ble definert som ethvert fysisk ubehag

som oppstod som følge av trening eller kamp. Dersom en spiller hadde behov for medisinsk assistanse ble dette karakterisert som en ”medical attention injury”. Videre ble en skade som førte til fravær fra trening eller kamp definert som ”time loss injury” (Fuller, et al., 2006).

En akutt skade oppstår som følge av en spesifikk og identifiserbar situasjon, mens en belastningsskade er en følge av gjentatte mikrotraumer, har ingen enkeltstående skadesituasjon og kjennetegnes ved gradvis utvikling av symptomene (Bahr, 2009; Fuller, et al., 2006). Epidemiologiske studier som definerer tilstedeværelsen av en belastningsskade på bakgrunn av om en spiller deltar eller ikke, vil oppnå lavere prevalens tall enn studier som inkluderer spillere som deltar til tross for smerte (Bahr, 2009).

2.3 Anatomiske forhold og skulderens funksjon

Skulderkomplekset består av; humerus, scapula, clavícula og thoraxveggen. Disse knoklene utgjør glenohumeral-, sternoclavikular, acromioclavikular- og scapulothorakalledet, illustrert i figur 2.1 (Dahl & Rinvik, 2002; Terry & Chopp, 2000; Tovin & Reiss, 2007). Dette er uavhengige ledd som gjennom et komplekst samarbeid bidrar til at skulderleddet tillater størst mulighet for bevegelse sammenlignet med andre ledd i kroppen (Dahl & Rinvik, 2002; Tovin & Reiss, 2007).



Figur 2.1: Leddene i skulderkomplekset (Gilroy, et al., 2009).

Glenohumeralleddet (GH-leddet) er forbindelsen mellom humerus og scapula. Humerus er en rørknokkel og den lengste knokkelen i overekstremitetene (Dahl & Rinvik, 2002; Terry & Chopp, 2000; Tovin & Reiss, 2007). Proksimalt ender den i et halvkuleformet leddhode, caput humeri, som artikulere mot en svak konkav leddskål på scapula, cavitas glenoidale. Størrelsesmessig er cavitas glenoidale to til tre ganger mindre (Tovin & Reiss, 2007) og omfatter kun omkring en tredjedel av caput humeri, noe som gir mulighet for stor bevegelsesfrihet (Dahl & Rinvik, 2002). Både aktive og passive strukturer bidrar til stabiliteten i GH-leddet (Tovin & Reiss, 2007).

Scapula er formet som en trekant. I hvile er den plassert posterolateralt inntil thoraxveggen mellom andre til syvende ribbein (Terry & Chopp, 2000). Av karakter er det en tynn knokkel med en svak konkav krumming anteriort. Dette gjør at den følger den konvekse formen posterior på thorax. Kontaktflaten mellom dem betegnes som det scapulothorakale ledd (Dahl & Rinvik, 2002; Terry & Chopp, 2000). Dette er et uekte ledd uten passive strukturer som bidrar til stabilitet (Tovin & Reiss, 2007). Muskulatur som har feste eller utspring på scapula har alene ansvaret for stabiliteten. Dette muliggjør store bevegelsesutslag i skulderleddet (Dahl & Rinvik, 2002; Terry & Chopp, 2000).

Skulderbuen består av scapula og den svakt s-formete knokkelen clavícula. Artikulasjonen mellom de to knokkene finner sted mellom acromion, det høyeste punktet lateralt på scapula, og lateralenden av clavícula (Dahl & Rinvik, 2002; Terry & Chopp, 2000). Dette betegnes som acromioclavikularleddet. Videre artikulere clavícula medialt med sternum og betegnes som sternoclavikularleddet. Dette er det eneste ekte leddet som forbinder skulderbuen med truncus (Terry & Chopp, 2000; Tovin & Reiss, 2007).

2.4 Stabilitet og mobilitet i glenohumeralleddet

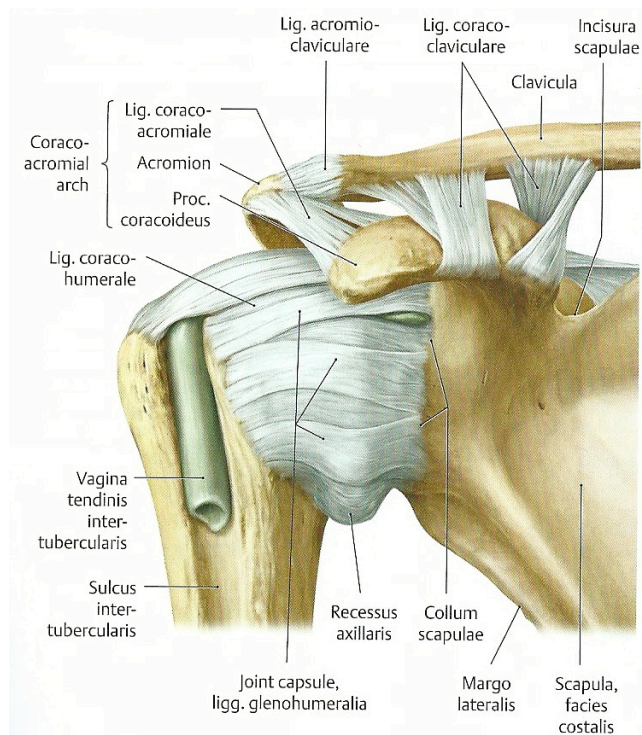
Størrelsesforholdet mellom caput humeri og cavitas glenoidale muliggjør store bevegelsesutslag i GH-leddet. Kontaktflaten mellom de to leddflatene vil til enhver tid være mellom 25% til 30% av overflaten på caput humeri (Hertz, 1984). Til tross for en begrenset kontaktflate vil caput humeri være sentrert i cavitas glenoidale i mesteparten av skulderens bevegelsesbane. Studier har vist en variasjon i ”center of rotation” på kun en til to millimeter (Howell, Galinat, Renzi, & Marone, 1988; McMahon et al., 1995;

Poppen & Walker, 1976). Denne stabiliteten i leddet kan tilskrives bidrag fra både aktive- og passive strukturer omkring skulderleddet (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009; Myers & Lephart, 2000; Terry & Chopp, 2000).

2.4.1 Passive strukturer og mekanisk stabilitet

De passive strukturene i GH-leddet som bidrar til mekanisk stabilitet er; leddkapselen, den glenohumerale labrumen og de glenohumerale ligamentene (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009; Terry & Chopp, 2000; Tovin & Reiss, 2007). Fellesnevneren for disse er at de består av ikke-kontraktile vev. Labrumen ligger som en fortykkelse av glenoid og bidrar til stabilitet ved å øke dybden og konkaviteten på glenoid. Den økte konkaviteten er også sentral for det intraartikulære trykket mellom leddflatene (Tovin & Reiss, 2007). En skade på labrumen vil føre til en reduksjon i det intraartikulære trykket, som igjen vil gi økt translasjon av caput humeri (Habermeyer, Schuller, & Wiedemann, 1992; Lippitt & Matsen, 1993). Videre fungerer leddkapselen som festepunkt for strukturelle drag fra kapsel og ligamenter og ved bevegelse i ytterstillinger vil leddkapselen strammes opp (Tovin & Reiss, 2007). Eksempelvis vil den inferiore delen av leddkapselen strammes ved en kombinasjon av abduksjon og lateral rotasjon i ytterstilling (O'Brien et al., 1990).

Leddkapselen er vevd sammen med de glenohumerale ligamentene som bidrar til en forsterkning av selve kapselen (figur 2.2). Deres evne til å begrense bevegelsesutslag vil først bli gjeldende i ekstreme stillinger når andre strukturer ikke lenger kan bidra til stabilitet (Tovin & Reiss, 2007).



Figur 2.2: Ligamenter i skulderkomplekset (Gilroy, et al., 2009).

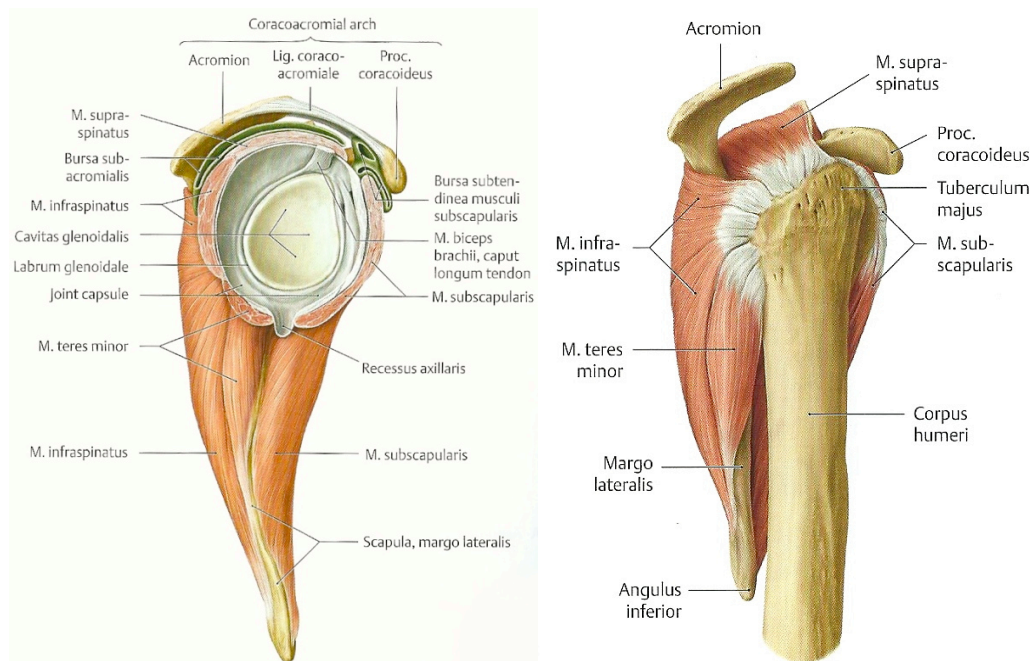
Det coracohumerale ligamentet strekker seg superior fra procesuss coracoideus til caput humeri. Det forsterker den øvre delen av kapselen og strammes ved adduksjon (Dahl & Rinvik, 2002; Warner, Deng, Warren, & Torzilli, 1992). Anterior blir det glenohumerale ligamentet delt i tre deler; en superior-, en midtre- og en inferior del. Den superiore delen har henholdsvis samme forløp som det coracohumerale ligamentet og sammen forhindrer de inferior translasjon av caput humeri ved adduksjon og posterior translasjon av caput humeri ved fleksjon, adduksjon og medial rotasjon (Tovin & Reiss, 2007). Den midtre delen av det glenohumerale ligamentet springer ut fra øvre deler av glenoid, labrum og scapula og løper inferior til caput humeri. Hos en pasientgruppe ble det funnet at 8% til 30% manglet dette ligamentet. Funksjonen er å forhindre anterior translasjon av humerus ved lavere grad av abduksjon (60° - 90°) og inferior translasjon i addusert stilling (Turkel, Panio, Marshall, & Girgis, 1981). Det glenohumerale ligamentets inferiore del er det tykkeste og blir ofte beskrevet som tredelt; anterior-, axillar- og posterior del. Den anteriore delen er kraftigst og den primære hindringen mot anterior translasjon av caput humeri ved et kast der skulderen er abduert og lateral rotert (O'Brien, et al., 1990; Turkel, et al., 1981).

2.4.1.1 Proprioseptiv informasjon til det sansemotoriske system

Passive strukturer bidrar til funksjonell stabilitet i skulderkomplekset. Dette oppnås blant annet gjennom mekanoreseptorer som sender proprioseptiv informasjon til det sansemotoriske system. I skulderkompleksets ligamenter er det påvist to typer mekanoreseptorer; Ruffini og Pacinian. Ruffini reseptorer er langsom adapterende og er i flertall sammenlignet med de raskt adapterende Pacinian reseptorene, som kun er i flertall i det glenohumerale ligamentet. Verken i labrum glenoidale eller den subacromiale bursaen er det funnet mekanoreseptorer (Vangsness, Ennis, Taylor, & Atkinson, 1995). Ettersom ligamentene og kapselen i skulderen først blir begrensende for bevegelsesutslaget i ytterstillinger (Tovin & Reiss, 2007) vil trolig proprioseptiv informasjon fra mekanoreseptorer også først være gjeldende ved store bevegelsesutslag (Grigg, 1994).

2.4.2 Aktive strukturer og dynamisk stabilitet

De passive strukturene har som nevnt tidligere hovedansvaret for stabiliteten når bevegelsene i GH-leddet nærmer seg ytterstillinger. Mesteparten av bevegelsene i dagliglivet vil derimot foregå innenfor et begrenset område der hovedaktørene for stabilitet er aktive strukturer med evne til å kontrahere (Lippitt & Matsen, 1993). Skuldermusklene mm. supraspinatus, infraspinatus, teres minor og subscapularis utgjør rotatorcuffen (figur 2.3). Sammen er de sentrale bidragsyttere til dynamisk stabilitet i GH-leddet (Eckenrode, Kelley, & Kelly, 2012; Terry & Chopp, 2000; Tovin & Reiss, 2007). M. supraspinatus springer ut fra fossa supraspinata, løper anterolateralt og fester på mediale deler tuberculum majus. M. infraspinatus går lateralt fra fossa infraspinata og fester mediallyt på tuberculum majus. M. teres minor strekker seg fra midtre delen av lateralkanten på scapula og fester på inferiore deler av tuberculum majus. M. subscapularis har sin opprinnelse fra hele fossa subscapularis, forløper lateralt og fester på tuberculum minus (Dahl & Rinvik, 2002; Gilroy, et al., 2009; Terry & Chopp, 2000). Ved kontraksjon av rotatorcuffen vil det også oppstå en tensjon i GH-leddets kapsel på grunn av senenes forløp og tilnærmete felles festepunkt innenfor leddkapselen (Cleland, 1867; Wilk, Meister, & Andrews, 2002). Videre vil en kontraksjonen i rotatorcuffen øke kompresjonskrefter i GH-leddet (Graichen et al., 2000; Inman, Saunders, & Abbott, 1996; Karduna, Williams, Williams, & Iannotti, 1996; Saha, 1971). Resultatet av dette vil være en sentralisering av caput humeri i cavitas glenoidale.



Figur 2.3: Rotatorcuffen; mm. supraspinatus, infraspinatus, teres minor og subscapularis (Gilroy, et al., 2009).

For at det intraartikulære trykket skal øke og stabiliteten i leddet skal opprettholdes ved dynamisk bevegelse forekommer det en koaktivering av rotatorcuffen der musklene arbeider i kraftpar. Inman et al. (1996) beskrev allerede i 1944 kraftpar som et moment som oppstår ved at to ulike muskelgrupper kontraherer. Ved kontraksjon av m. subscapularis vil det foregå en motvirkende kokontraksjon av mm. infraspinatus og teres minor. Mens det ved kontraksjon av deltoid muskulaturen vil oppstå en kokontraksjon av mm. infraspinatus, teres minor og subscapularis (Inman, et al., 1996).

Dette resulterer i økte kompresjonskrefter som fremmer optimal stilling mellom den konvekse leddflaten på caput humeri og den konkave leddskålen på cavitas glenoidale Dette vil forhindre unødig translasjon av caput humeri (Myers & Lephart, 2000).

I tillegg til rotatorcuffen har det lange hodet av m. biceps en betydning for den dynamiske stabiliteten i GH-leddet. Festepunktet for senen er superiort på labrum sammen med det glenohumerale ligamentet (Curl & Warren, 1996). Det lange hodet av m. biceps fremmer depresjon av caput humeri (Terry & Chopp, 2000) og motstår lateral rotasjon ved abduksjon i GH-leddet (Kuhn, Huston, Soslowky, Shyr, & Blasier, 2005). I tillegg vil en kontraksjon av det lange hodet av biceps ved ytterstilling i en kastbevegelse forhindre anterior translasjon av caput humeri og motvirke ytterligere

lateral rotasjon (Rodosky, Harner, & Fu, 1994). Studier har antydnet at betydningen av det lange hodet av m. biceps som hinder mot anterior translasjon øker ved redusert passiv stabilitet i ligamentene (Itoi, Newman, Kuechle, Morrey, & An, 1994).

2.4.2.1 Proprioseptiv informasjon til det sansemotoriske system

Det er funnet mekanoreseptorer i skulderens muskulatur og sener i form av Golgis seneorgan og muskelspøler (Grigg, 1994). Golgis seneorgan er lokalisert i muskelseneovergangen, er sensitiv for små kontraksjoner og bidrar til sensorisk informasjon vedrørende tensjon i senen og leddets stilling (Moore, 1984; Tovin & Reiss, 2007). Muskelspølene er de mest avanserte av mekanoreseptorene og innehar både sensoriske og motoriske egenskaper. De er lokalisert parallelt med muskelfibrene og gir informasjon om lengde- og grad av lengdeforandring. Dens motoriske egenskap muliggjør kontroll av sensitiviteten i forhold til stimuli den utsettes for (Riemann & Lephart, 2002; Tovin & Reiss, 2007). Den proprioseptive informasjonen fra Golgis seneorgan og muskelspølene bidrar til funksjonell stabilitet i skulderkomplekset.

2.4.3 Endringer i mobilitet i glenohumeralleddet for kastutøvere

I vitenskapelige studier er det anerkjent at kastutøvere oppnår økt lateralrotasjon og redusert medial rotasjon i GH-leddet. Denne endringen betegnes som ”glenohumeral internal rotation deficit (GIRD)” (Myers, Laudner, Pasquale, Bradley, & Lephart, 2005). Endringen vil derimot ikke føre til tap av det totale bevegelsesutslaget ved rotasjon i GH-leddet, som normalt sett er 180°. Ved sammenligning med ikke dominant arm hos kastutøvere er det funnet at det totale bevegelsesutslaget er det samme, men har flyttet seg i posterior retning (Wilk, et al., 2002). Det vil si at bevegelsesutslaget som er redusert i medial rotasjon er tilsvarende økt i lateral rotasjon. Årsakene til denne endringen er ikke fullstendig klarlagt, men mikrotraumer i aktive og passive strukturer som følge av repetitiv belastning, kontrakturer posterior i leddkapselen og ossøse endringer av caput humeri er aktuelle årsaker (Myers, et al., 2005).

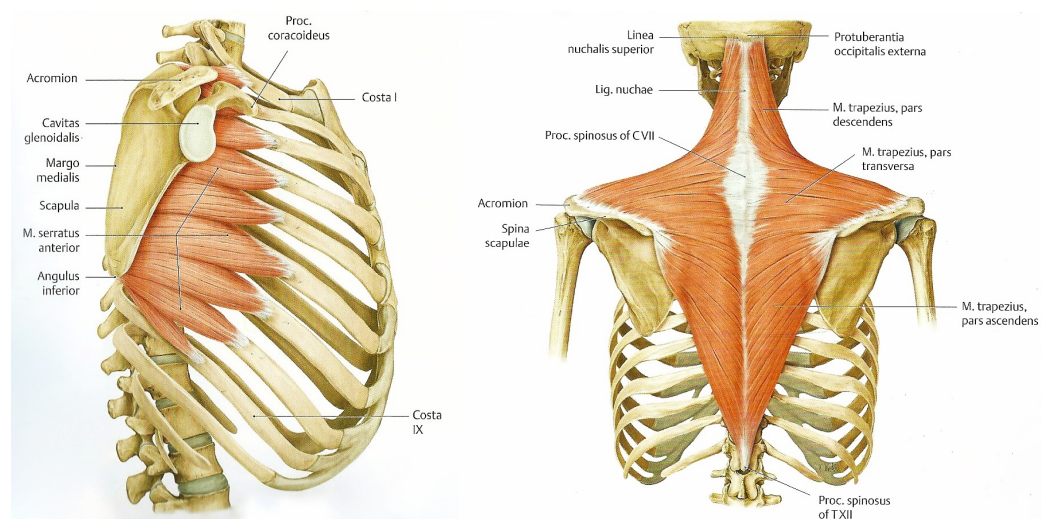
2.5 Stabilitet og mobilitet i scapulothorakleddet

For å oppnå en normal skulderfunksjon er det essensielt at scapula utgjør en stabil base for GH-leddet, samtidig som det tillates bevegelse av scapula (Kibler & McMullen, 2003; P. W. McClure, Michener, Sennett, & Karduna, 2001). Det betyr at scapula må

både stabiliseres og beveges til samme tid, noe som utelukkende gjøres av muskulaturen omkring scapulothorakalleddet (Kibler, 1998).

2.5.1 Aktive strukturer og dynamisk stabilitet

Ansvar for stabilitet av scapula hviler alene på aktive strukturer. Av de 14 musklene som fester på scapula fremheves mm. trapezius (øvre, midtre og nedre del) og serratus anterior (figur 2.4) som de viktigste bidragsyterne til både bevegelse og stabilitet i det scapulothorakale leddet (Kibler, 1998; Kibler & McMullen, 2003; Ludewig, Cook, & Nawoczenski, 1996; Mottram, 1997). M. serratus anterior springer ut anterolateralt fra de ni øverste costae, forløper posteriort mellom scapula og thorax og fester seg til hele margo medialis på scapula. De nederste og sterkeste fibre fester seg på angulus inferior (Dahl & Rinvik, 2002; Gilroy, et al., 2009). M. trapezius er formet som en trekant og springer ut fra os occipitale, ligamentum nuchae og procesuss spinosus C6 til T12. Overflaten på muskelen er sammenhengende, men deles inn i en øvre-, midtre- og nedre del, avhengig av hvor fibre fester. De øvre fibre fester seg lateralt på clavícula, de mediale på acromion og mediale del av spina scapula, mens de nedre fibre fester seg på undersiden av mediale del av spina scapula (Dahl & Rinvik, 2002; Gilroy, et al., 2009).



Figur 2.4: Sentrale bidragsytere til bevegelse og stabilitet av scapula (Gilroy, et al., 2009).

Mm. trapezius og serratus anterior arbeider sammen som et kraftpar og bidrar til oppover rotasjon, lateral rotasjon og posterior tilting av scapula (Inman, et al., 1996; Ludewig, et al., 1996; Mottram, 1997). Ved abduksjon i GH-leddet aktiveres først de

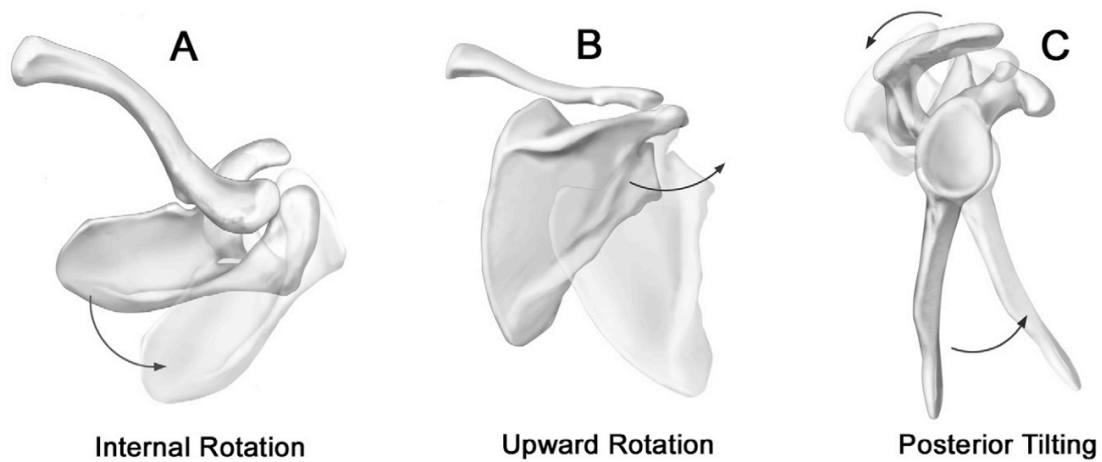
øvre fibre av m. trapezius, deretter serratus anterior, de midtre fibre av trapezius og til slutt trapezius nedre fibre (Moraes, Faria, & Teixeira-Salmela, 2008).

De øverste fibre av m. trapezius som springer ut fra C7 til T1 og nedre deler av ligamentum nuchae bidrar til oppover rotasjon og stabilisering av scapula (Cools, Witvrouw, Declercq, Danneels, & Cambier, 2003; Mottram, 1997). Ved elevasjon av humerus vil m. serratus anterior protrahere scapula anteriort langs thorax samtidig som nedre fibre av m. trapezius kontrollerer bevegelsen ved å utøve et drag i motsatt retning (Mottram, 1997).

I løpet av bevegelsesbanen vil de involverte musklens oppgave endre seg. M. serratus anterior og øvre og nedre deler av m. trapezius vil i den første fasen av glenohumeral abduksjon ha lang vektarm og bidra til både oppover rotasjon og stabilisering av scapula, 20° til 80°. Ved ytterligere elevasjon, 140° til 160°, vil vektarmen til øvre deler av m. trapezius bli kortere, mens nedre deler av m. trapezius og m. serratus anterior fortsatt bidrar til oppover rotasjon. Ved maksimal elevasjon, >165°, har nedre deler av m. trapezius en viktig oppgave som stabilisator av scapula. Som en følge av oppover rotasjonen av scapula vil rotasjonsaksen endre seg fra margo medialis på scapula og til acromioclavikular leddet (Bagg & Forrest, 1988; Kibler & McMullen, 2003). M. serratus anterior er videre sentral for å motvirke vinging av scapula ved å stabilisere margo medialis og angulus inferior på scapula (Escamilla & Andrews, 2009). De midtre fibre av m. trapezius vil hovedsakelig bidra til stabilisering av scapula gjennom bevegelsesbanen (Cools, et al., 2003).

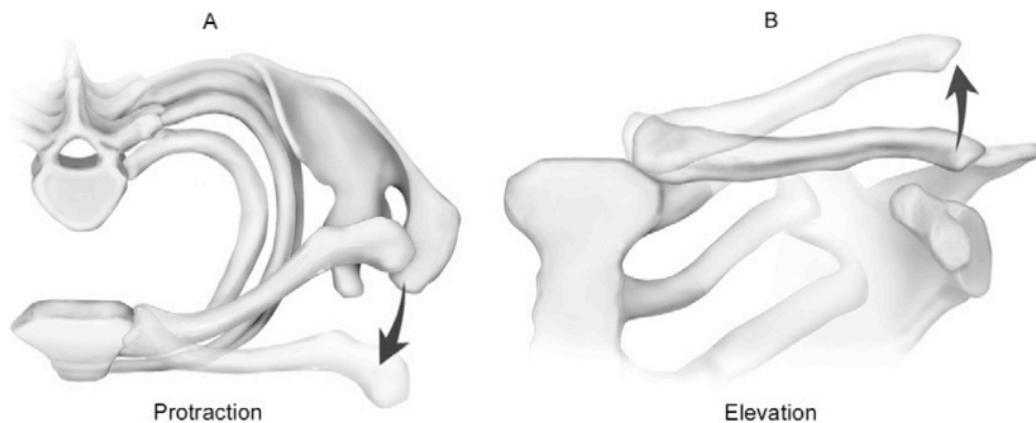
2.5.2 Normal mobilitet av scapula

Tredimensjonale biomekaniske analyser av normal bevegelse av scapula har avdekket tre individuelle bevegelser. Hodebevegelsen (figur 2.5) består av oppover og nedover rotasjon omkring en horisontal akse vinkelrett på scapula. Videre forekommer en medial- og lateral rotasjon omkring en vertikal akse i scapulas plan, samt anterior og posterior tilting om en akse gjennom spina scapula.



Figur 2.5: Scapulas bevegelser; medial- og lateral rotasjon (A), oppover- og nedover rotasjon (B), anterior- og posterior tilting (C) (Ludewig, et al., 2009).

Det forekommer i tillegg to translasjonsbevegelser (figur 2.6) mellom scapula og thorax; scapulær elevasjon/depresjon og clavikulær protraksjon/retraksjon (Ludewig, et al., 1996; Ludewig, et al., 2009; Lukasiewicz, McClure, Michener, Pratt, & Sennett, 1999; P. W. McClure, et al., 2001).



Figur 2.6: Translasjonsbevegelser mellom scapula og thorax; clavikulær protraksjon/retraksjon (A), scapulær elevasjon/depresjon (B) (Ludewig, et al., 2009).

Ved abduksjon av humerus i scapulas plan forekommer det en økende grad av oppover rotasjon, posterior tilting og lateral rotasjon av scapula (Ebaugh, McClure, & Karduna, 2005; Ebaugh & Spinelli, 2010; Ludewig, et al., 1996; Ludewig, et al., 2009; Lukasiewicz, et al., 1999; P. W. McClure, et al., 2001). Hos McClure et al. (2001) ble de totale bevegelsesutslagene for scapula ved maksimal abduksjon og fleksjon i GH-

leddet respektivt observert til 50° og 46° oppover rotasjon, 30° og 31° posterior tilting og 24° og 26° lateral rotasjon.

For at det skal forekomme bevegelse mellom scapula og thorax kreves det bevegelse i acromioclavikular- og sternoclavikularleddet (Inman, et al., 1996; Ludewig, et al., 2009; P. W. McClure, et al., 2001; Teece et al., 2008). Spesifikt vil clavícula ved oppover rotasjon av scapula retrahere, elevere og rotere posterior (Ludewig, et al., 2009; P. W. McClure, et al., 2001).

2.5.3 Scapulohumeral rytme

Scapulohumeral rytme er beskrevet som forholdet mellom oppover rotasjon av scapula og glenohumeral abduksjon ved fleksjon eller abduksjon i GH-leddet. Bevegelse i det scapulothorakale leddet er her essensielt for en normal skulderfunksjon og maksimalt leddutslag. En endring i forholdet mellom dem vil kunne føre til dysfunksjon (Braman, et al., 2009). I klinikken blir observasjon av den scapulohumerale rytmen benyttet som et undersøkelsesverktøy for å avdekke endringer og sideforskjeller mellom antatt patologisk skulder og frisk side.

Oppover rotasjonen av scapula omkring den horisontale akse initieres ved 30° til 40° glenohumeral abduksjon. Scapula oppover roteres 1° for hver 2° glenohumeral abduksjon (1:2 ratio) inntil 120° abduksjon. Deretter er forholdet mellom dem 1:1 inntil maksimal abduksjon i GH-leddet. Den totale oppover rotasjonen av scapula varierer mellom 45° til 55° (Ludewig, et al., 1996; P. W. McClure, et al., 2001). Den scapulohumerale rytmen endrer seg altså gjennom bevegelsesbanen. Ved sammenligning av den scapulohumerale rytmen i den konsentriske fasen, der armen heves, og den eksentriske fasen, der armen senkes, er det i følge studier tilnærmet like verdier. Dette er også gjeldende for vinklene som er observert i skulderbuens resterende ledd ved heving og senkning av armen (Borstad & Ludewig, 2002; Ludewig, et al., 2009; P. W. McClure, et al., 2001).

2.5.2 Endringer hos kastutøvere

Hos kastutøvere er det beskrevet større bevegelsesutslag i scapulothorakalleddet sammenlignet med personer som ikke utøver kastidrett. Scapula oppover roteres, medial roteres og retraheres i større grad ved abduksjon i GH-leddet (Downar & Sauers, 2005;

Myers, et al., 2005). Ved sammenligning av dominant arm med ikke-dominant arm hos smertefrie kastutøvere er det avdekket forskjeller i scapulas posisjon og bevegelse. Det er observert at scapulas statiske plassering er mer medial rotert og anteriort tiltet på dominant side (Oyama, Myers, Wassinger, Daniel Ricci, & Lephart, 2008). En nyere studie viste også at scapula var mer anteriort tiltet ved statisk plassering på dominant side, men fremhevet en økt lateral rotasjon av scapula i stedet for medial rotasjon (Seitz, Reinold, Schneider, Gill, & Thigpen, 2012). Ved abduksjon i GH-leddet er det registrert forøket oppover rotasjon (Downar & Sauers, 2005; Myers, et al., 2005; Seitz, et al., 2012), forøket medial rotasjon, forøket retraksjon (Myers, et al., 2005) og anterior tilting av scapula (Seitz, et al., 2012). Seitz et al. (2012) viser i tillegg til et motstridende funn ved at scapula lateral roteres i større grad ved abduksjon i GH-leddet.

Det antydes at endringene hos kastutøvere forekommer naturlig for å legge til rette for økt prestasjonsevne ved kastbevegelsen (Eckenrode, et al., 2012; Myers, et al., 2005) og behøver nødvendigvis ikke å føre til økt risiko for skade (Seitz, et al., 2012).

2.6 Nevromuskulær kontroll

NMK er omtalt som evnen til å produsere kontrollerte bevegelser gjennom koordinert muskelaktivitet og oppstår som et resultat av et komplekst samspill mellom nervesystemet og muskelskjelettsystemet (Williams, et al., 2001). For at dette samspillet skal fungere optimalt er det essensielt med sensorisk informasjon vedrørende kroppens posisjon og bevegelser. Den sensoriske informasjonen oppstår i det visuelle-, vestibulare- og sansemotoriske system og transporteres gjennom afferente baner til sentralnervesystemet hvor informasjonen integreres på ulike nivå. På bakgrunn av dette produseres en motorisk respons med mål om å utøve og kontrollere bevegelser (Hodges, 2007; Lephart, et al., 2000; Shumway-Cook & Wollacott, 1995).

Den sentrale integrasjonen kan foregå på tre ulike nivåer i sentralnervesystemet. Det laveste nivået er på ryggmargsnivå der de motoriske responsene er reflekser. Eksempelvis monosynaptiske reflekser og hurtige justeringer for å opprettholde postural kontroll. Hjernestammen, cerebellum og basal gangliene er det neste nivået. De motoriske responsene er mer kompliserte og reflekser med lengre latenstid og mer automatiserte bevegelser er eksempler. Det øverste nivået er den cerebrale cortex der de

mest avanserte motoriske responsene oppstår. Eksempel på dette er voluntære bevegelser som har lengre latenstid enn responser på lavere nivå (Biedert, 2000)

2.6.1 Motorisk kontroll og læring

Motorisk kontroll oppstår ved integrasjon mellom individet, handlinger og omgivelsene. Resultatet av dette er motoriske programmer som omhandler postural kontroll, balanse og bevegelse. Sammenlignet med reflekser er motoriske programmer mer fleksible, kan aktiveres på bakgrunn av sensorisk stimuli eller sentrale prosesser og generer mer komplekse bevegelser, eksempelvis gange (Shumway-Cook & Wollacott, 1995). Motorisk læring er en prosess som inkluderer ervervelse og modifisering av bevegelse. Kompliserte voluntære bevegelser, som for eksempel håndballkast, krever mye trening og vil etter hvert kunne gjennomføres tilnærmet automatisk (Shumway-Cook & Wollacott, 1995). Trening som retter seg mot å forbedre den nevro-muskulære kontrollen blir ansett som motorisk læring ved at målet er å forbedre kvaliteten på koordinerte bevegelser eller tilegnelse av nye koordinerte bevegelser (Mulder & Hulstyn, 1984).

2.6.2 Funksjonell stabilitet og det sansemotoriske system

Begrepet NMK blir ofte benyttet i sammenheng med motorisk kontroll og funksjonell stabilitet. I denne sammenhengen beskriver det en prosess i det sansemotoriske system der det oppstår en ubevisst motorisk respons i forkant av ("feedforward") eller som følge av en bevegelse i et ledd ("feedback") for å opprettholde den funksjonelle stabiliteten (Riemann & Lephart, 2002).

Funksjonell stabilitet i kroppens ledd er et resultat av både mekanisk- (passive strukturer) og dynamisk stabilitet (aktive strukturer). Bindeleddet mellom den mekaniske- og dynamiske stabiliteten er det sansemotoriske system (Riemann & Lephart, 2002). Det sansemotoriske system omfatter sensorisk informasjon, sentral integrasjon og motorisk respons i sentralnervesystemet for å iverksette og kontrollere motorikk, for å utføre funksjonelle oppgaver og for å opprettholde funksjonell stabilitet (Lephart, et al., 2000). Som det fremgår av dette har det sansemotoriske system ansvar for alle bevegelser som finner sted og den motoriske kontrollen av dette, inklusiv den funksjonelle stabiliteten.

Det er beskrevet to strategier for motorisk kontroll og funksjonell stabilitet i det sansemotoriske systemet. Den første strategien, ”open-loop”, fører til handlinger på bakgrunn av sensorisk ”feedback” vedrørende kroppen og dens relasjon til omgivelsene. Eksempelvis vil aktiviteten i peroneus muskulaturen øke for å opprettholde posisjonen i ankelen ved uventet inversjon (Hopper, et al., 1998). Ved en ”closed-loop” strategi er derimot handlingene som oppstår forhåndsprogrammert av sentralnervesystemet, og aktiveres i forkant av en annen bevegelse og uten overveielse av sensorisk informasjon. Disse handlingene betegnes som ”feedforward” (Hodges, 2007; Riemann & Lephart, 2002). Eksempelvis ved aktivisering av truncus muskulatur i forkant av bevegelse av overekstremitetene (Hodges & Richardson, 1997).

Propriosepsjon er helt sentralt i det sansemotoriske system og ble først omtalt av Sir Charles Sherrington i 1906 som all sensorisk informasjon som oppstår i proprioceptorer i det proprioceptive felt (Burke, 2007). En nåværende oppfatning er at propriosepsjon omhandler sensorisk informasjon vedrørende leddenes stilling i relasjon til omgivelsene, vedrørende bevegelser som forekommer i leddene og vedrørende krefter som oppstår i leddene (Lephart, et al., 2000; Riemann & Lephart, 2002). Den proprioceptive informasjonen oppstår i mekanoreseptorer som er lokalisert i muskulatur, sener, ligamenter, leddkapsler, fascie og leddenes omkringliggende hudvev (Grigg, 1994; Hodges, 2007; Hogervorst & Brand, 1998; Riemann & Guskiewicz, 2000; Vangsness, et al., 1995). Mekanoreseptorene er spesialiserte sensoriske reseptorer som er sensitive for mekanisk stress og deformasjon. Ved stimulering oppstår det aksjonspotensialer som viderefremmes i afferente baner og gir sensorisk informasjon (Grigg, 1994). Denne informasjonen er helt avgjørende for at ”open-loop” strategien for motorisk kontroll og funksjonell stabilitet skal fungere.

2.7 Overarmskast

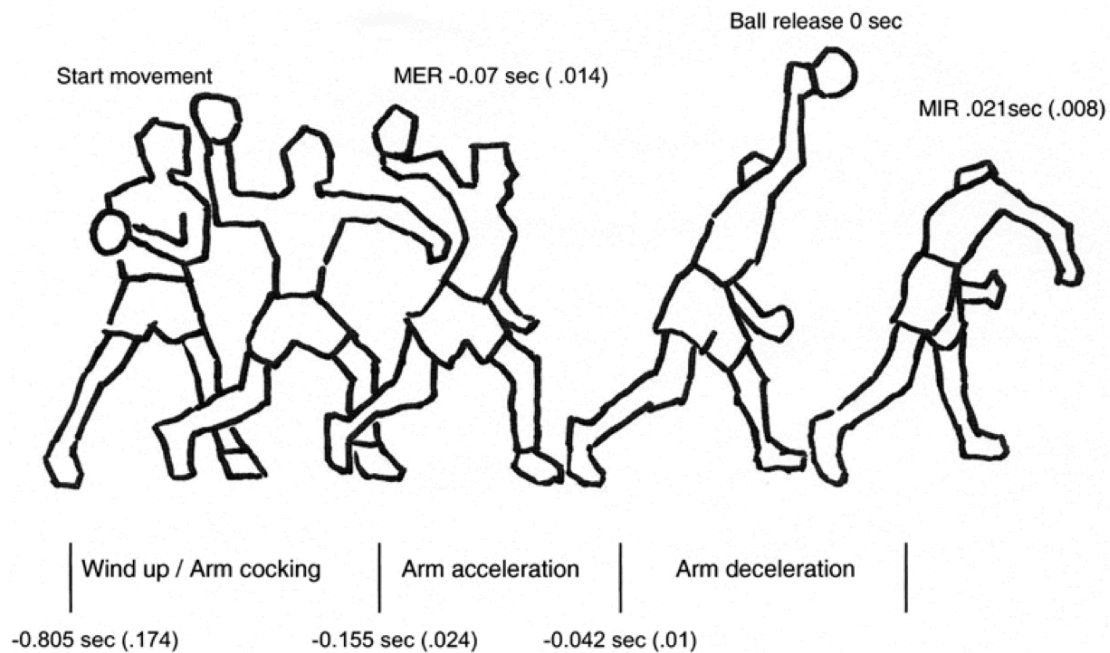
Fellesnevneren for alle typer kast eller slag, uavhengig av type idrett, er at hele kroppen involveres i bevegelsen. En nyere studie konkluderer med at bevegelsene i GH-leddet ved et stående håndballkast har likhetstrekk med bevegelsene i en volleyballsmash og en tennisserve (Wagner et al., 2012). Det er derimot individuelle forskjeller som skyldes idrettens tekniske og taktiske egenart, samt forskjeller i bevegelsene og bidrag av kraft fra underekstremitetene (Wagner, Pfusterschmied, Tilp, et al., 2012). Det eksisterer et bredt spekter av studier av kastbevegelsen hos baseballpitchere og av servebevegelsen

hos tennisspillere (Brukner, Kahn, Agosta, & Kibler, 2009; Fleisig, Barrentine, Escamilla, & Andrews, 1996; Kibler, 1995). Studier som spesifikt har tatt for seg håndballkast har fokusert på kastbevegelsen ved stående overarmskast der fremre standfot er i kontakt med underlaget (Fradet et al., 2004; van den Tillaar & Ettema, 2004, 2007, 2009; Wagner, Pfusterschmied, Von Duvillard, & Muller, 2012). Van den Tillaar & Ettema (2004, 2007, 2009) har undersøkt stillestående overarmskast, mens andre har studert overarmskast med tilløp (Fradet, et al., 2004; Wagner, Pfusterschmied, Von Duvillard, et al., 2012). Hoppskudd er en kastteknikk som er hyppig brukt ved avslutning mot mål i kampsituasjon (Wagner, Kainrath, & Müller, 2008) og har blitt studert i nyere tid (Wagner, Buchecker, von Duvillard, & Müller, 2010; Wagner, Pfusterschmied, Tilp, et al., 2012; Wagner, Pfusterschmied, von Duvillard, & Müller, 2011).

Videre beskrivelse av overarmskastet vil primært omhandle kast fra stående stilling med eller uten tilløp, ettersom det er beskrivelser av dette som forekommer hyppigst studier. For å få en grundig fremstilling av overarmskastet vil det benyttes viten fra studier av både kastidretter og racket idretter, ettersom mange av komponentene er felles (Wagner, Pfusterschmied, Tilp, et al., 2012).

2.7.1 De ulike fasene og muskelaktivitet

Analyser av kast deles inn i fire faser (figur 2.7); ”wind up” (oppspenningsfasen), ”cocking” (maksimal oppspenning), akselerasjon- og oppbremsingsfasen (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009).



Figur 2.7: De fire fasene ved en kastbevegelse; ”wind-up”, ”cocking”, akselerasjon- og oppbremsingsfasen (van den Tillaar & Ettema, 2007).

Wind-up fasen

I ”wind up” fasen roteres truncus og hofte slik at den ikke-dominante siden vender mot kastretningen. Videre påbegynnes en abduksjon, lateral rotasjon og ekstensjon i GH-leddet på kastarmen. Underekstremitetene har hovedansvaret for kraftutviklingen og det er relativt små krefter som utspiller seg omkring skulderkomplekset (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009; Park, Loebenberg, Rokito, & Zuckerman, 2002a). Mm. trapezius (øvre del), serratus anterior og deltoideus (anteriore del) er de mest aktive musklene og bidrar til oppover rotasjon og elevasjon av scapula, samt abuksjon i GH-leddet (Escamilla & Andrews, 2009).

Cocking fasen

I den påfølgende ”cocking” fasen abdukeres, lateral roteres og ekstenderes GH-leddet maksimalt. Studier har observert maksimal lateral rotasjon hos profesjonelle baseballspillere til å være mellom 160° til 185° (Dillman, et al., 1993; Pappas, Zawacki, & Sullivan, 1985; Werner, Fleisig, Dillman, & Andrews, 1993). Denne ekstreme stillingen fører til en økning i elastisk energi omkring skulderen ved at fremre kapsel i GH-leddet strammes og de glenohumerale medialrotatorene strekkes (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009). Dette illustrerer hvor ekstrem bevegelsesfrihet GH-leddet innehar. Kraftutviklingen finner hovedsakelig sted i truncus og omkring hoften, spesielt i

hofteekstensorene (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009). EMG målinger ved baseball kast har avdekket moderat til høy aktivitet i rotatorcuffen for å bidra til stabilitet i GH-leddet i denne fasen. Kontraksjon i mm. infraspinatus, teres minor bidrar til den ekstreme lateral rotasjonen som finner sted. (Escamilla & Andrews, 2009). I samhandling med m. latissimus dorsi forhindrer disse musklene anterior translasjon av caput humeri og avlaster kapselen og det inferiore glenohumerale ligamentet (Fleisig, et al., 1995; Glousman et al., 1988). Moderat aktivitet i m. deltoideus sørger for å opprettholde vinkelen (omkring 90°) i GH-leddet (Escamilla & Andrews, 2009). Medial rotatorene mm. pectoralis major, latissimus dorsi og subscapularis kontraherer eksentrisk for å kontrollere lateral rotasjonen i GH-leddet (Digiovine, Jobe, Pink, & Perry, 1992). Ettersom mm. triceps brachii (lange hodet) og biceps begge krysser GH-leddet vil aktiviteten som registreres i disse bidra til stabilitet i GH-leddet. Omkring scapula vil hovedsakelig aktivitet i mm. trapezius og serratus anterior sørge for mobilitet og stabilitet (Escamilla & Andrews, 2009).

Akselerasjonsfasen

Fra den oppspente ytterstillingen i ”cocking” fasen starter akselerasjonsfasen som er ekstremt eksplosiv. Den elastiske kraften i de anteriore strukturene og kraftig kontraksjoner i mm. subscapularis, pectoralis major, latissimus dorsi og teres major fører til eksplosiv medial rotasjon, adduksjon og fleksjon i GH-leddet inntil ballen avleveres og fasen avsluttes (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009; Digiovine, et al., 1992). Moderat til høy aktivitet i rotatorcuffen er observert ved EMG analyser og bidrar til posisjonering av caput humeri i cavitas glenoidale i akselerasjonsfasen. Aktivitet i m. triceps brachii bidrar til ekstensjon av albuleddet. Den viktigste funksjonen til albuleddet er derimot ikke å produsere kraft, men å videreføre kraft fra underekstremitetene, truncus og skulderen gjennom en ”pisk lignende” bevegelse (Escamilla & Andrews, 2009).

Kreftene som oppstår i GH-leddet ved en kastbevegelse er størst i akselerasjonsfasen og det er i denne fasen de fleste skadene relatert til skulderen hos kastutøvere oppstår (Braun, Kokmeyer, & Millett, 2009). Ved tredimensjonale analyser av straffekast er maksimal kraft ved glenohumeral medial rotasjon målt til 3426°/sekund (sek) hos mannlige elitehåndballspillere. Den maksimale kraften finner sted 0,0021 sek etter at ballen er avlevert (van den Tillaar & Ettema, 2007). Hastigheten på ballen avhenger av

hvilken kastteknikk som benyttes. Ved stående overarmskast uten tilløp er ballens hastighet målt til 22,3 m/sek, med tilløp er den målt til 23,9 m/sek og ved hoppeskudd er den målt til 21,9 m/sek hos mannlige håndballspillere (Wagner, et al., 2008).

Oppbremsingsfasen

Når ballen avleveres starter oppbremsingsfasen som har til hensikt å absorbere kreftene som ikke overføres til ballen og redusere risiko for skade (Dillman, et al., 1993; Pappas, et al., 1985). Varigheten på fasen er 50 ms (Park, Loebenberg, Rokito, & Zuckerman, 2002b) og kjennetegnes ved at store krefter trekker caput humeri anteriort, samtidig som de posteriore strukturen påføres et stort stress. Rotatorcuffens lateral rotatorer, scapulastabiliserende muskulatur og posteriore fibre av m. deltoid samarbeider ved å kontrahere eksentrisk for å motvirke det kraftige anteriore draget som kan overstige 135 kg (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009). Medial rotasjonen og adduksjonen i GH-leddet bremses og anterior translasjon av caput humeri forhindres. Dette oppnås ved at musklene produseres en kompresjonskraft på størrelse med egen kroppsvekt og et posteriort drag tilsvarende 40% til 50% av egen kroppsvekt (Escamilla et al., 2007; Fleisig, et al., 1995)

2.7.2 Den kinetiske kjede

Ved en kastbevegelse kreves det et komplekst samspill mellom underekstremitetene, truncus og overekstremitetene. Dette samspillet blir betegnet som den kinetiske kjede og har som funksjon å videreføre kraft fra underlaget gjennom underekstremitetene, pelvis, truncus, skulderleddet, albuleddet, håndleddet og til ballen som er det terminale segmentet (Kibler, 1995). Mønsteret på kraftoverføringen i den kinetiske kjede (figur 2.8) er betegnet som proksimal (underekstremitetene) til distal (hånd) og utpekt som sentral for å overføre mest mulig kraft til ballen (Herring & Chapman, 1992; Marshall & Elliott, 2000; Wagner, Pfusterschmied, Von Duvillard, et al., 2012).



Figur 2.8: Kraftoverføring i den kinetiske kjede (Kibler & Thomas, 2012).

Kraftgenerering

Underekstremitetene og truncus fungerer som de primære kraftgeneratorene, mens skulderbuen transporterer kraften videre til arm og hånd der ballen til slutt avleveres (Burkhart, Morgan, & Kibler, 2003b). Mesteparten av den kinetiske energien og kraften utvinnes i underekstremitetene, hoften og truncus. I tennis er det avdekket at 54% av den totale kraften i serven skapes i de proksimale segmentene (Kibler, 1995). Kraften som oppstår mellom underekstremitetene og underlaget betegnes som ”ground reaction force”. Til tross for at dette blir sett på som sentralt ved kraftutvikling i en kastbevegelse finnes det minimalt med studier som omtaler dette. Ved baseball- og softballkast er det beskrevet at underekstremitetenes bevegelse og plassering spiller en sentral rolle for kastbevegelsen og ”ground reaction forces” som oppstår. Dette har videre betydning for ballens hastighet (Guido, Werner, & Meister, 2009; MacWilliams, Choi, Perezous, Chao, & McFarland, 1998). I håndball er det stående overarmskast med tilløp som gir høyest ballhastighet, noe som også illustrer betydningen av kontakten med underlaget (Wagner, et al., 2011).

Bevegelsene som finner sted i truncus og underekstremitetene ved et kast er ikke uten betydning. Dersom bevegelse av truncus eller kraften fra underlaget utelukkes fra kastbevegelsen vil kraften i kastet reduseres betraktelig. Ved å utelukke underekstremitetene alene eller i kombinasjon med truncus ved kast reduseres maksimal kraft til respektivt 63,5% og 53,1% (Toyoshima, Hoshikawa, & Miyashita, 1974). Ved

sammenligning av ballens hastighet i vannpolo og baseball vil det eksempelvis være betydelig forskjeller ettersom krefter fra underlaget ikke er gjeldende i vannpolo (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009).

Kinematikk i den kinetiske kjede

I likhet med spydkast og baseball benytter håndballspillere seg av kraftutviklingen fra underlaget via fremre standfot ved overarmskast med og uten tilløp. Standfoten fungerer som en grunnpilar som viderefører kraft fra underlaget til pelvis, truncus og kastarmen, som akselererer i forhold til det faste punktet (Wagner, et al., 2011). Stabiliteten mellom standfoten og truncus utgjøres av m. glutei (Putnam, 1993). Under akselerasjonsfasen medial roteres pelvis og truncus i forhold til det sagitale plan ved at cristae iliacae beveges anteriort fra den oppspente ”cocking” fasen. Videre flekteres truncus, GH-leddet flekteres og medial roteres, albuleddet ekstenderes og håndleddet palmar flekteres (van den Tillaar & Ettema, 2004, 2007, 2009; Wagner, et al., 2011). De sentrale bidragsyterne til ballens hastighet ved et stående overarmskast i håndball er medial rotasjon i GH-leddet, medial rotasjon av pelvis og truncus, samt om utøveren benytter seg av tilløp eller ikke (van den Tillaar & Ettema, 2004, 2007; Wagner, et al., 2011). Rekkefølgen av de ulike segmentenes aktivering vil i følge van den Tillaar & Ettema (2009) følge et proksimalt til distalt mønster. Maksimal kraft i de ulike segmentene og leddene følger derimot ikke dette mønsteret slavisk. Her vil den maksimale kraften i GH-leddet finne sted først etter at maksimal kraft i albuleddet er oppnådd (Fradet, et al., 2004; van den Tillaar & Ettema, 2009; Wagner, Pfusterschmied, Von Duvillard, et al., 2012).

I kampsituasjon vil stående overarmskast utgjøre en liten del av den totale kastmengden. I følge Wagner et al. (2008) vil hoppeskudd være den mest benyttede kasttypen, 73% til 75%. Her vil det være endringer i forhold til de kinematiske forholdene. Akselerasjonen av pelvis, truncus og kastarm utføres ikke med et standben som grunnpilar. Wagner et al. (2011) fremmer at rotasjonskomponenten omkring pelvis og truncus oppstår ved momentet som skapes mellom fremre og bakre ben i svevfasen. Videre ser det ut til at ytterligere fleksjon av truncus er med på å begrense tap av kraft som følge av fravær fra underlaget (Wagner, et al., 2011). I likhet med stående overarmskast vil det fortsatt være et primært til distalt mønster med tanke på maksimal kraft mellom truncus og skulder, men derimot ikke videre mellom skulder og albuledd (Wagner, et al., 2010).

Absorbering av kraft

I tillegg til å videreføre kraft har den kinetiske kjeden en viktig funksjon ved at den absorberer krefter og forhindrer ekstrem belastning av enkelte segmenter i den kinetiske kjeden (Hirashima, Kadota, Sakurai, Kudo, & Ohtsuki, 2002; Putnam, 1993).

En svakhet i den kinetiske kjeden vil føre til redusert kastkraft og økt belastning på de andre segmentene i den kinetiske kjeden. Den økte belastningen på segmentene vil føre til økt risiko for skade (Fleisig, et al., 1996). I kliniske studier er svakheter og endringer i den kinetiske kjede avdekket ved impingement, rotatorcuff skader og instabilitet (McQuade, Dawson, & Smidt, 1998; Paletta, Warner, Warren, Deutsch, & Altchek, 1997; Tyler, Nicholas, Roy, & Gleim, 2000; Warner, Micheli, et al., 1992; Weiser, Lee, McMaster, & McMahan, 1999).

Stabil base for overekstremitetene

Hofte- og kneleddene er proksimale segmenter i den kinetiske kjeden. Stabilitet i disse segmentene er sentral ettersom underekstremitetene i tillegg til å utvikle kraft skal fungere som en stabil base for truncus og overekstremitetene. Ved en kastbevegelse vil en stabil base legge til rette for kraftoverføring i den kinetiske kjede, rotasjon av truncus og lateral rotasjon i GH-leddet (Sciascia, Thigpen, Namdari, & Baldwin, 2012). Resultatet av dette vil være en effektiv kastbevegelse der mest mulig kraft overføres til ballen.

2.7.4 Scapulas rolle

Stabilisere glenohumeralleddet

Scapula er sentral i en kastbevegelse ved at det bidrar som en stabil base i GH-leddet. Den konvekse leddflaten i GH-leddet utgjøres av cavitas glenoidale som er en del av scapula. Ved bevegelse i GH-leddet må scapula, som nevnt tidligere, både stabiliseres og beveges for å opprettholde ”center of rotation” mellom caput humeri og cavitas glenoidale (Matsen, Harryman, & Sidles, 1991). Endringer i ”center of rotation” ved bevegelse i GH-leddet er observert til å være minimale, kun en til to millimeter (Howell, et al., 1988; McMahan, et al., 1995; Poppen & Walker, 1976). Som nevnt tidligere omtales det koordinerte samspillet mellom bevegelse av scapula og humerus som den scapulohumerale rytmen. Den scapulohumerale rytmen bidrar til å

oppretholde en "safe zone" ved bevegelse i GH-leddet. Begrepet "safe zone" er ansett som den mest stabile fasen og nærmere definert som all aktivitet i GH-leddet der vinkelen mellom caput humeri og cavitas glenoidale ikke overstiger 30° fleksjon eller ekstensjon i scapulas plan (Pink & Perry, 1996). Kombinasjonen av "safe zone" og "center of rotation" legger til rette for maksimale kompresjonskrefter mellom caput humeri og cavitas glenoidale i en kastbevegelse. Dette forhindrer unødig translasjon mellom den konkave og konvekse leddflaten og optimaliserer funksjonen i GH-leddet (Matsen, et al., 1991; Myers & Lephart, 2000).

Optimalisere bevegelsesutslaget

Sammenlignet med andre ledd i kroppen har GH-leddet størst mulighet for bevegelsesutslag (Dahl & Rinvik, 2002; Tovin & Reiss, 2007). Til tross for at mesteparten av bevegelsesutslaget foregår i GH-leddet kreves det allikevel mye bevegelse i scapulothorakalleddet for å inneha en normal skulderfunksjon. Ved abduksjon, som er sentralt i overarmskast, foregår omkring 120° i GH-leddet, mens de resterende 60° utgjøres ved oppover rotasjon av scapula (Terry & Chopp, 2000). Dette illustrerer hvor viktig det er at scapula har mulighet for bevegelse i forhold til å gi GH-leddet mest mulig bevegelsesfrihet. Men som nevnt i forrige kapittel kreves det at bevegelsen som finner sted i scapulothorakalleddet samtidig innehar stabilitet, slik at det skaper en stabil base for GH-leddet.

Retrahere og protrahere scapula

I "cocking" fasen av en kastbevegelse er GH-leddet abduisert, ekstendert og maksimalt lateralt rotert (Fleisig, et al., 1996; Kibler, 1998). For å oppnå denne stillingen er det essensielt at scapula retraheres. Videre vil en retraksjon av scapula legge til rette for maksimal kraftutvikling gjennom å øke tensjonen i skulderkompleksets anteriore muskler, samt ved å bidra til et effektivt skifte fra eksentrisk- til konsentrisk muskelarbeid anteriort og motsatt fra konsentrisk- til eksentrisk muskelarbeid posteriort (Fleisig, et al., 1996; Pink & Perry, 1996). I den kommende akselerasjonsfasen protraherer scapula langs thorax for å tilstrebe "safe zone" i GH-leddet. Videre i den påfølgende oppbremsingsfasen absorberer protraksjonsbevegelsen av scapula deler av de-akselerasjonskreftene (Pink & Perry, 1996).

Forhindre impingement

I "cocking-" og akselerasjonsfasen er abduksjonsvinkelen mellom humerus og truncus mellom 90° til 100° (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009; Fleisig, et al., 1996; Park, et al., 2002a). Det er her viktig at acromion eleveres for å unngå impingement i det subacromiale rom. Dette oppnås ved at scapula oppover roteres av mm. trapezius og serratus anterior slik at acromion eleveres og tiltes posteriort (Kibler, 1998).

Fungere som utspring og feste for muskulatur

Rotatorcuffens muskler springer alle ut fra scapula (Dahl & Rinvik, 2002; Gilroy, et al., 2009). Deres anatomiske forløp og plassering legger til rette for at de kan utøve kompresjonskraft mellom caput humeri og cavitas glenoidale ved koaktivering, noe som er essensielt for å unngå translasjon i GH-leddet (Graichen, et al., 2000; Inman, et al., 1996; Karduna, et al., 1996; Saha, 1971). Mm. trapezius og serratus anterior er sentrale både ved bevegelse og stabilitet av scapula (Kibler, 1998; Kibler & McMullen, 2003; Ludewig, et al., 1996; Mottram, 1997) og har begge festepunkt på scapula (Dahl & Rinvik, 2002; Gilroy, et al., 2009). Mm. deltoideus, triceps og biceps har en viktig rolle ved bevegelse i GH-leddet og springer alle ut fra scapula (Dahl & Rinvik, 2002; Gilroy, et al., 2009)

Ledd i den kinetiske kjede

Størsteparten av den kinetiske energien og kraften i et stående kast oppstår som nevnt tidligere fra underlaget, transporteres gjennom kroppen og overføres til ballen som er det terminale segmentet (Kibler, 1995; Kibler & McMullen, 2003). Scapula har en sentral rolle i den kinetiske kjeden ved at kraften overføres fra truncus via skulderbuen og videre til over- og underarmen. For at kraftoverføringen skal foregå effektivt er det viktig at scapula innehar riktig posisjon og er stabil (Kibler, 1998).

Ved hoppskudd avleveres ballen mot motstanderens mål når spilleren er i en svevfase og scapula vil her være den eneste stabile basen for kastarmen (Kibler, 1998). Wagner et al (2011) har undersøkt hvordan de biomekaniske forholdene endrer seg omkring bekken og truncus ved hoppskudd, men det er ikke undersøkt om kraftutviklingen i skulderen endres. Det kan derimot tenkes at mer kraft må genereres og absorberes omkring skulderkomplekset slik at belastningen på både scapulothorakal- og GH-leddet øker i både akselerasjon- og oppbremsingsfasen.

2.8 Redusert nevromuskulær kontroll og skulderproblemer

I dette kapitlet vil redusert NMK omkring skulder, hofta og kne presenteres som potensielle risikofaktorer for skulderproblemer.

2.8.1 Redusert nevromuskulær kontroll omkring scapula

Hos kastutøvere med skuldersmerter er det funnet asymmetri i scapulas plassering og redusert NMK på dominant side sammenlignet med ikke dominant side (Struyf, Nijs, De Graeve, Mottram, & Meeusen, 2011). Klinisk vurderes NMK omkring skulderkomplekset blant annet ved å undersøke en eventuell tilstedeværelse av scapula dyskinesi. Scapula dyskinesi er definert som synlige endringer av scapulas statiske plassering i forhold til thorax og/eller endringer i den scapulohumerale rytmen (Kibler & McMullen, 2003; Warner, Micheli, et al., 1992).

Endringene som kvalifiserer til scapula dyskinesi er; prominens av margo medialis ved statisk plassering eller dynamisk bevegelse, prominens av angulus inferior og/eller for tidlig elevasjon av scapula ved abduksjon/fleksjon i GH-leddet, samt hurtig nedad rotasjon av scapula ved senkning av humerus (Kibler & McMullen, 2003). Disse endringene forårsakes av manglende oppover rotasjon og posterior tilting av scapula, samt økt medial rotasjon av scapula (Laudner, Myers, Pasquale, Bradley, & Lephart, 2006; Ludewig & Cook, 2000; Ludewig & Reynolds, 2009; Lukasiewicz, et al., 1999; P. W. McClure, Michener, & Karduna, 2006).

2.8.1.1 Årsaker til scapula dyskinesi

Det er presentert en rekke mulige årsaker til scapula dyskinesi. Anatomiske forhold som kan føre til scapula dyskinesi er forøket kyfose i thorakalcolumna, fraktur av clavícula, samt instabilitet og artrose i AC-leddet. Videre vil patologi relatert til nervene som innerverer muskulaturen omkring skulderkomplekset føre til scapula dyskinesi. Eksempelvis ved cervikal radikulopati eller skade på n. thoracis longus som innerverer m. serratus anterior (Kibler, Sciascia, & Wilkes, 2012; Kuhn, Plancher, & Hawkins, 1995). Den vanligste årsaken til scapula dyskinesi er derimot endringer i den dynamiske stabiliteten omkring skulderkomplekset (Kibler, et al., 2012), da aktive strukturer alene sørger for både mobilitet og stabilitet av scapula (Kibler, 1998; Sciascia, et al., 2012).

Redusert muskellengde

Redusert strekk lengde i m. pectoralis minor og det korte hodet av m. biceps brachii fører begge til anterior tilting og protraksjon av scapula som en følge av draget de utøver på procesus coracoideus (Borstad & Ludewig, 2005). Studier har også vist at m. pectoralis kan føre til en medial rotasjon av scapula (Borstad & Ludewig, 2005; Burkhart, et al., 2003b).

Redusert mobilitet i glenohumeralledet

De store og gjentatte kreftene som påføres skulderen i oppbremsingsfasen i en kastbevegelse kan føre til stramhet i den posteriore leddkapselen og forøket tensjon i de posteriore skuldermusklene. Dette fører til begrensning for horisontal adduksjon i GH-leddet (Burkhart, et al., 2003b; Kibler, 1998), noe som er nødvendig i oppbremsingsfasen i en kastbevegelse. Når dette er begrenset vil scapula protraheres langs thorax veggen for å kompensere for den manglende horisontal adduksjonen i GH-leddet og konsekvensen vil være scapula dyskinesi i form at redusert oppover rotasjon av scapula (Kibler, 1998; Kibler, et al., 2012).

Endringer i scapulastabiliserende muskulatur

Inhibisjon av scapulastabiliserende muskulatur blir omtalt som en reduksjon i evnen til kraftutvikling og stabilisering av scapula, samt endret aktiveringsmønster av muskulaturen omkring scapula (Glousman, et al., 1988; McQuade, et al., 1998; Pink & Perry, 1996). Årsaken til inhibisjonen er ikke fullstendig klarlagt, men endring i proprioepsjon trekkes frem som en mulighet, da dette kan ha innvirkning på endring i motorisk respons (Kibler & McMullen, 2003). Årsaker til endret proprioseptiv informasjon kan i følge Kibler & McMullen (2003) være smerte eller uttretting.

Ved impingement er det dokumentert scapula dyskinesi som kan relateres til inhibering av skuldermuskulatur. Det er observert at m. serratus anterior har redusert aktivitet i hele bevegelsesbanen ved abduksjon i GH-leddet ved impingement (Ludewig & Cook, 2000). En forsinkelse i aktiveringen av mm. serratus anterior og trapezius ved abduksjon i GH-leddet ble observert hos personer med symptomer på impingement (Moraes, et al., 2008). Disse endringene kan sees i sammenheng med redusert oppover rotasjon og redusert posterior tilting av scapula (Cools, Declercq, Cambier, Mahieu, & Witvrouw, 2007).

Hos kastutøvere med impingement er det påvist redusert kraftutvikling i m. serratus anterior ved protraksjon av scapula (Cools, Witvrouw, Declercq, Vanderstraeten, & Cambier, 2004). Her ble aktiviteten i m. serratus anterior i tillegg sammenlignet med m. trapezius og det ble avdekket ubalanse i aktiveringsgraden mellom dem. (Cools, et al., 2004). Dette illustrerer et misforhold i kraftparet med hovedansvar for oppover rotasjon og posterior tilting av scapula. Den samme studien viste videre en ubalanse mellom aktiveringsgraden i de nedre og øvre fibre av m. trapezius, ved at de øvre fibre var mer aktiv ved retraksjon av scapula (Cools, et al., 2004). Ubalanse i aktiveringsgrad av m. trapezius er også avdekket ved abduksjon i GH-leddet hos kastutøvere med impingement ved at aktiviteten ble målt til å være størst i m. trapezius øvre fibre og det var også ubalanse mellom de nedre og midtre fibre av m. trapezius (Cools, et al., 2007). Hos ikke-kastutøvere er det også funnet ubalanse ved at de øvre fibre av m. trapezius var mest aktiv (Smith, Sparkes, Busse, & Enright, 2009). Videre er det hos svømmere med impingement funnet endringer i timingen ved aktivering av m. serratus anterior og øvre og nedre fibre av m. trapezius ved abduksjon i GH-leddet sammenlignet med svømmere uten impingement. Det ble også funnet en forsinket aktivering av m. serratus anterior på den "friske" siden hos svømmere med impingement. (Wadsworth & Bullock-Saxton, 1997). En forsinkelse i aktiveringen av midtre og nedre fibre av m. trapezius er også avdekket hos kastutøvere med impingement ved en uventet bevegelse i GH-leddet (Cools, et al., 2003).

Den reduserte og forsinkede aktiviteten i midtre og nedre fibre av m. trapezius kan sees i sammenheng med forstyrrelser i den scapulohumerale rytmen ved at de øvre fibre i m. trapezius blir dominerende og gir forstyrrelse i samspillet mellom musklene omkring scapula (Cools, et al., 2003). Som et resultat av dette vil det kunne bli redusert oppover rotasjon og posterior tilting av scapula (Kibler, et al., 2012).

For kastutøvere er repetitiv belastning i form av kast ansett som en belastende faktor for skulderkomplekset. En nylig publisert studie viste endring i scapulohumeral rytme hos 85% av 13 mannlige baseballspillere etter å ha gjennomført 60 kast. Hos 23% av utøverne ble denne endringen observert også 24 timer etter at kastene ble gjennomført (Pellegrini et al., 2013). Andre studier har avdekket at scapulastabiliserende muskulatur, spesielt m. serratus anterior og trapezius (øvre) blir utmattet ved repetitive bevegelser over skulderhøyde og at dette gir endringer i scapulas kinematikk (Ebaugh, McClure, &

Karduna, 2006; McQuade, et al., 1998; McQuade, Hwa Wei, & Smidt, 1995; Tsai, McClure, & Karduna, 2003). Det er derimot uenighet om scapulas oppover rotasjon økes (Ebaugh, et al., 2006; McQuade, et al., 1998) eller reduseres ved uttretting (McQuade, et al., 1995; Tsai, et al., 2003). Tsai et al. (2003) observerte i tillegg en reduksjon i posterior tilting og lateral rotasjon av scapula, noe som ikke er avdekket i de andre studiene. Ebaugh et al. (2006) registrerte et motstridende funn ved at lateral rotasjon av scapula økte ved uttretting. I den samme studien undersøkte de i tillegg hvordan lateral rotasjonen i GH-leddet ble påvirket av den repetitive belastningen. Resultatene viste redusert EMG aktivitet i m. infraspinatus og redusert lateral rotasjon av humerus. Dette kan føre til økt risiko for skade på strukturer i det subacromiale rom, ettersom lateral rotasjon av humerus er ansett som en viktig faktor for å skape mer plass under acromion (Ludewig & Cook, 2000).

2.8.1.2 Scapula dyskinesi og skulderproblemer

Scapula dyskinesi er avdekket ved både dysfunksjoner og diagnoser relatert til skulderen. Eksempelvis ved impingement, glenohumeral instabilitet, rotatorcuff skader, SLAP lesjon og GIRD (Kawasaki, Yamakawa, Kaketa, Kobayashi, & Kaneko, 2012; Kibler & Thomas, 2012; Myers, Laudner, Pasquale, Bradley, & Lephart, 2006). I følge Warner et al. (1992) er scapula dyskinesi gjeldende ved 67% til 100% av tilfellene av skulderproblemer, noe som indikerer at kontroll omkring scapula vil kunne ha betydning for utvikling av skulderproblemer. Forholdet mellom skulderproblemer og scapula dyskinesi er derimot ikke alltid klart (Kibler & McMullen, 2003; Kibler, et al., 2012). I noen tilfeller kan scapula dyskinesien være en del av opphavet til skuldersmertene, mens den ved andre tilfeller er en følge av smertene eller patologien (Kibler et al., 2013). Eksempelvis er det ved nerveskader, frakturer og muskelrupturer patologien i seg selv som er årsaken til scapula dyskinesien. Mens scapula dyskinesien ved impingement, multidireksjonal instabilitet og labrum skader kan være en mulig bidragsyter til skuldersmertene ved å endre de biomekaniske forholdene og dermed øke risikoen for patologi og/eller smerte. Men scapula dyskinesien kan også her være en følgeproblematikk i etterkant av patologi og føre til ytterligere dysfunksjon og skuldersmerte (Kibler, et al., 2012).

Impingement

Impingement er ikke en egen diagnose, men et klinisk funn som gir uttrykk for en dysfunksjon i skulderkomplekset og kan assosieres med eksempelvis superiore labrumskader, glenohumeral instabilitet og rotatorcuff skader (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009). Impingement er karakterisert ved at rotatorcuffens sener kommer i klemme og påføres mekanisk irritasjon ved abduksjon, fleksjon og/eller lateral rotasjon i GH-leddet. Avhengig av hvor avklemmingen finner sted inndeles impingement i to ulike kategorier; ekstern- og intern impingement (Cools, Cambier, & Witvrouw, 2008). Ekstern impingement referer til avklemming av rotatorcuffens sener og/eller bursa i det subacromiale rom mellom humerus og acromion (Neer, 1972). Videre inndeles ekstern impingement i to kategorier avhengig av hva som er årsaken. Primær ekstern impingement oppstår som følge av unormale anatomiske forhold. Eksempelvis ved avvik i acromions anatomiske struktur eller på grunn av osteofyttdannelse på undersiden av acromion (Natsis et al., 2007). Ved sekundær ekstern impingement er forholdene i det subacromiale rom redusert som en følge av funksjonelle forhold, eksempelvis scapula dyskinesi (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009). Det foreligger da en redusert oppover rotasjon av scapula ved abduksjon i GH-leddet, noe som vil redusere plassen mellom acromion og caput humeri (Kibler & McMullen, 2003; Ludewig & Cook, 2000; Michener, McClure, & Karduna, 2003) og vil øke impingement symptomene. For mye protraksjon av scapula vil også kunne redusere plassen i det subacromiale rom ved at oppover rotasjonen begrenses. Det samme gjelder en kontrakt leddkapsel og/eller redusert strekk lengde og forøket tensjon i de anteriore skuldermusklene (Kibler, 1998; Kibler & McMullen, 2003). Som en følge av den reduserte plassen i det subacromiale rom vil det kunne oppstå impingement av rotatorcuffens sener (Atalar et al., 2009; Lukasiewicz, et al., 1999).

Intern impingement, som er den andre formen for impingement avhengig av lokalisasjon, referer til avklemming av rotatorcuffens sener mellom humerus og glenoid. Intern impingement deles videre inn i underkategoriene anterosuperior- og posterosuperior intern impingement (Walch, Boileau, Noel, & Donell, 1992). I forbindelse med kastutøvere er det den posterosuperiore interne impingementen som er aktuell, da denne ofte forekommer i ”cocking” fasen ved en kastbevegelse (Halbrecht, Tirman, & Atkin, 1999). Årsaken til intern impingement vil i de fleste tilfeller være av

sekundær karakter og være en følge av funksjonelle forhold, eksempelvis scapula dyskinesi (Cools, et al., 2008)

Rotatorcuff skader

Skader på rotatorcuffen kan variere fra reversible overbelastninger og irritasjoner til partielle- og totale rupturer (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009). Ved en kastbevegelse kan impingement av rotatorcuffen forekomme i både oppspennings- og akselerasjonsfasen. Videre kan skade også oppstå i oppbremsingsfasen der rotatorcuffen eksentrisk forsøker å motvirke de store adduksjons- og medial rotasjons kreftene som trekker caput humeri anteriort. Ved hyppig gjentakelse av dette vil det kunne oppstå mikrotraumer i rotatorcuffens sener (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009; Terry & Chopp, 2000).

Når scapulas rolle som den stabile basen endres ved scapula dyskinesi vil lengde-spenningsforholdet for rotatorcuffens muskler endres. Dette kan føre til endringer i både aktiveringsgrad og timing ved kontraksjoner i rotatorcuffen (Michener, et al., 2003). Konsekvensen av dette er redusert evne til å opprettholde "safe zone" mellom cavitas glenoidale og caput humeri og risikoen for skade rotatorcuffen øker (Kibler & McMullen, 2003; Pink & Perry, 1996; Poppen & Walker, 1976).

Glenohumeral instabilitet

Kastutøvere er ofte utsatt for instabilitetsproblematikk i GH-leddet ved at repetitiv og langvarig belastning gradvis tøy ut leddkapselen over tid. GH-leddet plasseres hyppig i en abduert, flektert og lateral rotert stilling. Dette øker belastningen anteriort og påfører repeterte mikrotraumer i kapselen (Brukner, Kahn, Agosta, et al., 2009). Instabiliteten kan forekomme i anterior, posterior eller inferior retning. Det kan også være en kombinasjon av disse og betegnes da som multidireksjonal instabilitet. Konsekvensen av instabilitet er redusert evne til å sentrere caput humeri i cavitas glenoidale og kan ha betydning for muskulære dysfunksjoner og kan gi økt risiko for skade på passive strukturer (Aune, 2003; Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009).

Ved økt medial rotasjon i GH-leddet (GIRD) og anterior tilting av scapula (scapula dyskinesi) fremmes anterior glidning av caput humeri ytterligere, noe som øker belastningen anteriort på labrum, kapsel og de glenohumerale ligamentene (Burkhart,

Morgan, & Kibler, 2003a) og kan føre til anterior instabilitet (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009). Posteriort fremmes intern impingement mellom posteriore superiore glenoid og rotatorcuffen, som er en kjent problematikk hos kastutøvere (Burkhart, Morgan, & Kibler, 2000; Myers, et al., 2006). Videre vil mangel på protraksjon av scapula langs thorax i oppbremsing fasen i en kastbevegelse øke belastningen på GH-leddets strukturer ved at flere krefter må opptas her. Dette kan ha betydning for økt risiko for skade på strukturer i GH-leddet (Kibler & McMullen, 2003).

Inhibisjon av scapulastabiliserende muskulatur i kombinasjon med økt tensjon og/eller forkortning i mm. pectoralis minor og latissimus dorsi fører til økt protraksjon av scapula (Morris, Kemp, & Frostick, 2004). Denne endringen sees i sammenheng med økt bevegelse i GH-leddet ved at caput humeri trekkes inferiort og gjør at caput humeri lettere kan beveges anterior og posterior (Ogston & Ludewig, 2007). Resultatet er multidireksjonal instabilitet og dette er aktuelt for kastutøvere grunnet den repeterte belastningen på GH-leddet i abduert, ekstendert og lateral rotert stilling (Aune, 2003; Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009).

SLAP lesjon

En SLAP ("superior labrum anterior and posterior") lesjon representerer en skade på superiore labrum glenoidale og strekker seg fra anterior til bicepssenen til posterior for bicepssenen (Brukner, Kahn, Kibler, et al., 2009). Det er en kjent problematikk blant kastutøvere (Burkhart, et al., 2000) og kan oppstå som følge av for stort stress på superiore labrum fra bicepssenen og ved translasjon av caput humeri (Tovin & Reiss, 2007). SLAP lesjoner kan deles inn i fire typer. SLAP type 1 er definert som degenerasjon av feste for bicepssenen og superiore labrum som fortsatt er festet til cavitas glenoidale. SLAP type 2 kjennetegnes ved at superiore labrum og festet for bicepssenen har delvis løsnet fra cavitas glenoidale. Videre er det ved type 3 oppstått en bøttehankruptur i superiore labrum som har mistet kontakt med cavitas glenoidale, mens bicepssenen fortsatt har feste. Ved en SLAP 4 vil bicepssenen også ha løsnet og både superiore labrum og det lange hodet av bicepssenen ligger løst inne i GH-leddet (Snyder, Karzel, Del Pizzo, Ferkel, & Friedman, 1990)

GIRD

GIRD ("glenohumeral internal rotation deficit") er en kjent dysfunksjon og representerer endringer i mobiliteten i GH-leddet hos kastutøvere. Dette er tidligere beskrevet under kapittel 2.4.3. En studie av 44 baseballpitchere med SLAP lesjon type 2 avdekket en sammenheng med GIRD ved at alle spillerne hadde en stram posterior kapsel og redusert medial rotasjon (Burkhart, et al., 2000). GIRD er også sett i sammenheng med intern impingement hos baseballpitchere (Myers, et al., 2006).

2.8.1.3 Ytterlige konsekvenser av scapula dyskinesi

Scapula har som beskrevet tidligere en sentral rolle i den kinetiske kjeden ved å videreføre kraften til skulder, arm og hånd fra mer proksimale segmenter. Ved scapula dyskinesi vil denne evnen være svekket og scapula vil være et svakt segment i den kinetiske kjeden. Resultatet av dette er at segmenter distalt for scapula, deriblant GH-leddet, må kompensere for tapet av kraft og selv produsere denne (Fleisig, et al., 1996; Kibler, 1998).

I tillegg vil en redusert evne til retraksjon av scapula føre til endringer i kraftutviklingen for kastutøvere. Scapula vil ikke bidra tilstrekkelig til stabilitet i "cocking" fasen (Fleisig, et al., 1996; Kibler, 1998) og kraften og kvaliteten i kastet kan bli redusert ettersom den maksimale kraftutviklingen i rotatorcuffen er linket til scapula som stabil base i den kinetiske kjede (Kibler, Sciascia, & Dome, 2006).

2.8.2 Redusert nevromuskulær kontroll omkring hofte/kne

Redusert NMK omkring hofte og kne er omtalt som redusert evne til å kontrollere hoften og/eller kneet ved bevegelse. En reduksjon i NMK vil kunne observeres som lateral tilting av hoften, som forøket valgus stilling i kneet eller som medial og lateral bevegelse av kneet (Stensrud, Myklebust, Kristianslund, Bahr, & Krosshaug, 2011). Bakgrunnen for redusert NMK kan relateres til flere komponenter. En reduksjon i proprioepsjon, muskelstyrke, postural kontroll eller endringer i samspillet mellom musklene og aktiveringsmønsteret i underekstremitetene er alle potensielle faktorer som vil kunne ha betydning for evnen til å kontrollere hofte og/eller kne ved bevegelse (Ageberg, 2003).

En dysfunksjon i et proksimalt segment i den kinetiske kjeden vil kunne få konsekvenser for hele kjeden ved økt belastning og muligens skade i mer distale segmenter (Fleisig, et al., 1996; Sciascia, et al., 2012). Eksempelvis vil redusert NMK omkring hofte eller kne hos kastutøvere kunne føre til økt belastning på skulderkomplekset. Hos 28 av 64 (44%) idrettsutøvere som ble artroskopisk diagnostisert med labrumskader i GH-leddet ble det avdekket redusert kontroll omkring hoften (Burkhart, et al., 2000). En dysfunksjon proksimalt i den kinetiske kjeden vil kunne føre til en økning i rotasjonskrefter i GH-leddet på mellom 15% til 40% for å kompensere for tap av kraft proksimalt (Kibler, 1995; Toyoshima, et al., 1974). Resultatet av dette er økt belastning på skulderkompleksets aktive og passive strukturer og vil kunne øke risikoen for skade (Burkhart, et al., 2000).

I en velfungerende kinetisk kjede vil 85% av kraften som skal motvirke akselerasjonskreftene i oppbremsingsfasen av et kast produseres i muskulatur proksimalt for- og i relasjon til scapula (Happee & Van der Helm, 1995). Det betyr at redusert kontroll omkring hofte og kne vil kunne påføre rotatorcuffen økt belastning ved at større krefter må absorberes her og kan dermed ha betydning for skaderisikoen.

Dette illustrer at redusert NMK omkring hofte og kne vil kunne ha betydning for utvikling av et skulderproblem ved at belastningen omkring både scapulothorakalleddet og GH-leddet vil kunne øke. Årsaken til dette er tapet av kraft i proksimale deler av den kinetiske kjede.

2.9 Målemetoder

Ved valg av målemetode er det naturlig å velge en metode som kan bidra med relevant informasjon vedrørende det man ønsker å måle. I tillegg er det viktig å vite noe om testens validitet og reliabilitet (Jamtvedt, Hagen, & Bjørndal, 2003). I dette kapittelet presenteres disse begrepene og relateres til aktuelle tester for NMK omkring scapula, hofte og kne. Avslutningsvis omtales betydningen av skadedefinisjon ved prospektiv registrering av belastningsskader.

2.9.1 Reliabilitet

Reliabilitet, også kalt reproduserbarhet, innebærer en målemetodes evne til å produsere nøyaktige og stabile målinger av den samme variabelen på det samme utvalget under

identiske forhold (Beyer & Magnusson, 2003; Thomas, Nelson, & Silverman, 2011). Videre refererer reliabilitet til i hvor stor grad en målemetode inneholder målefeil (Carter, Lubinsky, & Domholdt, 2011). Det er ikke realistisk med et identisk resultat ved to separate målinger og reliabiliteten representerer den graden av målefeil som tillates for effektiv og praktisk bruk av en målemetode (Atkinson & Nevill, 1998; Beyer & Magnusson, 2003).

Det mest vanlige er at samme utvalg benytter samme målemetode ved to separate anledninger (Rousson, Gasser, & Seifert, 2002). Tidsintervallet mellom disse målingene vil kunne påvirke reliabiliteten og evalueres ved å undersøke test-retest reliabiliteten. Denne formen for reliabilitet illustrerer en målemetodes evne til å måle en variabel konstant over tid. Dersom test-retest reliabilitet undersøkes ved to målinger samme dag betegnes det som intraday reliabilitet. Dersom de ulike målingene går over flere dager gir resultatene informasjon om interday reliabiliteten (Beyer & Magnusson, 2003; Thomas, et al., 2011).

Videre kan personen eller personene som gjennomfører målingene kunne påvirke reliabiliteten. Dersom målemetoden gjennomføres av samme testperson på begge tidspunktene betegnes det som intratester reliabilitet og sier noe om stabiliteten til målemetoden. Ved to eller flere testpersoner er benevnelsen intertester reliabilitet og bidrar til informasjon om objektiviteten til målemetoden (Beyer & Magnusson, 2003; Jamtvedt, et al., 2003; Thomas, et al., 2011).

2.9.2 Målefeil

En målemetodes reliabilitet reflekterer mengden av målefeil som er tilstede ved en måling (Carter, et al., 2011). Alle målinger har en sann skår, en observert skår og en målefeil (Thomas, et al., 2011). I følge den klassiske reliabilitetsteorien er den sanne skåren uavhengig av forholdene og variasjonen i den observerte skåren tilegnes tilfeldige målefeil ("random error") (Portney & Waktins, 2000). I den nyere generaliserbarhetsteorien anses derimot forholdene som relevante ved at den sanne skåren er avhengig av underliggende komponenter som bare eksisterer under visse forhold. Dette betyr at variasjonen i den observerte skåren ikke alene kan tilskrives tilfeldige målefeil, men også kan påvirkes av forholdene som målingene gjennomføres i. Betegnelsen for denne type målefeil er systematiske (Beyer & Magnusson, 2003;

Portney & Waktins, 2000).

Ved systematiske feil tenderer resultatene til å gå i en bestemt retning, positiv eller negativ. Eksempelvis dersom deltakerne blir fortrolig med målemetoden og oppnår en læringseffekt slik at resultatene ved andre gjennomføring er systematisk bedre. I tillegg kan det også forekomme en systematisk reduksjon i testresultatet ved at deltakerne blir sliten etter første gjennomføring og dermed skårer dårligere ved andre gjennomføring. Eksempelvis dersom det har vært for kort pause mellom målingene (Beyer & Magnusson, 2003; Jamtvedt, et al., 2003; Thomas, et al., 2011).

Tilfeldige målefeil viser til usystematisk støy i målingene. De er karakterisert ved å være uforutsigbare og det kan variere om de påvirker resultatet i positiv eller negativ retning fra måling til måling (Batterham & George, 2003). Årsaker til tilfeldige målefeil kan være biologiske forandringer hos deltakeren eller testpersonen, mekaniske variasjoner i instrumentet som benyttes eller et resultat av en dårlig planlagt testprotokoll og inkonsekvent bruk av målemetoden (Beyer & Magnusson, 2003; Jamtvedt, et al., 2003).

For å oppnå tilfredsstillende reliabilitet ved en målemetode er det viktig å ha et bevisst forhold til kilder som kan føre til målefeil. Både den som gjennomfører målingen, instrumentet som benyttes og personen som blir testet er potensielle kilder til målefeil. I tillegg er det viktig å tilstrebe at forholdene ved de ulike målingene er så identisk som mulig (Batterham & George, 2003).

2.9.3 Validitet

Dersom en målemetode ikke produserer stabile målinger under de samme forholdene kan den heller ikke være valid (Batterham & George, 2003). Det betyr at en målemetode aldri vil kunne være valid hvis den ikke er reliabel (Thomas, et al., 2011). Det er derimot viktig å presisere at reliabilitet er forutsetning for validitet og ikke en garanti (Portney & Waktins, 2000). Validitet, også beskrevet som gyldighet, referer til en målemetodes evne til å måle det den har til hensikt å måle (Beyer & Magnusson, 2003; Portney & Waktins, 2000). For å avgjøre dette kan den enkelte målemetode sammenlignes med en målemetode som er ansett å være gullstandard. Jo bedre resultatene stemmer overens, jo bedre validitet (Beyer & Magnusson, 2003; Jamtvedt, et al., 2003; Thomas, et al., 2011). Eksempelvis bør manuelle menisktester sammenlignes

med artroskopi. En målemetode vil derimot kun være valid for målinger som gjøres i den samme situasjonen og under samme forhold som validitetstesten (Thomas, et al., 2011). Eksempelvis vil det ikke være automatikk i at bruken av goniometer er valid for å måle leddutslag i skulderen på bakgrunn av at den er validitetstestet for målinger i kneet.

Det finnes flere former for validitet, men overordnet inndeles det i; intern- og ekstern validitet. Den interne validiteten avspeiler i hvor stor grad resultatene i en studie faktisk skyldes de kontrollerte forholdene, eksempelvis intervensjonen i en randomisert kontrollert studie. Mens den eksterne validiteten referer til i hvor stor grad resultatene fra en studie kan overføres til populasjonen, også omtalt som generaliserbarhet (Beyer & Magnusson, 2003; Thomas, et al., 2011). Videre inndeles validitetsbegrepet i fire underkategorier; logisk-, innholds-, kriterie- og begrepsvaliditet (Thomas, et al., 2011). En målemetode har god logisk validitet dersom det oppfattes som logisk at den måler det den har til hensikt å måle. Eksempelvis er det logisk å anvende goniometer for å måle leddutslag i kneet (Beyer & Magnusson, 2003). Innholdsvaliditet refererer til om spørsmålene som blir stilt er relevante for å definere variabelen som måles. Denne formen for validitet kan ikke vurderes statistisk, men må fastsettes subjektivt av eksperter på området (Portney & Waktins, 2000; Thomas, et al., 2011). Innholdsvaliditet er i tillegg en forutsetning for begrepsvaliditet. Med begrepsvaliditet menes en målemetodes evne til å måle en funksjon eller tilstand og er avhengig av at begrepene som skal måles operasjonaliseres (Portney & Waktins, 2000; Thomas, et al., 2011). Den siste og mest objektive formen for validitet er kriterievaliditet. For å bestemme en målemetodes kriterievaliditet sammenlignes det med en målemetode som tar sikte på å måle det samme og er anerkjent som gullstandard. Dersom det ikke finnes noe å sammenligne med kan ikke kriterievaliditeten fastsettes (Portney & Waktins, 2000; Thomas, et al., 2011).

2.9.4 Måling av redusert nevromuskulær kontroll omkring scapula

For å vurdere en eventuell tilstedeværelse av scapula dyskinesi er observasjon av scapulas bevegelse ved fleksjon og abduksjon i GH-leddet med ekstern belastning en målemetode som benyttes i klinikken. Denne testen er validert opp mot tredimensjonale biomekaniske analyser og funnet å ha tilfredsstillende validitet for å avdekke en eventuell scapula dyskinesi (Tate, McClure, Kareha, Irwin, & Barbe, 2009). Utvalget i

studien er derimot avgrenset og avspeiler ikke den generelle populasjonen ved at de inkluderte personene utøver idrett med aktivitet over skulderhøyde som fellesnevner. Dette gjør at den interne validiteten styrkes, mens den eksterne validiteten og overføringsverdien til andre deler av populasjonen begrenses (Thomas, et al., 2011). I tillegg er det gjennomført en reliabilitetsstudie av testen der intertester reliabiliteten hos fysioterapeuter ble funnet til å være tilfredsstillende for å avdekke scapula dyskinesi hos yngre utøvere som utøver idrett med mye aktivitet over skulderhøyde (P. McClure, Tate, Kareha, Irwin, & Zlupko, 2009). Dette betyr at testen er objektiv for å avdekke scapula dyskinesi, men ettersom intratester reliabiliteten ikke ble undersøkt er testens stabilitet usikker.

2.9.5 Måling av redusert nevromuskulær kontroll omkring hofta og kne

Gullstandarden for å måle NMK i underekstremitetene er tredimensjonale biomekaniske analyser. Eksempelvis for å avdekke valgus bevegelse i kneet ved bevegelse.

Todimensjonal videoanalyse av kneet er funnet til å korrelere tilfredsstillende med gullstandarden (McLean et al., 2005). Videre er målinger som gjøres unilateralt å foretrekke ettersom dette utelukker kontralateral støtte og gjør det lettere å identifisere valgus bevegelse i kneet (Stensrud, et al., 2011). Av praktiske årsaker vil det i klinikken benyttes visuell observasjon for å vurdere den nevromuskulære kontrollen, eksempelvis ved ett bens knebøy. Dette er sammenlignet med todimensjonal videoanalyse av ett bens knebøy og funnet til å være en valid målemetode for å vurdere den nevromuskulære kontrollen hos kvinnelige elitehåndballspillere (Stensrud, et al., 2011). På grunn av utvalget vil denne studien ikke kunne si noe om den eksterne validiteten for testen.

Visuell observasjon av ett bens knebøy har også vist tilfredsstillende validitet sammenlignet med tredimensjonale biomekaniske målinger gjort på samme tid (Ageberg et al., 2010). I den samme studien ble det også avdekket tilfredsstillende intertester reliabilitet mellom de to ulike testpersonene. Intratester reliabiliteten samme dag og mellom ulike dager er også vurdert ved ett bens knebøy og begge ble funnet til å være tilfredsstillende (Munro, Herrington, & Carolan, 2012)

2.9.6 Registrering av belastningsskader prospektivt

En stor andel av nyere studier omhandlende utbredelsen av belastningsskader har benyttet definisjonen som ble utviklet i regi av FMARC i 2006. Definisjonen tar høyde for at en spiller kan oppleve belastningsrelaterte symptomer uten at det er forekommer

fravær fra trening og/eller kamp ved at ethvert fysisk ubehag som oppstår som følge av trening eller kamp regnes som en idrettsskade (Fuller, et al., 2006). Med enkelte unntak (Alonso et al., 2009; Alonso et al., 2010; Engebretsen et al., 2010; Junge et al., 2009; Myklebust, et al., 2011) har de fleste epidemiologiske studier av belastningsskader derimot benyttet fravær fra trening og/eller kamp som et krav for at en belastningsskade skal være gjeldende (Bahr, 2009; Clarsen, et al., 2012). Dette resulterer i en underrapportering av belastningsskader og avspeiler ikke de faktiske forholdene (Bahr, 2009). På bakgrunn av dette er det nylig utviklet en ny metode for registrering av belastningsskader som sammenlignet med tradisjonelle metoder rapporterer mer enn ti ganger så mange tilfeller av belastningsskader (Clarsen, et al., 2012). Spørreskjemaet har ikke blitt testet mot en gullstandard, da dette ikke foreligger. Det er heller ikke reliabilitetstestet. Ved utviklingen av spørreskjemaet er det derimot tatt høyde for logisk-, begreps-, og innholdsvaliditet. I tillegg har spørreskjemaet vist høy intern konsistens (Chronbach's $\alpha = 0,91$) og det er ved faktor analyser ikke funnet grunn til å vekte spørsmålene forskjellig (Clarsen, et al., 2012).

2.10 Oppsummering av teorikapittelet

Håndball er en utbredt idrett i Norge med over 100 000 registrerte spillere (Andersen, 2012). Resultatene fra epidemiologiske studier indikerer at skulderproblemer og skuldert smerte er et utbredt problem blant mannlige- og kvinnelige håndballspillere i ulike aldersgrupper og på ulike konkurransenivå (Gohlke, et al., 1993; Moller, et al., 2012; Myklebust, et al., 2011). Ved registrering av belastningsskader er skadedefinisjonen som benyttes avgjørende for omfanget som rapporteres. Tidligere metoder for registrering av idrettsskader har satt krav om fravær fra trening og/eller kamp for at en skade skal være gjeldende (Clarsen, et al., 2012). Konsekvensen av dette er at spillere som deltar til tross for smerte og/eller nedsatt funksjon ikke blir regnet til å ha en skade slik at utbredelsen av belastningsskader underrapporteres (Bahr, 2009; Clarsen, et al., 2012).

Skulderkomplekset består av fire uavhengige ledd som gjennom et komplekst samarbeid bidrar til størst mulighet for bevegelse sammenlignet med andre ledd i kroppen (Dahl & Rinvik, 2002; Tovin & Reiss, 2007). En normal skulderfunksjon er avhengig av at scapula utgjør en stabil base for GH-leddet, samtidig som det tillates bevegelse av scapula (Kibler & McMullen, 2003; P. W. McClure, et al., 2001). For at

dette skal oppnås er det avgjørende med NMK omkring scapula slik samspillet mellom leddene i skulderbuen og muskelaktiviteten som finner sted er koordinert og kontrollert (Williams, et al., 2001). Ved en reduksjon i NMK kan konsekvensen være scapula dyskinesi som er assosiert med en rekke dysfunksjoner og diagnoser relatert til skulderen. Videre vil NMK omkring kne og hofte kunne være avgjørende for belastningen GH-leddet og scapulothorakalleddet utsettes for ved at en dysfunksjon i et proksimalt segment i den kinetiske kjeden øker belastning i distale segmenter (Fleisig, et al., 1996; Sciascia, et al., 2012).

3. Metode

Denne studien er en del av et større prosjekt ved Senter for Idrettsskadeforskning ved NIH. Målsettingen med prosjektet er todelt. For det første å undersøke utbredelsen og alvorlighetsgraden av skulderproblemer blant mannlige elitehåndballspillere. For det andre å undersøke om isometrisk styrke, ROM, NMK og kastbelastning er risikofaktorer for skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere. Hensikten spesifikt med denne studien er å gjøre rede for utbredelsen og alvorlighetsgraden av skulderproblemer blant mannlige elitehåndballspillere i løpet av en sesong. Videre å undersøke NMK omkring scapula, hofta og kne som potensielle risikofaktorer for skulderproblemer på dominant side hos mannlige elitehåndballspillere.

3.1 Studiedesign og gjennomføring

Studien er en prospektiv kohortstudie av mannlige elitehåndballspillere for å undersøke potensielle risikofaktorer for skulderproblemer. I forkant av 2011-12 sesongen ble alle de inkluderte spillerne testet. Testene var rettet mot potensielle risikofaktorer for skulderproblemer; isometrisk styrke, ROM og NMK. I tillegg ble det gjennomført en spørreundersøkelse for å avdekke deskriptive data og nåværende og tidligere symptomer relatert til skulder. Etter sesongstart ble det gjennomført repeterte målinger ved hjelp av et elektronisk spørreskjema for å monitorere spillernes skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen. Videre ble det gjennomført videofilming av alle lagenes håndballtreninger i løpet av en uke, samt trukket ut en tilfeldig borte- og hjemmekamp for alle lagene der videomaterialet ble tilsendt av Norges Håndballforbund. Ved hjelp av dette videomaterialet ble antall skudd og pasninger i løpet av en treningsuke og en borte- og hjemmekamp registrert. På bakgrunn av dette ble den totale kastbelastningen for sesongen estimert for å kunne undersøkes som en potensiell risikofaktor for skulderproblemer.

3.2 Utvalg

Alle håndballagene som skulle delta i eliteserien for menn i sesongen 2011-12 (n=12) ble invitert til å delta i studien. Inklusjonskriteriet for spillerne i kohorten var at de skulle være en del av førstelaget i sin respektive klubb og delta i kamper (n=247). Dersom spillerne ikke var tilstede for testing ved baseline eller ikke kunne gjennomføre testene på grunn av skade ble de ekskludert fra studien (n = 41). Ved sesongstart

utgjorde 206 spillere kohorten. Karakteristika for de inkluderte spillerne er presentert i tabell 3.1 og 3.2.

Tabell 3.1: Oversikt over spillerkarakteristika presentert med gjennomsnitt og standard avvik (SD) (N=206).

	n	Gjennomsnitt	(SD)
Alder (år)	203	24	(4,5)
Høyde (cm)	202	189	(6,6)
Vekt (kg)	196	89	(10)
År som håndballspiller	204	14	(4,8)
År i eliteserien	205	4	(3,6)
Gjennomsnittlig håndballtrening pr uke (timer)	192	12	(3,0)
Gjennomsnittlig skuldertrening pr uke (timer)	194	3	(2,0)

Tabell 3.2: Oversikt over spillerkarakteristika presentert med prosent (%) (N=206)

		n	(%)
Spillerposisjon	Målvakt	30	(14,6)
	Kantspiller	48	(23,3)
	Bakspiller	86	(41,7)
	Strekspiller	30	(14,6)
	Flerposisjonsspiller	12	(5,8)
Dominant arm	Høyre	161	(78,2)
	Venstre	44	(21,3)
	Missing	1	(0,5)

3.3 Målemetoder og prosedyre for datainnsamlingen

3.3.1 Målemetoder ved inklusjon – de uavhengige variablene

Organisering og gjennomføring

I forkant av 2011-12 sesongen ble det gjennomført testing av de inkluderte spillerne i forbindelse med lagenes fastsatte treningstider. To erfarne fysioterapeuter oppsøkte i løpet av august og september måned lagene ved deres idrettshall i forbindelse med felles håndballtreninger. Testene ble gjennomført fortløpende under treningen for å begrense tap av spillernes treningstid. To til tre spillere ble tatt ut av treningen, leste og signerte samtykkeerklæringen, svarte på spørreskjemaene, gjennomførte testene og returnerte deretter til treningen. Omgivelsene for testingen varierte mellom de ulike lagene, men gode lysforhold ble tilstrebet. Rekkefølgen på gjennomføringen av testene og spørreskjemaet varierte både innad og mellom lagene.

Spørreskjema

Ved inklusjon besvarte spillerne et spørreskjema som opprinnelig er utviklet for bruk på badmintonspillere (Fahlstrom & Soderman, 2007; Fahlstrom, Yeap, Alfredson, & Soderman, 2006), men som senere er oversatt til norsk og tilpasset håndball (Kristoffersen, 2008). Dette spørreskjemaet (vedlegg 4) består av en innledende del vedrørende deskriptive data (alder, høyde, vekt, med mer). Videre består det av tre hoveddeler som inneholder spørsmål om smerte, smertens karakter og hvordan smerten påvirker spillerens idrettslige prestasjon og deltakelse i dagliglivet. Svaralternativene er kategoriserte eller dikotome. Intensiteten på smerten blir registrert på en 0 til 100 millimeter "Visual analog scale" (VAS-skala). Spørreskjemaet er verken validitets- eller reliabilitetstestet.

Subjektiv vurdering av nevro-muskulær kontroll omkring scapula

For å vurdere NMK omkring scapula ble det gjennomført subjektiv vurdering av kontroll av scapula ved fleksjon og abduksjon i GH-leddet (figur 3.1). Prosedyren for denne testen er hentet fra en eksisterende metode for vurdering av kontroll omkring scapula og er funnet valid og reliabel (P. McClure, et al., 2009; Tate, et al., 2009). Se 2.9.4 for utfyllende informasjon.



Figur 3.1: *Subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i glenohumeralleddet med fem kilogram ekstern vekt.*

Spilleren som skulle vurderes ble plassert sentrert tre meter foran fysioterapeuten. Plasseringspunktet var markert med en teip bit på gulvet. Testen ble gjennomført uten klær på overkroppen. Spilleren ble bedt om å flektre fem ganger og deretter abduere fem ganger i skulderleddet bilateralt med en ekstern vekt på fem kilogram (kg). Dersom

fem kg var for tungt ble tre kg benyttet. Varigheten for det konsentriske arbeidet i bevegelsene var omkring tre sekunder og det samme gjaldt den eksentriske fasen. Alle spillerne ble videofilmet under testingen. En erfaren fysioterapeut graderte subjektivt spillernes bevegelse av scapula ved både fleksjon og abduksjon i GH-leddet i forhold til en tredelt skala:

1. Normal NMK
2. Redusert NMK
3. Tydelig redusert NMK

Begge sider ble vurdert individuelt. Endringer som kvalifiserte til reduksjon i NMK omkring scapula var prominens av margo medialis ved dynamisk bevegelse, prominens av angulus inferior og/eller for tidlig elevasjon av scapula ved abduksjon/fleksjon i GH-leddet, samt hurtig nedad rotasjon av scapula ved senkning av humerus. Redusert- og tydelig redusert NMK måtte observeres ved minimum to av de fem gjentakelsene for at resultatet skulle være gjeldende. Spillernes gradering ble bestemt under selve testingen uten å se på video i etterkant.

Subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring hofte og kne

For å vurdere NMK omkring hofte og kne ble det gjennomført en subjektiv vurdering av ett bens knebøy (figur 3.2). Testprosedyren bygger på eksisterende metode for vurdering av knekontroll og er funnet valid og reliabel (Stensrud, et al., 2011). Se 2.9.5 for utfyllende informasjon.



Figur 3.2: Subjektiv vurdering av NMK omkring hofte og kne ved ett bens knebøy.

Spilleren ble plassert sentrert tre meter foran en erfaren fysioterapeut.

Plasseringspunktet var markert med en teip bit på gulvet. Spilleren gjennomførte ett bens knebøy bilateralt, fire gjentakelser på hver side. Fysioterapeuten graderte kvaliteten på hofte- og knekontroll bilateralt ved ett bens knebøy for alle spillerne i forhold til en tredelt skala:

1. Normal NMK
2. Redusert NMK
3. Tydelig redusert NMK

Begge sider ble vurdert individuelt i forhold til både kne- og hoftekontroll ved ett bens knebøy. Lateral tilting av hoften kvalifiserte til reduksjon i NMK omkring hoften, mens reduksjon i NMK omkring kneet ble definert som forøket valgus stilling i kneet og/eller medial og lateral bevegelse av kneet. Redusert- og tydelig redusert NMK måtte observeres ved minimum to av de fire gjentakelsene for at resultatet skulle være gjeldende. Spillernes gradering ble bestemt under selve testingen uten å se på video i etterkant.

3.3.2 Repeterte målinger

Etter sesongstart, 9.9.2011, ble det hver 14 dag utsendt et elektronisk spørreskjema, heretter kalt belastningsskadeskjema (vedlegg 5). I løpet av grunnspillet, som varte inntil 28.3.2012, ble skjemaet automatisk sendt ut totalt 15 ganger ved hjelp av internettbasert programvare (Questback AS, Oslo). Spørreskjemaet definerer tilstedeværelsen av en belastningsskade på bakgrunn av utøverens subjektive smerter, egen opplevelse av idrettslig prestasjon og grad av deltakelse i trening og kamp (Clarsen, et al., 2012). Det er ikke reliabilitetstestet og kriterievaliditeten er ikke fastsatt, da spørreskjemaet ikke kan sammenlignes med tidligere metoder. Logisk,- begreps,- og innholdsvaliditet har vært sentral under utviklingen av spørreskjemaet (Clarsen, et al., 2012).

Spørreskjemaet består av tre deler. I forbindelse med denne studien ble kun den første delen som består av fire spørsmål og omhandler dominant kastarm benyttet:

1. Har du vansker med å spille håndball (vanlig trening/konkurranse) på grunn av problemer med din dominante skulder (skuddarm)?
2. I hvilken grad har du redusert treningsmengden på grunn av problemer med din dominante skulder?
3. I hvilken grad opplever du at problemer med din dominante skulder påvirker prestasjonsevnen i håndball (kamp/trening)?
4. I hvilken grad opplever du smerte i din dominante skulder i forbindelse med håndball deltagelse?

Svaralternativene for disse spørsmålene er kontinuerlige og inndelt i en adjektival skala. Skalaen er unipolar der svaralternativene er gradert fra ingen påvirkning til maksimal påvirkning. Spørsmål 1 og 4 referer til deltakelsesnivå og smertenivå og har fire svaralternativer. Spørsmål 2 og 3 omhandler treningsnivå og prestasjonsnivå og har fem svaralternativer. Spørsmålene graderes fra 0 til 25 poeng der 0 representerer ingen problemer eller ingen smerte og 25 representerer ingen deltakelse eller høyeste nivå av smerte. På bakgrunn av de fire spørsmålene summeres en alvorlighetskår, som kan variere fra 0 til 100. Alvorlighetskåren er et uttrykk for alvorlighetsgraden av et skulderproblem der 0 er ingen skulderproblem og 100 er et maksimalt skulderproblem.

3.3.3 Retrospektiv registrering av akutte skader

Informasjon vedrørende akutte skulderskader som oppstod i løpet av sesongen ble innhentet retrospektivt fra fysioterapeutene i de respektive lagene ved telefonisk kontakt, SMS eller e-post korrespondanse.

3.3.4 Intratester reliabilitet ved vurdering av nevromuskulær kontroll

Subjektiv gradering av NMK omkring scapula, hofter og kne ble gjennomført av samme fysioterapeut på alle spillerne. Testene ble filmet på alle spillerne. Kameraet var plassert i samme høyde som fysioterapeutens synsvinkel. Ved loddtrekning av en utenforstående person ble det valgt ut 30 tilfeldige videoklipp fra de ulike testene. Den samme fysioterapeuten graderte spillerne på disse klippene på nytt ved to anledninger med en ukes mellomrom. Rekkefølgen på videoklippene ved de to graderingene ble bestemt ved

loddrekning av en utenforstående person. Resultatene ble benyttet til å undersøke intratester reliabiliteten til den aktuelle fysioterapeuten.

3.4 Etikk

Prosjektet ansees som et idrettsfaglig prosjekt som er en del av oppfølgingen av elitespillere og kan gjennomføres uten godkjenning av Regional komité for medisinsk forskningsetikk (vedlegg 1). Spillerne mottok i forkant av studien en forespørsel om deltakelse (vedlegg 2) og signerte et skriftlig samtykke før testingen gjennomførtes (vedlegg 3). All data som ble samlet inn i forbindelse med prosjektet ble lagret i henhold til NIHs interne retningslinjer for lagring av data ved forskningsprosjekter. Data ble lagret på en sikker server ved Senter for Idrettsskedeforskning ved NIH. Hver enkelt spiller fikk en unik kode som linket den enkelte til sine respektive data. Personlig informasjon vedrørende spillerne ble lagret i en egen passord beskyttet fil. All data ble anonymisert etter endt datainnsamling i mars 2012.

3.5 Behandling av data og statistiske analyser

Resultatene fra spørreskjemaene og de kliniske testene ble tastet inn i Microsoft Excel og bearbeidet. Besvarelsene fra belastningsskadeskjemaet ble lastet ned fra Questback til Microsoft Excel hvor de ble bearbeidet. Alle analysene ble utført med Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versjon 19 og Microsoft Office Excel 2011.

Det er i forbindelse med prosjektprotokollen for prosjektet denne studien er en del av gjennomført en styrkeberegning som resulterte i følgende; et deltakerantall på 200 gjør det mulig å avdekke risikofaktorer med korrelasjonskoeffisienter på $>0,25$ med et konfidensintervall på 95 %.

Kontinuerlige data ble presentert som gjennomsnittsverdier med standard avvik (SD). Kategoriske data ble presentert som antall og prosentandel (%) av utvalget.

Den kontinuerlige alvorlighetsskåren ble testet for normalfordeling ved Shapiro-Wilk. Resultatene på den kontinuerlige alvorlighetsskåren var ikke normalfordelte ($p < 0,05$) og det ble bestemt at den skulle omgjøres til en dikotom variabel. For å finne en cut-off verdi for hva som skulle representere et betydelig skulderproblem på den kontinuerlige alvorlighetsskåren ble det benyttet "Receiver operator characteristic curve" (ROC)

analyser (Zweig & Campbell, 1993), diskusjon innad i prosjektgruppen og klinisk skjønn. Det ble konstruert sannsynlighets variabler på bakgrunn av de fire testene og cut-off verdier på alvorlighetsskåren fra 15 til 50. Deretter ble det gjennomført ROC analyser for å avdekke ved hvilken cut-off verdi de fire testene sammen hadde best predikeringsevne på alvorlighetsskåren (appendix 1). Resultatene fra ROC analysene er presentert i tabell 3.3 under og fremstilles her i metode kapittelet ettersom de var en del av prosessen for å avgjøre hvilken cut-off verdi som skulle benyttes.

Tabell 3.3: Tabellen illustrerer i hvilken grad de fire testene av nevromuskulær kontroll sammen kan forutsi en individuell gjennomsnittlig skår over eller under ulike cut-off verdier på alvorlighetsskåren for spillere uten smerte under testing og som har respondert ≥ 4 ganger på belastningsskadeskjemaet i løpet av sesongen ($n=163$).

Cut-off verdi	Areal på ROC kurve	(95% CI)	p-verdi
15	0,635	(0,525-0,745)	0,015*
20	0,638	(0,532-0,744)	0,019*
25	0,612	(0,502-0,721)	0,056
30	0,612	(0,502-0,721)	0,072
35	0,657	(0,496-0,818)	0,062
40	0,665	(0,463-0,867)	0,081
45	0,626	(0,352-0,900)	0,294
50	0,639	(0,410-0,867)	0,117

* signifikant

På bakgrunn av ROC analysene, diskusjon innad i prosjektgruppen og klinisk skjønn ble 40 valgt som cut-off verdi for hva som skulle representere betydelige skulderproblemer på alvorlighetsskåren. For å undersøke påvirkningen av cut-off verdien på resultatene ble analyser omhandlende NMK som mulig risikofaktor for skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen gjennomført med flere ulike cut-off verdier (appendix 2 og 3).

Sesongprevalensen ble oppgitt som prosentandelen av det totale antall spillere som ved minimum en av utsendelsene i løpet av sesongen rapporterte en alvorlighetsskår på >0 (skulderproblemer) eller $\Rightarrow 40$ (betydelige skulderproblemer). Prevalenstall for skulderproblemer og betydelige skulderproblemer ble beregnet ved de 15 utsendelsene av belastningsskadeskjemaet og oppgitt som prosentandel av antall respondenter ved den respektive utsendelsen. Gjennomsnittprevalensen av skulderproblemer og betydelige skulderproblemer for hele utvalget i løpet sesongen ble beregnet på bakgrunn

av prevalenstillene ved de 15 utsendelsene og oppgitt som en prosentandel med 95% konfidensintervall.

Den gjennomsnittlige skåren på alvorlighetsskåren for skulderproblemer og betydelige skulderproblemer ble beregnet ved alle de 15 utsendelsene av belastningsskadeskjemaet og oppgitt som en gjennomsnittsverdi for antall respondenter ved den respektive utsendelsen. Gjennomsnittsskåren på alvorlighetsskåren i løpet av sesongen for skulderproblemer og betydelige skulderproblemer ble beregnet på bakgrunn av den gjennomsnittlige skåren på alvorlighetsskåren ved de 15 utsendelsene og oppgitt som en gjennomsnittsverdi med 95% konfidensintervall. Den individuelle gjennomsnittlige alvorlighetsskåren i løpet av sesongen for hver enkelt spiller (avhengig variabel) ble beregnet ved å dele den kumulative alvorlighetsskåren på antall tilbakemeldinger på belastningsskadeskjemaet.

Ved gradering av NMK ble en spiller ekskludert grunnet smerte under testing (n=205). På bakgrunn av hyppighetsfordelingen av antall tilbakemeldinger på belastningsskadeskjemaet ble det satt krav om minimum fire tilbakemeldinger for at spillerne skulle inkluderes i de videre analysene. Dette resulterte i at 42 spillere ble ekskludert og det endelige utvalget i analysene av NMK som risikofaktor for skulderproblemer ble 163 spillere (n=163). Bakgrunnen for dette var at den individuelle gjennomsnittlige alvorlighetsskåren skulle baseres på så mange besvarelser som mulig uten å redusere antall deltakere til under 80%. For å sammenligne data for de ekskluderte spillerne med de inkluderte spillerne ble det benyttet uavhengig t-test ved kontinuerlige variabler som var normalfordelte og Mann-Whitneys test ved kontinuerlige variabler som ikke var normalfordelte (testet ved Shapiro-Wilk.). Ved kategoriske variabler ble det benyttet kji-kvadrat. En α verdi på 0,05 ble ansett som statistisk signifikant.

For å undersøke om NMK omkring scapula, hofta og kne (uavhengige variabler) er risikofaktorer for betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen ble det gjennomført krysstabeller med kji-kvadrat beregninger og logistisk regresjon. De uavhengige variablene i analysene var testene av NMK omkring scapula, hofta og kne ved inklusjon.

De fire uavhengige variablene var alle på ordinal nivå og hadde tre graderingsmuligheter (se pkt 3.3.1)

1. NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet på dominant side
2. NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet på dominant side
3. NMK omkring hoften ved ett bens knebøy på standbeinet
4. NMK omkring kneet ved ett bens knebøy på standbeinet

På bakgrunn av resultatene fra de fire testene av NMK ble det dannet ytterligere fem uavhengige dikotome variabler:

5. Redusert NMK omkring scapula på dominant side ved både fleksjon og abduksjon i GH-leddet
6. Tydelig redusert NMK omkring scapula på dominant side ved både fleksjon og abduksjon i GH-leddet
7. Redusert NMK omkring hofte og kne ved ett bens knebøy på standbeinet
8. Tydelig redusert NMK omkring hofte og kne ved ett bens knebøy på standbeinet
9. Redusert NMK ved de fire testene

Krysstabeller ble gjennomført på alle de ni uavhengige variablene hver for seg (univariat analyse). Ved multivariat logistisk regresjon ble de fire opprinnelige uavhengige variablene inkludert i modellen. Den avhengige variabelen ved både krysstabellene og logistisk regresjon var den individuelle gjennomsnittlige alvorlighetskåren med 40 som cut-off verdi for et betydelig skulderproblem. For at en spiller skulle regnes å ha et betydelig skulderproblem i løpet av sesongen måtte den individuelle gjennomsnittlige alvorlighetskåren overstige 40. Som nevnt tidligere ble både krysstabellene og den logistiske regresjonen gjennomført med ulike cut-off verdier for hva som skulle representere et betydelig skulderproblem på dominant side i løpet av sesongen. Dette for å undersøke betydningen av ulike cut-off verdier på risiko for betydelige skulderproblemer i løpet av sesongen.

Krysstabell med kjiadrat ble benyttet for å beregne oddsratio (OR) verdier med 95% konfidensintervall for tilstedeværelsen av et betydelig skulderproblem på dominant side i løpet av sesongen for de ulike graderingsmulighetene i hver enkelt test. Graderingen normal NMK ble benyttet som referansegruppe i alle testene. For å gjøre

sammenligninger på tvers av de ulike graderingene og mellom testene ble det benyttet logistisk regresjon. Resultatene ble oppgitt som OR verdier med 95% konfidensintervall. En α verdi på 0,05 ble ansett som statistisk signifikant.

Det ble gjennomført ROC analyser for å analysere de fire testenes evne til å forutsi en individuell gjennomsnittlig alvorlighetskår over eller under en cut-off verdi på 40. En verdi på 1,0 representerer perfekt evne til å skille mellom de som skårer over eller under den gitte verdien (40), mens 0,5 representerer ingen evne til å skille en skår over eller under den gitte verdien (Zweig & Campbell, 1993). Disse analysene ble også gjennomført med andre cut-off verdier (appendix 4).

For å vurdere intratester reliabiliteten til fysioterapeuten som graderte spillerne ved de fire testene av NMK ble det benyttet bivariat korrelasjon for ikke-parametrisk data på ordinal nivå (Spearman's ρ). Spearman's ρ (ρ) beskriver det lineære forholdet mellom to variabler eller ved to målinger av samme variabel på ordinal nivå og uttrykkes ved korrelasjonskoeffisienten r_s (Heiman, 2011). Tolkning av resultatene fra intratester reliabiliteten ble gjort i samråd med statistiker, da det ikke ble funnet konkrete veiledninger omkring dette.

4.0 Resultat

I denne delen oppgaven gjøres det rede for utbredelsen og alvorlighetsgraden av skuldersmerter og skulderproblemer. Det gjøres oppmerksom på at kapittel 4.1.1 inneholder resultater for både dominant og ikke-dominant arm, mens de resterende resultater omhandler dominant arm alene. Svarprosenten på det elektroniske spørreskjemaet fremstilles i et eget kapittel før resultater vedrørende nevro-muskulær kontroll som risikofaktor for betydelige skulderproblemer presenteres. Videre er de ulike testenes evne til å forutsi betydelige skulderproblemer fremstilt før det avslutningsvis gjøres rede for intratester reliabiliteten.

4.1 *Utbredelse av skuldersmerter og skulderproblemer*

4.1.1 **Selvrapporterte skuldersmerter ved oppstart av studien**

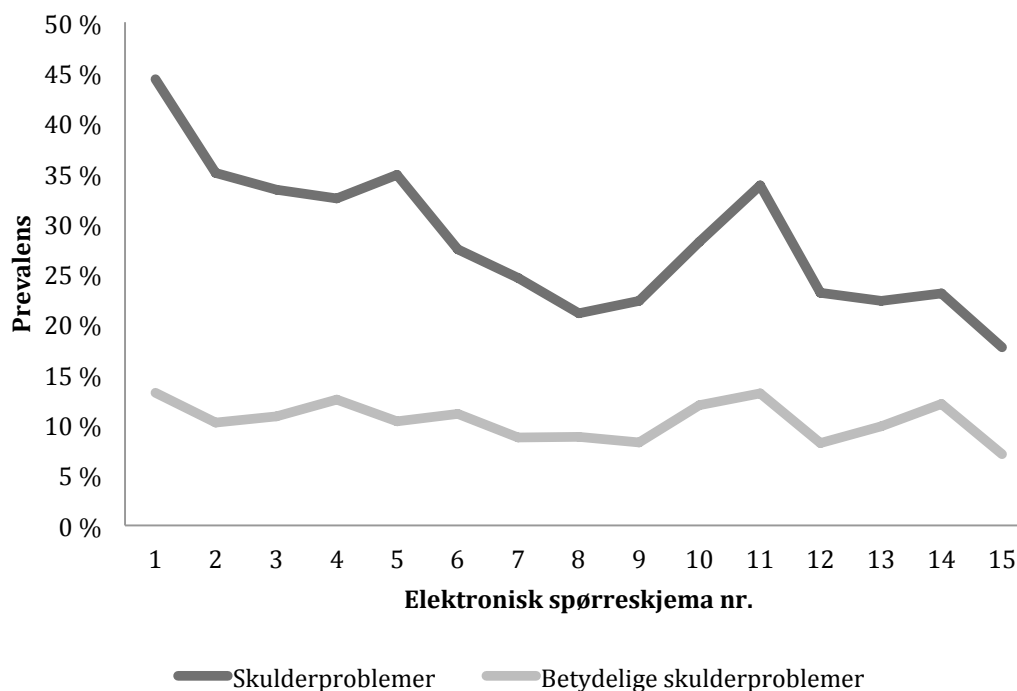
På testdagen rapporterte 154 av 206 inkluderte spillere (75%) at de hadde nåværende skuldersmerte eller tidligere hadde opplevd skuldersmerte, mens 52 (25%) aldri hadde hatt skuldersmerte. Videre rapporterte 141 av 206 spillere (68%) at de ikke hadde skuldersmerte på testdagen, mens 65 spillere (32%) hadde nåværende skuldersmerter. Lokalisasjonen for skuldersmertene hos de 65 spillerne var fordelt på følgende måte; dominant skulder hos 57 spillere (88%), ikke-dominant skulder hos fire spillere (6%) og bilateral skuldersmerte blant fire av spillerne (6%).

4.1.2 **Skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen**

I løpet av sesongen rapporterte 138 av 206 spillere (67%) et skulderproblem der alvorlighetsskåren oversteg 0 ved minimum en av de 15 utsendelsene. Et betydelig skulderproblem ble observert hos 63 av 206 spillere (30%) ved at de rapporterte en skår på 40 eller høyere ved en av utsendelsene.

Variasjonen i prevalensen for skulderproblemer og betydelige skulderproblemer i løpet av sesongen er presentert i figur 4.1. Den høyeste prevalensen (44%) for skulderproblemer ble registrert ved den første utsendelsen av belastningsskadeskjemaet, mens den laveste prevalensen (18%) ble registrert ved den siste utsendelsen. Gjennomsnittsprevalensen i løpet av sesongen for skulderproblemer var 28% (95% CI = 25%-32%). For betydelige skulderproblemer ble den høyeste prevalensen (13%)

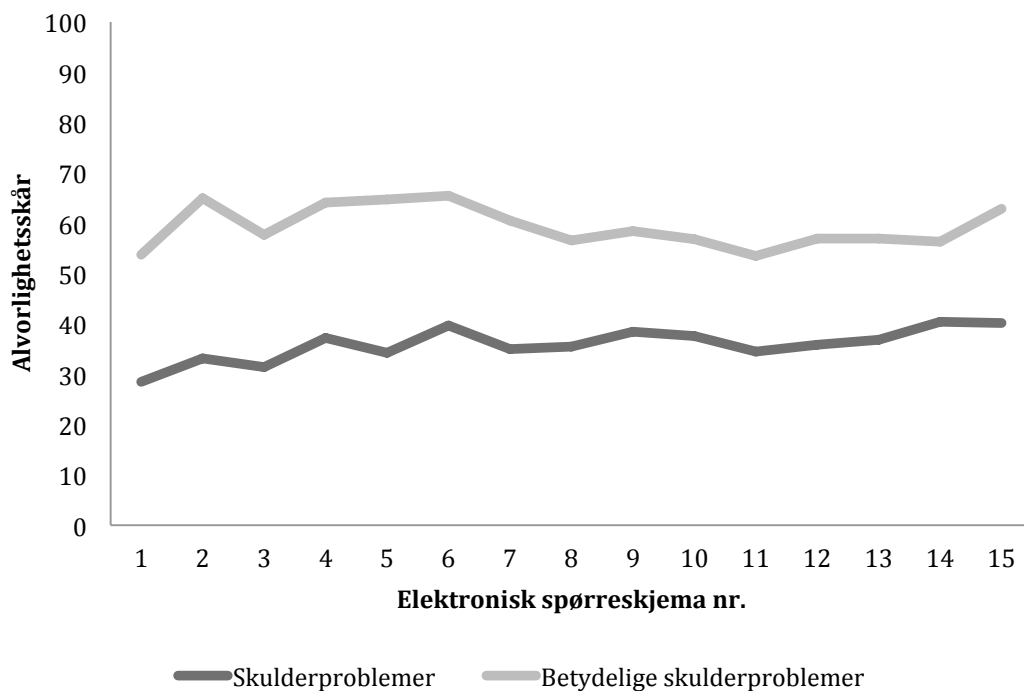
observert ved den ellefte utsendelsen, mens den laveste prevalensen (7%) ble rapportert ved den siste utsendelsen. Gjennomsnittsprevelansen for betydelige skulderproblemer i løpet av sesongen var 10% (95% CI = 9%-11%).



Figur 4.1: Figuren illustrerer variasjonen i prevalensen av skulderproblemer og betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen (N=206).

4.1.3 Alvorlighetsskår i løpet av sesongen

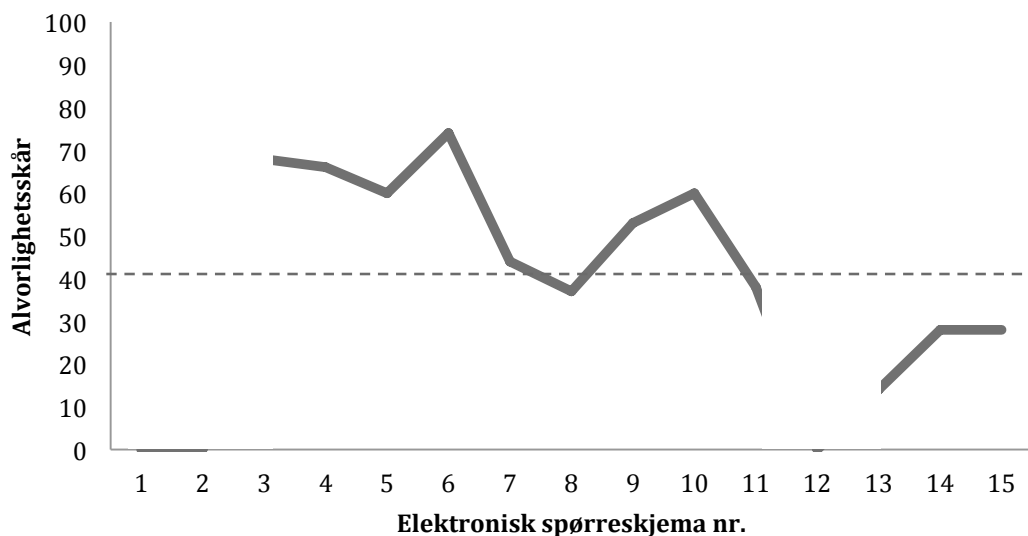
Figur 4.2 viser hvordan den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren for skulderproblemer og betydelige skulderproblemer varierte i løpet av sesongen. Ved skulderproblemer var den høyeste gjennomsnittlige skåren som ble registrert 40 (utsendelse nummer 6, 14 og 15). Den laveste gjennomsnittlige skåren (28) ble registrert ved den første utsendelsen. I løpet av sesongen var den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren for skulderproblemer 36 (95% CI = 34-38). Ved betydelige skulderproblemer var den høyeste gjennomsnittlige skåren på alvorlighetsskåren i løpet av sesongen 65 (utsendelse nummer 2, 5 og 6). Den laveste gjennomsnittlige skåren (53) ble registrert ved den ellefte utsendelsen. Gjennomsnittlige alvorlighetsskåren i løpet av sesongen ved betydelige skulderproblemer var 59 (95% CI = 57-61).



Figur 4.2: Figuren illustrerer variasjonen i den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren i løpet av sesongen for skulderproblemer og betydelige skulderproblemer på dominant side (N=206).

4.1.4 Individuell alvorlighetskår i løpet av sesongen

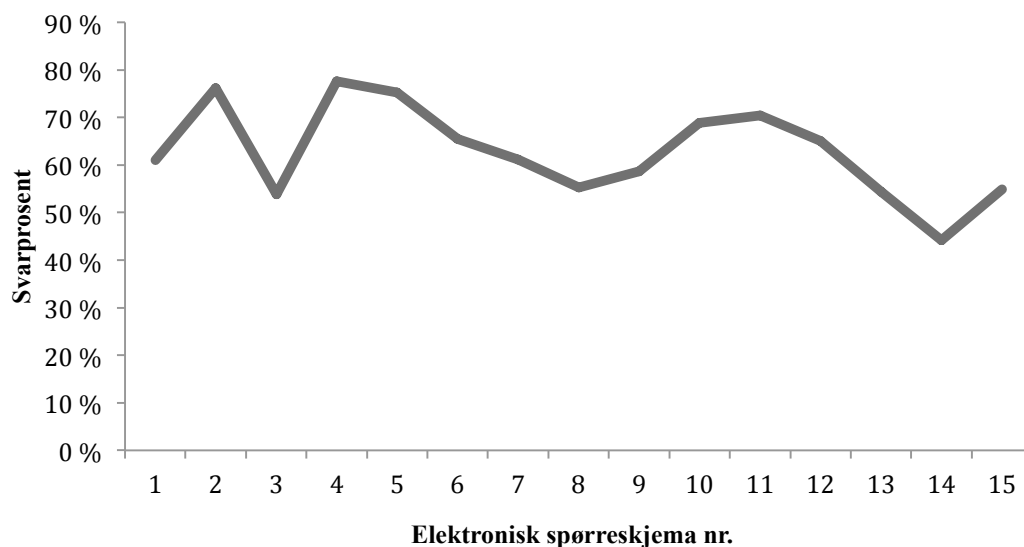
Figur 4.3 illustrerer hvordan den individuelle alvorlighetsskåren varierte i løpet av sesongen for en spiller med et betydelig skulderproblem. Den stiplede linjen representerer cut-off verdien (40) for når et betydelig skulderproblem er gjeldende. Ved syv av de 15 utsendelsene rapporterte denne spilleren et betydelig skulderproblem. De åpne feltene i figuren representerer manglende tilbakemelding på belastningsskadeskjemaet. Denne spilleren responderte ikke på tre av utsendelsene (1, 2 og 12), noe som tilsvarte en svarprosent på 80%. Den individuelle gjennomsnittlige alvorlighetsskåren i løpet av sesongen for denne spilleren var 42,8.



Figur 4.3: Figuren illustrerer variasjonen i alvorlighetsskåren og antall tilbakemeldinger på belastningsskadeskjemaet i løpet av sesongen for en spiller som regnes å ha et betydelig skulderproblem på dominant side ($n=1$).

4.2 Svarprosent på belastningsskadeskjemaet

Den gjennomsnittlige svarprosenten på belastningsskadeskjemaet for alle de inkluderte spillerne ($n=206$) i løpet av sesongen var 63% (SD = 10%). Svarprosenten for hver utsendelse er presentert i figur 4.4. Den laveste svarprosenten (40%) var ved den tredje utsendelsen, mens den høyeste svarprosenten (78%) ble registrert ved fjerde utsendelse.



Figur 4.4: Figuren viser variasjonen i svarprosenten på belastningsskadeskjemaet i løpet av sesongen ($N=206$).

4.3 Nevromuskulær kontroll som risikofaktor for betydelige skulderproblemer

I dette kapittelet presenteres resultater vedrørende NMK som en mulig risikofaktor for betydelige skulderproblemer (cut-off = 40) på dominant side i løpet av sesongen for mannlige elitehåndballspillere. De ulike testenes gradering av NMK vil bli undersøkt som mulige risikofaktorer både innad- og på tvers av testene.

4.3.1 Gradering av nevromuskulær kontroll ved oppstart av studien

Ved subjektiv gradering av NMK ved ett bens knebøy på standbeinet ble det observert flest tilfeller av redusert kontroll omkring kneet, 100 av 205 spillere (49%), mens tydelig redusert kontroll var høyest representert omkring hoften, 16 av 205 spillere (8%). Omkring scapula ble det observert flest tilfeller av redusert og tydelig redusert kontroll når spillerne gjennomførte fleksjon i GH-leddet, respektive 88 av 205 spillere (43%) og 13 av 205 spillere (6,5%). Detaljer vedrørende graderingen av NMK ved inklusjon er fremstilt i tabell 4.

Tabell 4.1: Oversikt over gradering av nevromuskulær kontroll for spillere uten smerte under testing ved oppstart av studien (N=205).

Test	Gradering	n (%)
NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet på dominant side	Normal	103 (50,0)
	Redusert	88 (43,0)
	Tydelig redusert	13 (6,5)
	Missing	1 (0,5)
NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet på dominant side	Normal	154 (75,0)
	Redusert	46 (22,5)
	Tydelig redusert	4 (2,0)
	Missing	1 (0,5)
NMK omkring hoften ved ett bens knebøy på standbeinet	Normal	85 (41,0)
	Redusert	57 (28,0)
	Tydelig redusert	16 (8,0)
	Missing	47 (23,0)
NMK omkring kneet ved ett bens knebøy på standbeinet	Normal	51 (25,0)
	Redusert	100 (49,0)
	Tydelig redusert	7 (3,0)
	Missing	47 (23,0)

NMK = Nevromuskulær kontroll, GH-leddet = Glenohumeralledet

4.3.2 Grunnlag for analyser på spillere uten skuldersmerter

Av de 52 spillerne som aldri hadde opplevd skuldersmerter ved inklusjon var det ni spillere som hadde færre enn fire besvarelser på belastningsskadeskjemaet (n=43). Av de resterende 43 utviklet en spiller et betydelig skulderproblem i løpet av sesongen ved en cut-off på 40. Av de 141 spillerne som ikke hadde gjeldende skuldersmerter ved inklusjon var det 28 som ikke fulgte kravet om minimum fire besvarelser på belastningsskadeskjemaet (n=113). Av disse 113 spillerne var det en spiller som utviklet et betydelig skulderproblem i løpet av sesongen ved en cut-off på 40. Videre analyser er gjennomført på spillere uavhengig om de hadde skuldersmerter ved inklusjon eller tidligere hadde opplevd skuldersmerter. Risiko for betydelige skulderproblemer vil videre benyttes til fordel for risiko for utvikling av betydelige skulderproblemer da spillere med tidligere- eller nåværende skuldersmerte ved oppstart av studien er inkludert i analysene.

4.3.3 Reduksjon i datamaterialet

Det ble ekskludert 42 spillere grunnet færre enn fire tilbakemeldinger av 15 mulige på belastningsskadeskjemaet (n=164). Videre ble en spiller ekskludert grunnet skuldersmerte ved testing av NMK omkring scapula (n=163). De 163 spillerne vil utgjøre utvalget i de kommende analysene. De ekskluderte spillerne (n=43) var ikke signifikant forskjellig fra de inkluderte (n=163) (tabell 4.2).

Tabell 4.2: Sammenligning av ekskluderte- (n=43) og inkluderte spillere (n=163) i analysene av nevro-muskulær kontroll som risikofaktor for betydelige skulderproblemer

	(sig)
Alder (år)	(0,992)
Høyde (cm)	(0,715)
Vekt (kg)	(0,662)
År som håndballspiller	(0,069)
År i eliteserien	(0,053)
Gjennomsnittlig håndballtrening pr uke (timer)	(0,821)
Gjennomsnittlig skulder trening pr uke (timer)	(0,885)
Gjennomsnittlig individuell alvorlighetsskår	(0,418)
Spillerposisjon	(1,000)
Dominant arm	(0,396)
NMK ved inklusjon	(1,000)
Tidligere eller nåværende smerte ved inklusjon	(0,804)
Gjeldende smerte ved inklusjon	(0,769)
Lokalisasjon av gjeldende smerte ved inklusjon	(1,000)

4.3.4 Risiko for betydelige skulderproblemer innad i testene

Ved studiens oppstart ble 10 av de 163 spillerne (6,13%) gradert til tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet. Av disse ti spillerne opplevde tre (30%) et betydelig skulderproblem i løpet av sesongen ved en cut-off verdi på 40 (OR=11,57, 95% CI=1,96-68,40, $p<0,05$). Detaljer vedrørende risiko for betydelige skulderproblem i løpet av sesongen for de ulike graderingene innad i de fire testene er presentert i tabell 4.3.

Tabell 4.3: Risiko for betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen for de ulike graderingene innad i de fire testene ($n=163$).

Test	Gradering	OR (95% CI)	sig
NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet på dominant side	Normal	1,00 (ref.)	-
	Redusert	2,14 (0,49 – 9,31)	0,468
	Tydelig redusert	11,57 (1,96 – 68,40)	0,015*
NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet på dominant side	Normal	1,00 (ref.)	-
	Redusert	2,67 (0,71 – 10,10)	0,222
	Tydelig redusert	20,00 (1,11 – 360,10)	0,107
NMK omkring hoften ved ett bens knebøy på standbeinet	Normal	1,00 (ref.)	-
	Redusert	0,73 (0,18 – 3,05)	0,741
	Tydelig redusert	0,88 (0,10 – 7,83)	1,000
NMK omkring kneet ved ett bens knebøy på standbeinet	Normal	1,00 (ref.)	-
	Redusert	0,48 (0,13 – 1,76)	0,307
	Tydelig redusert	0,87 (0,78 – 0,96)	1,000

NMK = Nevromuskulær kontroll, GH-leddet = Glenohumeralledet, * signifikant ($p>0,05$)

De samme analysene ble gjennomført med ulike cut-off verdier og for de fem uavhengige variablene som ble dannet på bakgrunn av graderingen av NMK ved inklusjon. Tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet var en signifikant risikofaktor for betydelige skulderproblemer også ved 15, 20, 25, 30 og 35 som cut-off verdi, men risikoen var lavere enn ved 40 som cut-off. Ved en cut-off verdi på 15 ble det observert at også spillere gradert til redusert NMK omkring scapula ved abduksjon hadde økt risiko for betydelige skulderproblemer (OR=2,44, 95% CI=1,06-5,64). Ingen av de fem uavhengige variablene som ble dannet viste signifikant risiko for betydelige skulderproblemer ved 40 som cut-off verdi ($p>0,05$). Ved 15 som cut-off verdi var kombinasjonen av redusert NMK ved både fleksjon og abduksjon i GH-leddet en signifikant risikofaktor (OR=2,83, 95% CI=1,24-6,46, $p=<0,05$). Se appendix 2 for utfyllende informasjon.

4.3.5 Risiko for betydelige skulderproblemer på tvers av testene

Det ble ikke avdekket noen signifikant risiko for betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen for mannlige elitehåndballspillere med en cut-off verdi på 40. Størst risiko ble observert hos spillerne som ble gradert til tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet (tabell 4.4)

Tabell 4.4: Risiko for betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen for de ulike graderingene og på tvers av de fire testene (n=163)

Test	Gradering	OR	(95% CI)	sig
NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet	Normal	1,00	(ref.)	-
	Redusert	2,05	(0,38 – 11,11)	0,405
	Tydelig redusert	11,10	(0,84 – 147,34)	0,068
NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet	Normal	1,00	(ref.)	-
	Redusert	1,09	(0,16 – 7,57)	0,930
	Tydelig redusert	2,77	(0,05 – 159,81)	0,623
NMK omkring hoften ved ett bens knebøy	Normal	1,00	(ref.)	-
	Redusert	0,87	(0,13 – 5,93)	0,889
	Tydelig redusert	2,43	(0,16 – 36,11)	0,520
NMK omkring kneet ved ett bens knebøy	Normal	1,00	(ref.)	-
	Redusert	0,33	(0,06 – 1,83)	0,206
	Tydelig redusert	0,00	(0,00 – 0,00)	0,999

NMK = Nevromuskulær kontroll, GH-leddet = Glenohumeralleddet

De samme analysene ble gjennomført med ulike cut-off verdier. Tydelig redusert NMK omkring scapula ved glenohumeral fleksjon var også en signifikant risikofaktor for betydelige skulderproblemer ved 15, 20, 25, 30 og 35 som cut-off verdi. Størst risiko ble registrert ved en cut-off verdi på 20 (OR=16,62, 95% CI =2,52-109,46, $p<0,05$), mens den minste signifikante risikoen ble observert ved en cut-off verdi på 25 (OR=6,79, 95% CI=1,03-44,50, $p<0,05$). Se appendix 3 for utfyllende informasjon.

4.4 Evne til å forutsi betydelige skulderproblemer

Ved en cut-off verdi på 40 for betydelige skulderproblemer er subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet den testen som har best evne til å forutsi en skår over eller cut-off verdien ($p>0,05$) (tabell 4.5).

Tabell 4.5: Tabellen illustrerer de ulike testenes evne til å forutsi en individuell gjennomsnittlig alvorlighetskår over eller under cut-off verdien 40 (n=163).

Test	Areal under ROC	(95%CI)	(sig)
NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet på dominant side	0,678	(0,501-0,855)	(0,049)*
NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet på dominant side	0,632	(0,444-0,821)	(0,143)
NMK omkring hoften ved ett bens knebøy på standbeinet	0,530	(0,344-0,716)	(0,751)
NMK omkring kneet ved ett bens knebøy på standbeinet	0,606	(0,427-0,786)	(0,261)

ROC = Receiver operator characteristic curve, NMK = Nevromuskulær kontroll, GH-leddet = Glenohumeralleddet, *signifikant (p<0,05)

De samme analysene ble gjennomført ved andre cut-off verdier. Subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet hadde signifikant og best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer også ved 15 (ROC areal=0,627, 95% CI=0,520-0,735, p<0,05) og 20 (ROC areal=0,634, 95% CI=0,519-0,749, p<0,05) som cut-off verdier. Se appendix 4 for utfyllende informasjon.

4.5 Intratester reliabilitet

Korrelasjonskoeffisienten varierte fra 0,473 til 0,809 ved gradering av NMK. Den høyeste korrelasjonskoeffisienten ble observert ved gradering av NMK omkring kneet ved ett bens knebøy på høyre side. Lavest korrelasjon ble rapportert ved gradering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet på venstre side. Detaljer vedrørende intratester reliabiliteten ved de fire testene av NMK er presentert i tabell 4.6.

Tabell 4.6: Intratester reliabiliteten ved gradering av nevromuskulær kontroll ved videoobservasjon av 30 utvalgte spillere (n=30).

Test	Venstre (r _s)	Høyre (r _s)
NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet	0,697	0,773
NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet	0,473	0,757
NMK omkring hoften ved ett bens knebøy	0,696	0,854
NMK omkring kneet ved ett bens knebøy	0,623	0,781

r_s = korrelasjonskoeffisienten ved Spearman's rho, NMK = Nevromuskulær kontroll, GH-leddet = Glenohumeraledet

4.6 Retrospektiv registrering av akutte skader

Ingen analyser er gjennomført på grunn av manglende data omhandlende akutte skader fra lagenes fysioterapeuter.

4.7 Oppsummering av resultatene

Ved oppstart av studien rapporterte 75% av spillerne at de hadde nåværende eller tidligere hadde opplevd skuldersmerte. Nåværende skuldersmerte var gjeldende for 32% av spillerne. Sesongprevalensen for skulderproblemer var 67%, mens den for betydelige skulderproblemer var 30%. Gjennomsnittsprevalensen for skulderproblemer var 28% (95% CI=25%-32%), mens den for betydelige skulderproblemer var 10% (95% CI=9%-11%). Tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet var forbundet med størst risiko for betydelige skulderproblemer i løpet av sesongen. Subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet var den testen som hadde best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer i løpet av sesongen. Korrelasjonskoeffisienten ved intratester reliabiliteten varierte fra 0,473 til 0,809.

5.0 Diskusjon

I dette kapittelet oppsummeres først hovedfunnene. Deretter diskuteres resultatene og sammenlignes med andre studier der det er mulig. Videre diskuteres styrker og svakheter med metoden. Avslutningsvis diskuteres overføringsverdien, årsakssammenhengen og betydningen av resultatene.

5.1 Resultater

Hovedfunn

Sesongprevalensen for skulderproblemer var 67%, mens den for betydelige skulderproblemer var 30%. Gjennomsnittsprevalensen for skulderproblemer ble observert til 28%, mens den for betydelige skulderproblemer ble rapportert til 10%. Resultatene indikerer at tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet gir størst risiko for betydelige skulderproblemer. Resultatene antyder videre at subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet er den testen som har best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer.

5.1.1 Utbredelse av skuldersmerter og skulderproblemer

Selvrapporterte skuldersmerter ved oppstart av studien

Resultatene fra spørreskjemaet ved oppstart av studien viste en prevalens på 32% for nåværende skuldersmerte og en prevalens på 75% for nåværende eller tidligere opplevd skuldersmerte. Prevalensen av skuldersmerte har også vært undersøkt hos norske kvinnelige elitehåndballspillere med det samme spørreskjemaet. Her rapporterte 36% av spillerne skuldersmerte på selve testdagen, mens 58% oppga nåværende eller tidligere opplevd skuldersmerte (Myklebust, et al., 2011). Utvalget bestod av 179 kvinnelige elitehåndballspillere og er sammenlignbart med resultatene fra denne studien, der antall mannlige elitehåndballspillere var 206. Vi ser at prevalensen for nåværende skuldersmerte er tilnærmet lik i begge studiene, mens flere mannlige elitehåndballspillere oppgir at de på et eller annet tidspunkt har opplevd skuldersmerte. Dette indikerer at skuldersmerter til enhver tid er et aktuelt problem både for mannlige og kvinnelige elitehåndballspillere, samt at et større antall mannlige elitehåndballspillere opplever skuldersmerter.

Gohlke et al (1993) har også undersøkt prevalensen av skuldersmerter hos mannlige elitehåndballspillere. Her rapporterte 40% av spillerne at de i løpet av de siste seks månedene var forhindret i å delta normalt på trening og/eller kamp grunnet skuldersmerter. Utvalget i studien av Gohlke et al (1993) bestod kun av 24 mannlige elitehåndballspillere mot 206 i denne studien. I tillegg er det forskjell i skadedefinisjonene ved at Gohlke et al (1993) krevde at skuldersmertene måtte føre til fravær fra trening og/eller kamp for at de skulle registreres. Gohlke et al (1993) innhentet videre informasjonen om skuldersmertene retrospektivt, noe som øker faren for "recall bias" ved at spillerne glemmer å rapportere skuldersmerte som har ført til mindre grad av fravær (Bahr, 2009). Både forskjeller i utvalgets størrelse, skadedefinisjonen og faren for "recall bias" er mulige årsaker til at prevalensen var lavere hos Gohlke et al (1993) sammenlignet med denne studien og Myklebust et al (2011).

Skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen

Gjennomsnittsprevalensen for skulderproblemer i løpet av sesongen var 28%, mens den for betydelige skulderproblemer var 10%. Dette indikerer at både skulderproblemer og betydelige skulderproblemer til enhver tid er et aktuelt problem for mannlige elitehåndballspillere. Denne studien benytter seg av en nylig utviklet metode for å registrere belastningsskader prospektivt (Clarsen, et al., 2012) og er den første studien som rapporterer prevalenstall for både skulderproblemer og betydelige skulderproblemer i løpet av en sesong for håndballspillere på elitenivå. Dette gjør det vanskelig å sammenligne resultatene med andre studier.

Det er tidligere antatt at prevalensen av skuldersmerter hos håndballspillere vil være høyere i løpet av en sesongen sammenlignet med før sesongstart (Myklebust, et al., 2011). Bakgrunnen for dette var en hypotese om at skulderen utsettes for mer stress i sesongen sammenlignet med oppkjøringsperioden, som for det meste inneholder kondisjon- og styrketrening (Myklebust et al, 2011). Resultatene i denne studien er derimot i strid med dette ved at den høyeste prevalensen av skulderproblemer (44%) ble observert ved første måling og ikke senere i sesongen. Den høye prevalensen (44%) av skulderproblemer ved oppstart av studien kan være påvirket av mye og hard trening i oppkjøringsperioden. En annen mulighet er at prevalensen blir høy som følge av

forventningsbias ved at spillerne forventer at de skal ha et problem ettersom de er en del av et forskningsprosjekt (Thomas, et al., 2011).

Myklebust et al (2011) refererte til skuldersmerte, mens denne studien har undersøkt skulderproblemer. Vi anser det derimot ikke som problematisk å sammenligne disse resultatene, da spillere som innehar et skulderproblem trolig også vil ha skuldersmerter. Etter sesongstart varierte prevalensen for skulderproblemer og tenderte til å falle mot den laveste prevalensen (18%), som ble rapportert ved den siste utsendelsen av belastningsskadeskjemaet. Disse resultatene antyder at belastningen som påføres skulderen i løpet av sesongen ikke er så betydningsfull for prevalensen av skulderproblemer som tidligere antatt. For betydelige skulderproblemer var forløpet noe annerledes ettersom variasjonen i prevalensen var mindre. Den høyeste prevalensverdien (13%) ble målt ved første, fjerde og ellefte utsendelsen av belastningsskadeskjemaet. Mens den laveste prevalensen (7%) ble observert ved den siste utsendelsen. Det ser ikke ut til at prevalensen av de betydelige skulderproblemene påvirkes i verken positiv eller negativ retning som følge av belastningen i løpet av sesongen.

I en studie av Moller et al (2012) ble både akutte- og belastningsskader i håndball registrert i løpet av 31 uker ved hjelp av SMS. Utvalget bestod av elitehåndballspillere, men skiller seg fra utvalget i denne studien ved at de har inkludert både kvinner og menn fra den øverste divisjonen i u-16, u-18 og senior avdelingen. Moller et al (2012) rapporterte utbredelsen av belastningsskader som insidens per 1000 deltakelsestime, noe som gjør det vanskelig å sammenligne resultatene direkte med denne studien. Resultatene til Moller et al (2012) viste derimot at insidensen av belastningsskader hos senior spillerne på elitenivå var høyest representert i overarm/skulderregionen (0,4 per 1000 deltakelsestime). Dette støtter resultatene i denne studien som også fremhever skulderproblemer som et vesentlig problem for mannlige elitehåndballspillere.

Det er flere faktorer som kan ha påvirket prevalensen og alvorlighetsskåren for både skulderproblemer og betydelige skulderproblemer i denne studien. Skulderproblemer kan blant annet bety problemer av mindre karakter med kortere varighet. Eksempelvis muskelverk som kan oppstå i etterkant av en hard treningsøkt. Dette betyr at

prevalensen og alvorlighetsskåren for skulderproblemer vil kunne variere avhengig av hvilke type trening spillerne har gjennomført og av variasjoner i treningsmengden.

For å illustrere alvorlighetsgraden av skulderproblemene i løpet av sesongen har vi benyttet alvorlighetsskåren som ble kalkulert på bakgrunn av belastningsskadeskjemaet. Alvorlighetsskåren gjør det mulig å skille mellom skulderproblemer og betydelige skulderproblemer, samt kan benyttes til å følge utviklingen av skulderproblemer hos en enkelt spiller. Dette er unikt ved metoden i denne studien og resultater relatert til alvorlighetsskåren kan derfor ikke sammenlignes med andre studier der alvorlighetsgraden har vært illustrert ved fravær fra trening og/eller kamp (Gohlke, et al., 1993; Moller, et al., 2012). For skulderproblemer var den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren i løpet av sesongen 36, mens den for betydelige skulderproblemer var 59. Den høyeste gjennomsnittlige alvorlighetsskåren for betydelige skulderproblemer (65) ble observert i første halvdel av sesongen ved andre, femte og sjettede utsendelse av belastningsskadeskjemaet. Det ble deretter registrert lavere verdier på den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren med 53 som minimum ved den ellefte målingen. Ved siste utsendelse av belastningsskadeskjemaet økte den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren til 63. Dette tyder på at spillerne som i løpet av sesongen opplevde betydelige skulderproblemer hadde størst problemer i første halvdel av sesongen og ved avslutning av sesongen. En potensiell årsak til dette kan være variasjon i treningsmengde, treningstype og kampbelastning ved at perioden med de laveste verdiene tilsvarer skiftet mellom første og andre halvdel av sesongen som finner sted fra slutten av desember til starten av februar. I denne perioden blir det ofte fokusert på alternativ trening, grunntrening og rehabilitering av skader for å forberede spillerne på andre halvdel av sesongen og kan ha innvirkning på alvorlighetsgraden av de betydelige skulderproblemene. Videre vil det være lagt inn et ulik antall fridager der spillerne har egentrening og kan prioritere alternativ trening, rehabilitering eller grunntrening. Dette er derimot ikke gjeldende for spillere som er i landslagstroppen. For dem vil denne perioden bli benyttet til treningsamlinger, forberedelse til mesterskap og eventuelt deltakelse ved mesterskap dersom de er kvalifisert. Eksempelvis ble Håndball-EM for herrer arrangert fra 15 til 29 januar i Serbia. Dette betyr at periodene mellom første og andre halvdel av sesongen vil være preget av mer håndballaktivitet for landslagsspillerne og de vil ikke ha samme mulighet til å gjennomføre alternativ trening, rehabilitering eller grunntrening i denne perioden. Det er viktig å presisere det i

denne studien ikke har gjort målinger av eksponering og treningstype for å kunne undersøke betydningen av disse forskjellene ved statistiske analyser.

For skulderproblemer var det et noe mer jevnt forløp der den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren tenderte til å gradvis øke i løpet av sesongen. Den laveste verdien for skulderproblemer (28) ble observert ved den første målingen, mens den høyeste (40) ble rapportert ved sjette, fjortende og femtende måling. Dette indikerer at alvorlighetsgraden av skulderproblemer øker i løpet av sesongen. Eksempelvis kan det forventes at en spiller med et skulderproblem av mindre karakter i starten av sesongen vil utvikle et skulderproblem av alvorligere karakter i løpet av sesongen. Dette antyder at belastningen skulderen utsettes for i løpet av sesongen har betydning for dem som allerede har et skulderproblem ved at det forverres. I noen tilfeller vil skulderproblemet utvikle seg til å være betydelig ved at alvorlighetsskåren overstiger 40. Dette er illustrert i figur 4.3 ved at spilleren ved fem av målingene tilhører gruppen skulderproblemer, mens han ved syv av målingene kvalifiserer til et betydelig skulderproblem. Dette fremhever også alvorlighetsskårens bruksområde som et klinisk verktøy for å følge en enkelt spillers skulderproblemer over tid, samt at den kan benyttes om et evalueringsverktøy i et behandlingsforløp.

5.1.2 Nevromuskulær kontroll som risikofaktor for betydelige skulderproblemer

Gradering av nevromuskulær kontroll ved oppstart av studien

Ved gradering av NMK omkring scapula ble det i denne studien avdekket flere tilfeller av redusert- og tydelig redusert kontroll ved fleksjon i GH-leddet sammenlignet med abduksjon. Ved fleksjon ble 43% gradert til redusert NMK omkring scapula, mot 22,5% ved abduksjon. Videre ble 6,5% gradert til tydelig redusert NMK ved fleksjon, mot 2% ved abduksjon. Dette indikerer at tilfeller av redusert- og tydelig redusert NMK omkring scapula forekommer hyppigere eller er tydeligere ved fleksjon i GH-leddet. Ettersom abduksjonsbevegelsen konsekvent ble gjennomført i etterkant av fleksjonsbevegelsen under testingen vil ikke uttretting av muskulatur kunne forklare forskjellene i graderingen. Lignende resultater er rapportert ved at flere tilfeller av scapula dyskinesi ble observert ved fleksjon i GH-leddet sammenlignet med abduksjon i scapulas plan hos symptomatiske pasienter (Uhl, Kibler, Gecewich, & Tripp, 2009). Dette indikerer at klinikere bør prioritere test av NMK omkring scapula ved fleksjon

GH-leddet. Det er derimot viktig å presisere at Uhl et al (2009) hadde inkludert symptomatiske pasienter og dette må tas i betraktning når resultatene sammenlignes med denne studien. Abduksjonsbevegelsen kan derimot ikke utelukkes ved vurdering av NMK omkring scapula da det ikke ble gjennomført analyser for å avdekke om de to bevegelsene avdekket de samme tilfellene. Dette taler for at den nevromuskulære kontrollen omkring scapula også bør vurderes ved abduksjon i GH-leddet, noe som er i tråd med Tate et al (2009).

Risiko for betydelige skulderproblemer

Resultatene viste at spillere gradert til tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet hadde størst risiko for betydelige skulderproblemer. Dette antyder at det bør iverksettes tiltak rettet mot disse spillerne for å redusere prevalensen av betydelige skulderproblemer. Resultatene kan ikke sammenlignes direkte med andre risikofaktorstudier da dette ikke foreligger.

Resultatene viste ingen sammenheng mellom redusert- eller tydelig redusert NMK omkring hofte og/eller kne og betydelige skulderproblemer på dominant side. Vi kan derimot ikke utelukke disse som potensielle risikofaktorer da årsaken til at vi ikke fant noen sammenheng kan være svakheter med målemetodene. NMK omkring truncus og korsrygg/bekken kunne vært implementert som potensielle risikofaktorer da de er betydningsfulle for kraftoverføringen i den kinetiske kjede (Kibler, 1995; Kibler, Press, & Sciascia, 2006; Oliver, 2013) og dermed kan ha sammenheng med skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere. Eksempelvis konkluderte Oliver (2013) nylig med en positiv sammenheng mellom rotasjons- og fleksjonskrefter som forekommer i truncus ved en kastbevegelse og hastigheten på medial rotasjonen i GH-leddet. Bakgrunnen for at NMK omkring korsrygg/bekken ikke ble inkludert i studien er mangel på standardiserte målemetoder. Fremtidige studier bør utvikle slike målemetoder slik at kommende risikofaktorstudier for skulderproblemer kan inkludere nevromuskulær omkring truncus og korsrygg/bekken som potensielle risikofaktorer.

Betydningen av cut-off verdien for betydelige skulderproblemer

En faktor som vil påvirke resultatene i denne studien er cut-off verdien på alvorlighetsskåren for hva som skal representere betydelige skulderproblemer. Dersom cut-off verdien senkes vil flere spillere kvalifisere til et betydelig skulderproblem. Motsatt vil færre ha et betydelig skulderproblem ved høyere cut-off verdier. Vi

gjennomførte derfor alle de statistiske analysene ved både lavere og høyere cut-off verdier for å avdekke hvordan disse påvirket resultatene. Ved de bivariate analysene hadde spillere gradert til tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet signifikant økt risiko for betydelige skulderproblemer også ved cut-off verdier lavere enn 40 (appendix 2). I tillegg ble det avdekket at spillere med redusert NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet hadde en signifikant risiko for betydelige skulderproblemer ved 15 som cut-off verdi. Ved de multivariate analysene ble det avdekket at tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet var en signifikant risikofaktor for betydelige skulderproblemer ved cut-off verdi på 35 eller lavere (appendix 3).

Disse resultatene antyder at tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet er den fremtredende risikofaktoren for betydelige skulderproblemer uavhengig av hvilken cut-off verdi som benyttes. Det er verdt å merke seg at en lavere cut-off verdi innebærer skulderproblemer av mindre karakter. Dette betyr at subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon også kan benyttes til å avdekke spillere med økt risiko for skulderproblemer av mindre karakter i løpet av en sesong.

Sammenligning med andre studier

Resultatene vedrørende NMK som risikofaktor for betydelige skulderproblemer er vanskelig å sammenligne med andre studier. Årsaken til dette er at vi har benyttet en ny metode for å registrere belastningsskader (Clarsen, et al., 2012). Det er derimot gjennomført en kohortstudie som konkluderer med at asymptomatisk scapula dyskinesi i forkant av sesongen er en risikofaktor for utvikling av skulderproblemer hos mannlige eliterugbyspillere (Kawasaki, et al., 2012). Skadedefinisjonen og registrering av skader skiller seg fra metoden i denne studien ved at de etter endt sesong ved hjelp av et spørreskjema registrerte nye skulderproblemer som hadde vart mer enn to uker i løpet av sesongen. En styrke med studien er at de kun inkluderte spillere som ikke hadde skulderproblemer ved oppstart av studien og kunne dermed omtale et kausalt forhold mellom scapula dyskinesi og nye skulderproblemer. Det er derimot vanskelig å sammenligne resultatene med denne studien da 56% av skulderproblemene som ble registrert i løpet av sesongen oppstod i etterkant av en spesifikk episode, eksempelvis en takling. Skader med en slik identifiserbar episode regnes som akutte skader (Bahr, 2009; Fuller, et al., 2006). Det høye antallet kan forklares med at rugby er en

kontaktidrett med mange harde taklinger. Scapula dyskinesi som risikofaktor for skulderproblemer gjelder hos Kawasaki et al (2012) primært akutte skader og resultatene er dermed ikke sammenlignbare med denne studien.

Tate et al (2009) konkluderte på bakgrunn av en tverrsnitts måling med at det ikke var noen sammenheng mellom scapula dyskinesi og skuldersmerter hos utøvere i idretter med aktivitet over skulderhøyde (vannpolo, svømming, baseball, softball volleyball, tennis). Tate et al (2009) påpeker selv at en av årsakene til at de ikke fant noen sammenheng mellom scapula dyskinesi og skuldersmerter kan skyldes at skuldersmerter av betydelig karakter var lite representert i utvalget deres. Resultatene kan dermed være annerledes dersom utøvere med høyere grad av skuldersmerter inkluderes. Videre gjør forskjeller mellom utvalgene det vanskelig å sammenligne resultatene med denne studiens resultater. Eksempelvis inkluderte Tate et al (2009) både mannlige og kvinnelige utøvere i andre idretter med aktivitet over skulderhøyde og som konkurrerte på et lavere nivå.

Studier som har undersøkt risikofaktorer for skulderproblemer innen andre kastidretter (baseball, cricket) har sett nærmere på skadehistorie, kastbelastning og ulike spilleposisjoner som potensielle risikofaktorer (Fleisig et al., 2011; Lyman, Fleisig, Andrews, & Osinski, 2002; S. J. Olsen, 2nd, Fleisig, Dun, Loftice, & Andrews, 2006; Saw, Dennis, Bentley, & Farhart, 2011). Ingen av disse har inkludert NMK som en mulig risikofaktor for skulderproblemer og resultatene kan ikke sammenlignes med denne studien. Fellesnevneren for studiene er at kastbelastning er avdekket som en risikofaktor for skulderproblemer. Kastbelastning er ikke inkludert som en potensiell risikofaktor for betydelige skulderproblemer i denne studien. Dette blir derimot undersøkt på det samme utvalget i en annen studie, som også er en del av det samme prosjektet ved Senter for Idrettsskedeforskning ved NIH.

5.1.3 Evne til å forutsi betydelige skulderproblemer

Det ble gjennomført ROC analyser for å undersøke hvilken av de fire testene av NMK som hadde best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer i løpet av sesongen. Resultatene viste at subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet hadde best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer på dominant side (ROC=0,678, 95% CI=0,501-0,855, $p<0,05$). Dette antyder at denne testen bør benyttes

av klinikere som ønsker å avdekke spillere som har økt risiko for betydelige skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere. Det er derimot viktig å påpeke at ROC verdien ikke er særlig høy. I følge Zweig et al (1993) vil en verdi på 1,0 være optimalt for en test som skal forutsi et forhold, mens en verdi på 0,5 vil bety at testen har samme evne til å forutsi som ved en tilfeldig gjetning. Videre ser vi at det er usikkerhet forbundet med denne analysen da konfidensintervallet for ROC verdien er bredt.

Betydningen av cut-off verdien for betydelige skulderproblemer

Videre ble det også undersøkt om resultatene ville endre seg ved andre cut-off verdier for hva som skulle representere et betydelig skulderproblem. Her ble det avdekket at den samme testen hadde best prediktiv evne også ved 15, 20 og 30 som cut-off, mens det ved de andre cut-off verdiene ikke ble funnet noen signifikante resultater for noen av testene (appendix 4). Disse resultatene antyder at subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet også bør foretrekkes fremfor de andre testene dersom man ønsker å forutsi skulderproblemer av mindre karakter.

5.1.4 Intratester reliabilitet

Korrelasjonskoeffisienten ved testing av NMK omkring scapula varierte fra 0,473 til 0,773. Dette tilsvarer en variasjon fra svak til sterk kollerasjon. Resultatene vedrørende høyre side viste sterk kollerasjon ved både fleksjon og abduksjon i GH-leddet. Mens det på venstre side ble observert svak til moderat sterk kollerasjon. Dette antyder at fysioterapeutens gradering var mer nøyaktig på høyre side ved gradering av NMK omkring scapula. Det kan derimot være andre forhold som også kan ha påvirket denne forskjellen. Eksempelvis er det dokumentert at spillere som utøver kastidrett med ensidig belastning utvikler større muskulatur og har endret posisjon av scapula både ved hvile og bevegelse på dominant side (Downar & Sauers, 2005; Myers, et al., 2005; Oyama, et al., 2008). Av de inkluderte spillerne i studien var 78% høyredominante. Utvelgelsen av hvilke videoklipp som skulle inkluderes ved test av intratester reliabiliteten ble gjort tilfeldig. Dette betyr at flesteparten av spillerne på videoklippene trolig også er høyredominante. Dette kan ha påvirket resultatene ved at reduksjon i NMK var mer tydelig og lettere å gradere på høyre side.

Ved testing av NMK omkring kne og hofte varierte kollerasjonskoeffisienten fra 0,623 til 0,854, tilsvarende moderat til sterk kollerasjon. Dette betyr at intratester reliabiliteten var bedre ved testing av nevro-muskulær relatert til underekstremitetene sammenlignet med scapula. Det var derimot også her sideforskjeller ved mer nøyaktige mål på høyre side, noe som antyder at fysioterapeuten graderte mer nøyaktig på høyre side. En mulig årsak til dette kan være at fysioterapeuten som gjennomførte graderingen tidligere har arbeidet mye med kne pasienter og dermed har lengre erfaring med gradering av NMK omkring hofte og kne. Videre vil videokvaliteten ved gradering av NMK omkring scapula kunne ha større betydning ved at scapulas konturer og bevegelse er vanskeligere å observere ved dårlige lysforhold sammenlignet med bevegelse av hofte og kne.

5.2 Metodiske betraktninger

5.2.1 Studiedesign og utvalg

For å kunne avdekke risikofaktorer for en skade, i dette tilfellet betydelige skulderproblemer, er det ønskelig med epidemiologiske kohortstudier (Bahr & Holme, 2003). Bakgrunnen for dette er at potensielle risikofaktorer da kan måles i forkant av skaden og det kan etableres et årsak-virkning-forhold mellom dem (Bahr & Holme, 2003). Videre er det essensielt at utvalget er homogent med tanke på alder, kjønn, konkurransenivå og idrettsgren (van Mechelen, et al., 1992). Studien tilfredsstillte disse kravene og er i utgangspunktet egnet til å omtale et kausalt forhold mellom NMK som risikofaktor for betydelige skulderproblemer. Det er derimot i tillegg avgjørende at ingen av deltakerne innehar skaden man ønsker å undersøke risikoen for ved oppstart av studien (Thomas, et al., 2011). Studien tilfredsstillte ikke dette kravet da det ikke var mulig å undersøke NMK som risikofaktor for betydelige skulderproblemer på spillere som aldri hadde opplevd skulderproblemer. Ved oppstart av studien oppga hele 154 spillere (75%) at de hadde gjeldende- eller tidligere hadde opplevd skuldersmerter. Av de resterende 52 spillerne (25%) var det 43 som tilfredsstilte minimumskravet om fire besvarelser på belastningsskadeskjemaet. En av disse spillerne utviklet et betydelig skulderproblem på dominant side i løpet av sesongen. Videre ble det undersøkt om analysene kunne gjennomføres på spillere som ikke hadde gjeldende skuldersmerte ved oppstart av studien. Av de 141 spillerne (68%) som ikke hadde skuldersmerte ved oppstart av studien var det 113 som tilfredsstilte kravet om minimum fire besvarelser på belastningsskadeskjemaet. Til tross for et større utvalg var det også her kun en spiller som utviklet et betydelig skulderproblem i løpet av sesongen. Dette illustrer at

datamaterialet ikke egnet seg for statistiske analyser på verken spillere som aldri hadde opplevd skuldersmerter eller på spillere som ikke hadde gjeldende skuldersmerte ved oppstart av studien, ved at kun en spiller utviklet et nytt betydelig skulderproblem.

For å kunne gjennomføre de statistiske analysene ble dermed alle spillerne inkludert uavhengig av om de tidligere hadde opplevd- eller hadde gjeldende skuldersmerte ved oppstart av studien. Dette betyr at studien ikke oppfyller kravet om at ingen deltakere skal inneha skaden ved oppstart. Konsekvensen av dette er at vi på bakgrunn av resultatene ikke kan omtale et kausalt forhold mellom NMK og betydelige skulderproblemer, men må forholde oss til assosiasjoner og sammenhenger. Årsaken til dette er at prevalensen av skulderproblemer blant mannlige elitehåndballspillere er så omfattende at det vanskeliggjør inklusjon av spillere som aldri har hatt skulderproblemer. Dette er ikke kun gjeldende for mannlige elitehåndballspillere da prevalensen av tidligere eller nåværende skuldersmerte er observert til 58% hos kvinnelige elitehåndballspillere (Myklebust, et al., 2011). Dette illustrerer hvor vanskelig det vil være å avdekke kausale risikofaktorer for skulderproblemer hos håndballspillere på elitenivå.

Alternativt kunne vi ha benyttet den første tilbakemeldingen på belastningsskadeskjemaet for å ekskludere spillere som hadde et betydelig skulderproblem. Grunnet den lave gjennomsnittlige svarprosenten (63%) ønsket vi derimot ikke å gjøre dette, da det ville ha resultert i en enda lavere svarprosent ved at vi hadde en mindre tilbakemelding på belastningsskadeskjemaet å inkludere i analysene. I tillegg ville det vært fare for at vi ekskluderte unødige mange spillere ettersom belastningsskadeskjemaet tenderer til å rapportere en kunstig høy prevalens av betydelige skulderproblemer ved første måling (Clarsen, et al., 2012). Fremtidige studier som benytter den samme metoden bør vurdere å gjennomføre belastningsskadeskjemaet ved oppstart av studien slik at utøvere med betydelige problemer kan identifiseres og utelates fra analysene. Som nevnt over vil det derimot være et problem at belastningsskadeskjemaet avdekker en kunstig høy prevalensen ved den første målingen. Dette bør tas hensyn til ved valg av antall deltakere for å sikre en tilstrekkelig størrelse på kohorten.

En løsning kunne ha vært å ha inkludert et stort antall spillere fra flere nivåer som aldri hadde opplevd skulderproblemer og fulgt dem over lang tid. Dette ville derimot blitt mer kostbart, vært mer tidkrevende og det ville potensielt vært vanskeligere å oppnå en høy svarprosent da spillere på lavere nivå kan være enda mindre motivert for å gi tilbakemelding på belastningsskadeskjemaet. Det kan også være en mulighet å inkludere yngre håndballspillere som aldri har hatt skulderproblemer. Prevalensen av skulderproblemer i denne aldersgruppen er observert til å være lavere (Moller, et al., 2012), men som nevnt tidligere kan dette skyldes forskjeller i skadedefinisjonen slik at utbredelsen faktisk er høyere enn antatt. Det er dermed usikkert om man kan oppnå en stor nok kohorte til tross for at spillerne er yngre. Videre vil det ved yngre spillere være et problem med frafall da de enten slutter eller velger en annen idrett. Det kan også stilles spørsmål til om resultater fra en yngre kohorte ville vært overførbart til voksne elitehåndballspillere.

Ved de statistiske analysene av NMK som risikofaktor for betydelige skulderproblemer ble det ekskludert 43 spillere. En spiller ble ekskludert på grunn av smerte under testing for å sikre at ikke graderingen av NMK skulle være påvirket av smerten. Videre ble 42 spillere ekskludert grunnet færre enn fire tilbakemeldinger på belastningsskadeskjemaet. Bakgrunnen for dette var at den gjennomsnittlige individuelle alvorlighets-skåren skulle baseres på så mange tilbakemeldinger som mulig uten å gå for mye på bekostning av utvalgets størrelse. De ekskluderte spillere (n=43) ble sammenlignet med de inkluderte (n=163) og det ble ikke avdekket noen signifikante forskjeller mellom dem. Dette er en styrke ved studien og antyder at resultatene kan overføres til de ekskluderte spillerne.

Ved prospektive risikofaktorstudier vil det alltid være usikkert om alle potensielle risikofaktorer er inkludert eller om det kan foreligge noen konfunderende faktorer som kan ha betydning for utviklingen av skaden som undersøkes (Jamtvedt, et al., 2003). I denne studien er NMK omkring scapula, hofta og kne undersøkt som potensielle risikofaktorer. Det kan derimot ikke utelukkes at utvalget i løpet av studien har blitt eksponert ulikt for andre faktorer som kan ha betydning for risikoen for betydelige skulderproblemer og dette må tas hensyn til ved tolkning av resultatene. Det er tidligere nevnt at studien er en del av et større prosjekt der også isometrisk styrke, bevegelighet og kastbelastning undersøkes som potensielle risikofaktorer. Når resultatene fra alle studiene i prosjektet foreligger bør det gjennomføres felles analyser der alle

risikofaktorene er inkludert, men selv ikke da kan konfunderende faktorer utelukkes 100%.

5.2.2 Statistikk

Styrkeberegningen for studien ble opprinnelig gjennomført i forbindelse prosjektprotokollen for hovedprosjektet som denne studien er en del av. Denne resulterte i et behov for 200 deltakere. Beregningen baserte seg derimot på at ingen spillere hadde opplevd problemer eller smerte fra skulderen ved oppstart av studien. Som tidligere nevnt var det ikke mulig å gjennomføre dette med datamaterialet i denne studien. Realiteten var at 163 spillere ble inkludert i analysene uavhengig av om de ved oppstart av studien hadde skuldersmerter eller tidligere hadde opplevd smerter fra skulderen. Konsekvensen av dette er som tidligere nevnt at vi ikke kan omtale et kausalt forhold mellom risikofaktorer og betydelige skulderproblemer. Videre har utvalgets størrelse betydning for reliabiliteten til resultatene. Resultatene innehar generelt brede konfidensintervaller og betyr at resultatene må tolkes med forsiktighet da de er preget av usikre mål.

I de statistiske analysene for å undersøke NMK som risikofaktor var betydelige skulderproblemer den avhengige variabelen. For at et en spiller skulle kvalifisere til et betydelig skulderproblem måtte den individuelle gjennomsnittlige alvorlighetsskåren i løpet av sesongen overstige en cut-off verdi på 40. Denne cut-off verdien ble satt på bakgrunn av både statistiske analyser og klinisk diskusjon innad i prosjektgruppen. En høy cut-off verdi representerer en høyere gjennomsnittlig alvorlighetskår. Dette betyr at jo høyere cut-off verdien blir satt, jo sikrere kan man være på at den representerer betydelige skulderproblemer. For å oppnå dette gjennomførte vi de statistiske analysene med flere ulike cut-off verdier for å undersøke hvordan dette påvirket resultatene (appendix 2 og 3). For å sikre at spillere som overstiger cut-off verdien innehar et belastningsproblem av betydelig karakter, i dette tilfellet skulderproblemer, må den valideres på et større utvalg. Dersom den skal være gjeldende for ulike idretter og skadelokalisasjoner bør dette tas hensyn til i valideringsprosessen.

5.2.3 Målemetoder

Prosedyre for datainnsamling

Gjennomførelsen av målemetodene i forkant av sesongen foregikk ved de respektive

lagenes treningsfasiliteter. Testene ble gjennomført fortløpende i løpet av treningen ved at to til tre spillere ble tatt ut av treningen, fullførte spørreskjemaet og testene, og returnerte deretter til treningen. Denne organisering ble valgt fremfor felles gjennomgang av testene for å redusere tap av treningstid. Konsekvensen av dette var at enkelte spillere gjennomførte testene i starten av trening, mens andre måtte vente til slutten av treningen. Dette kan ha påvirket resultatene ved vurdering av NMK ettersom de siste spillerne som gikk gjennom testene kan ha vært preget av muskulær tretthet. Eksempelvis har studier avdekket at scapulastabiliserende muskulatur, spesielt mm. serratus anterior og trapezius (øvre) blir utmattet ved repetitive bevegelser over skulderhøyde (Ebaugh, et al., 2006; McQuade, et al., 1998; McQuade, et al., 1995; Tsai, et al., 2003).

Miljøet testene ble gjennomført i varierte mellom lagene ettersom vi valgte å reise ut til deres lokaler kontra det å benytte egne. Det ble tilstrebet gode lysforhold ved vurdering av NMK, men vi kan ikke se bort ifra at det ville vært bedre å teste alle spillerne i det samme lokalet og under de samme lysforholdene for å unngå målefeil som følge av eksterne faktorer. Bakgrunnen for at vi valgte å reise ut til de respektive lagene var for å spare spillerne for reise og tidsbruk i forbindelse med testingen, slik at terskelen for å delta i studien ble lavere. I tillegg var dette en langt rimeligere løsning for prosjektet sammenlignet med at alle spillerne skulle få dekket reise inn til Senter for Idrettsskedeforskning ved NIH. Det kan videre stilles spørsmål til hvorfor vi ikke har benyttet flere og mer nøyaktige tester for å måle NMK omkring scapula, hofte og kne ved oppstart av studien. Eksempelvis er tredimensjonale biomekaniske analyser for å vurdere NMK omkring scapula ansett som gullstandard (Tate, et al., 2009), mens todimensjonale biomekaniske analyser er anbefalt ved vurdering av NMK omkring kne (Stensrud, et al., 2011). Disse måle metodene er derimot mer tidskrevende, krever mer utstyr og ble fravalgt ettersom vi ønsket å benytte praktiske og rimelige måle metoder som klinikere kan benytte seg av i sitt daglige virke med håndballspillere.

Selvrapporterte skuldersmerter og skulderproblemer i løpet av sesongen

Spørreskjemaet ved oppstart av studien og belastningsskadeskjemaet som elektronisk ble sendt ut i løpet av sesongen var begge utøveradministrerte. Fordelen med dette er at de begge er kostnads- og tidsbesparende, samt lette å administrere. Ved selvrapportering fra deltakere kan det derimot alltid stilles spørsmål til om de faktisk svarer ærlig på det

de blir spurt om eller om svarene deres er preget av informasjonsbias (Thomas, et al., 2011). Dette kan eksempelvis være et problem dersom de bekymrer seg for at svarene deres vil få konsekvenser for laguttak og idrettslig deltakelse. For å unngå dette ble spillerne i invitasjonsbrevet forsikret om at all informasjon ville være konfidensiell. Dette ble gjentatt ved de 15 utsendelsene av belastningsskadeskjemaet, men vi kan aldri være 100% sikre på at spillerne svarer sant og dette vil alltid påvirke validiteten ved selvrappotering.

Spørreskjemaet som er benyttet for å undersøke prevalensen av skuldersmerte ved oppstart av studien er opprinnelig utviklet for bruk på badmintonspillere (Fahlstrom & Soderman, 2007; Fahlstrom, et al., 2006) og senere modifisert og tilpasset håndballspillere (Kristoffersen, 2008). Det er verken validert eller reliabilitetstestet for å rapportere tidligere eller nåværende skuldersmerter hos mannlige elitehåndballspillere. Dette er en svakhet som må tas med i betraktningen ved tolkning av resultatene.

Belastningsskadeskjemaet som er benyttet for å registrere belastningsskader er av Clarsen et al (2012) validitetstestet mot tidligere standard for registrering av skader (Fuller, et al., 2006) og funnet å rapportere en adskillig høyere forekomst av belastningsskader. En årsak til dette kan være at den prospektive registreringen av belastningsskadene reduserer faren for ”recall bias” slik at også belastningsskader av mindre alvorlighetsgrad registreres. Videre fremheves forskjeller i skadedefinisjonen som en viktig faktor ved at epidemiologiske studier som har benyttet definisjonen av Fuller et al (2006) kun har valgt å fokusere på skader som kvalifiserer til fravær fra trening og/eller kamp (”time loss injury”). Til tross for at Fuller et al (2006) også har inkludert skader som ikke krever fravær fra trening og/eller kamp (”medical attention injuries”) i skadedefinisjonen. (Clarsen, et al., 2012).

I tillegg er det ved utviklingen av belastningsskadeskjemaet tatt hensyn til logisk-, begreps-, og innholdsvaliditet. Videre ble det også gjennomført faktor analyser for å vurdere om spørsmålene skulle vektles ulikt, noe det ikke ble funnet behov for (Clarsen, et al., 2012). Disse faktorene er på å styrke validiteten til belastningsskadeskjemaet. Det er derimot ikke gjennomført reliabilitetstesting av belastningsskadeskjemaet og dette bør tas hensyn til ved tolkning av resultatene ved at kan foreligge målefeil.

Når spillere må huske tilbake i tid har de lett for å glemme skader de har hatt og informasjonen kan være preget av "recall bias". Dette gjelder spesielt mindre alvorlige skader som ikke fører til fravær fra idrett (Bahr, 2009). En fordel med belastningsskadeskjemaet er at faren for "recall bias" reduseres ved at spillerne følges prospektiv i løpet av sesongen og maksimalt må tenke 14 dager tilbake i tid. Ved utarbeidelsen av den nye metoden kom Clarsen et al (2012) derimot med anbefalinger om at belastningsskadeskjemaet burde utsendes ukentlig. Bakgrunnen for dette var at det ble funnet at antall registrerte problemer ble redusert dersom spørreskjemaet ble besvart ved hver annen- eller fjerde uke sammenlignet med ukentlig. Grunnet varigheten på denne studien ble det derimot vurdert at en ukentlig utsendelse ville kunne ført til en lav svarprosent, noe som hadde vært negativt for validiteten av resultatene.

I denne studien ble prevalensen og alvorlighetskåren for både skulderproblemer og betydelige skulderproblemer målt hver 14 dag ved hjelp av et elektronisk belastningsskadeskjema. Validiteten av disse resultatene vil avhenge av en høy svarprosent på belastningsskadeskjemaet. Clarsen et al (2012) oppnådde en gjennomsnittlig svarprosent på 93% på belastningsskadeskjemaet, noe som er vesentlig bedre enn denne studien. En mulig årsak til dette kan være at denne studien gikk over lengre tid. Spillerne kan dermed ha vært mindre motivert for å melde tilbake. Det er mulig at vi hadde oppnådd en høyere svarprosent dersom vi hadde valgt å sende ut spørreskjemaet enda sjeldnere, eksempelvis ved slutten av hver måned. På den annen side ville dette ha åpnet for større fare for "recall bias" og vurderingen ble at spørreskjemaet skulle sendes ut hver 14 dag slik at det ble tatt hensyn til både faren for "recall bias" og svarprosenten. Videre kan svarprosent på belastningsskadeskjemaet ha påvirket prevalensen av både skulderproblemer og betydelige skulderproblemer. For spillere med skulderproblemer vil terskelen kanskje være lavere for ikke å besvare belastningsskadeskjemaet sammenlignet med spillere med betydelige skulderproblemer. Konsekvensen av dette kan være underrapportering. Eksempelvis ble det ved den 5 og 11 utsendelsen av belastningsskadeskjemaet rapportert en betydelig høyere prevalens av skulderproblemer. Dette kan sees i sammenheng med en økt svarprosent på belastningsskadeskjemaet og kan forklares ved at studiegruppene i forkant i av disse utsendelsene hadde vært i kontakt med klubbene for å tilstrebe en økning i svarprosent. Det ble også observert en liten økning i prevalens av betydelige skulderproblemer på

disse tidspunktene, men ikke tilsvarende økningen av skulderproblemer. Dette kan skyldes at motivasjonen for å besvare belastningsskadeskjemaet var lavere blant dem med skulderproblemer. Vi har derimot ikke bekreftet dette ved å analysere svarprosenten for spillere med skulderproblemer og betydelige skulderproblemer hver for seg. Oppsummert må vi ta den lave gjennomsnittlige svarprosenten (63%) i betraktning når vi tolker resultatene ved at den kan ha påvirket resultatenes validitet i negativ retning.

I forbindelse med utviklingen av metoden for å registrere belastningsskader ved hjelp av belastningsskadeskjemaet kom Clarsen et al (2012) med anbefalinger om å utelate resultatene fra den første utsendelsen av belastningsskadeskjemaet. Bakgrunnen for dette var at den første utsendelsen resulterte i den høyeste prevalensen av belastningsskader uavhengig av type idrett og skadelokalisasjon. Dette kan tyde på at belastningsskadeskjemaet avdekker en kunstig høy prevalens ved den første utsendelsen og ikke bør inkluderes i resultatene (Clarsen, et al., 2012). Grunnet den lave svarprosenten på belastningsskadeskjemaet (63%) valgte vi derimot å inkludere denne for å unngå ytterligere reduksjon i svarprosent. Ved tolkning av prevalenstillene er det derfor viktig å ha med dette i betraktningene da dette kan ført til høyre prevalenstill ved første utsendelse av belastningsskadeskjemaet.

Retrospektiv registrering av akutte skader

En ytterligere begrensning ved belastningsskadeskjemaet er at spillere kan feilrapportere akutte skader som belastningsskader, spesielt dersom belastningsskadene oppstår akutt. For å unngå dette kontaktet vi i etterkant av sesongen de ulike lagenes fysioterapeuter og anmodet om å få rapportert inn diagnose, tidspunkt og varighet av akutte skulderskader som hadde vært gjeldende i løpet av sesongen. På grunn av minimal respons fra fysioterapeutene har vi ikke kunnet korrigere for akutte skulderskader i analysene. Dette betyr at datamateriale kan inneholde akutte skulderskader som er rapportert som betydelige skulderproblemer. Ved fremtidig bruk av metoden for å registrere belastningsskader anbefales det å ta kontakt med medisinsk personell hyppigere eller eventuelt utarbeide et tilbakemeldingsskjema som supplerer belastningsskadeskjemaet og registre akutte skader.

Gradering av nevromuskulær kontroll

Målemetoden som er benyttet for å vurdere NMK omkring scapula bygger på en tidligere beskrevet metode som er funnet valid og reliabel (P. McClure, et al., 2009; Tate, et al., 2009). I valideringsstudien bestod utvalget av utøvere innen ulike idretter der fellesnevneren var aktivitet over skulderhøyde (Tate, et al., 2009). Dette sikrer en høy intern validitet, noe som går på bekostning av den eksterne validiteten ved at resultatene er mindre overførbare til andre deler av populasjonen (Thomas, et al., 2011). Videre er intertester reliabiliteten ved metoden funnet tilfredsstillende ved en kappaverdi varierende fra 0,48 til 0,61, avhengig av hvilken skulder som ble undersøkt (P. McClure, et al., 2009). Utvalget i denne studien bestod i likhet med Tate et al (2009) også av utøvere med mye aktivitet over skulderhøyde. Ettersom utvalget i denne studien består av håndballspillere anser vi resultatene til både Tate et al (2009) og McClure et al (2009) som overførbare. For å vurdere NMK omkring kne og hofte tok vi utgangspunkt i en metode som tidligere er funnet valid til bruk på kvinnelige elitehåndballspillere (Stensrud, et al., 2011). Visuell observasjon av hofte- og knekontroll er også funnet til å ha tilfredsstillende intertester reliabilitet (Ageberg, et al., 2010). På bakgrunn av disse studiene anser vi metoden for å vurdere NMK omkring kne og hofte i denne studien som anvendbar.

Testene av NMK ble gjennomført av den samme fysioterapeuten på alle spillerne. I etterkant av studien graderte fysioterapeuten på nytt NMK hos 30 tilfeldig utvalgte spillere ved videoanalyse for å undersøke intratester reliabiliteten. Resultatene viste sterk kollerasjon ved gradering av NMK omkring scapula på høyre side både ved fleksjon og abduksjon i GH-leddet. På venstre side varierte kollerasjon fra svak ved abduksjon til moderat sterk ved fleksjon. Ved gradering av NMK omkring kne og hofte ved ett bens knebøy varierte resultatene fra moderat til moderat sterk kollerasjon på venstre side, mens det på høyre side ble observert sterk kollerasjon. Generelt sett er intratester reliabiliteten til fysioterapeuten som gjennomførte testene av NMK tilfredsstillende ved at fem av de seks kollerasjonskoeffisientene overstiger 0,600. Det er derimot en begrensning ved testingen at kollerasjonskoeffisienten ved vurdering av NMK omkring scapula ved abduksjon i GH-leddet på venstre side var svake 0,473. Dette må tas i betraktning ved tolkning av resultatene ved at det er et usikkert mål.

En sentral faktor som kan ha påvirket resultatene for intratester reliabiliteten til fysioterapeuten er varierende lysforhold på videoklippene. Årsaken til dette er at videoklippene ble filmet når testene ble gjennomført ved de ulike lagenes treningsfasiliteter før sesongstart. Eksempelvis ble testene og filming av testene gjennomført ved flere ulike lokaliteter; garderobe, styrkerom, håndballhall, kontor og dusjrom. Konsekvensen av dette ble varierende lysforhold på videoklippene til tross for at gode lysforhold ble tilstrebet. Dette kan ha påvirket fysioterapeutens gradering av NMK ved at det på enkelte av klippene kan ha vært vanskelig å gjøre en nøyaktig vurdering. For alle testene var korrelasjonskoeffisienten høyere for resultater relatert til høyre side. Ettersom 78% av spillerne i denne studien var høyredominante kan dette ha ført til at fysioterapeuten forventet at flesteparten av spillerne på videoene var høyredominante og dermed var mer oppmerksom på høyre side. Det er videre viktig å fremheve at intratester reliabiliteten er testet ved videoanalyse, mens resultatene vedrørende NMK i denne studien er basert på testing som er gjennomført "live". Ideelt sett skulle intratester reliabiliteten dermed ha blitt undersøkt ved "live" observasjon, men videoanalyse ble valgt av praktiske årsaker. Denne forskjellen er viktig å ta i betraktning ettersom intratester reliabiliteten til fysioterapeuten kan være annerledes ved live testing. Eksempelvis kan lysforholdene være av mindre betydning ved live testing.

Ved subjektiv vurdering av NMK ble det benyttet et tredelt graderingsskala. Et alternativ kunne ha vært å benytte en enklere gradering der NMK ble vurdert til å være normal eller redusert. En studie som undersøkte intertester reliabiliteten (ulike testere) ved vurdering av scapula dyskinesi viste at en todelt gradering (ja/nei) hadde høyere intertester reliabilitet sammenlignet med en firedelt gradering (Uhl, et al., 2009). Dette betyr at intratester reliabiliteten i vår studie muligens kunne ha vært økt dersom graderingen av NMK hadde gjort i forhold til en todelt skala i stedet for en tredelt.

5.3 Overføringsverdi av resultatene

Utvalget i denne studien består av en homogen gruppe. Dette betyr at resultatene innehar en høy intern validitet (Thomas, et al., 2011). Som en følge av den høye interne validiteten har resultatene derimot en lavere ekstern validitet. Dette betyr at det kan være problematisk å overføre resultatene direkte til håndballspillere på lavere nivå, yngre spillere eller kvinner. Det vi derimot vet er at prevalensen av nåværende og tidligere skuldersmerte også er av betydelig karakter hos kvinnelige

elitehåndballspillere (Myklebust, et al., 2011). Videre er det avdekket at insidensen av belastningsskader relatert til skulder også er gjeldende for yngre kvinnelige og mannlige håndballspillere som konkurrerer på et høyt nivå, til tross for at den er lavere sammenlignet med seniorspillere på elitenivå (Moller, et al., 2012). Scapula dyskinesi ved fleksjon og ekstensjon i GH-leddet er også observert hos yngre kastutøvere av begge kjønn som konkurrerte på lavere nivå (P. McClure, et al., 2009; Tate, et al., 2009). Dette indikerer at redusert NMK omkring scapula også kan være en potensiell risikofaktor for skulderproblemer hos håndballspillere som ikke har de samme preferansene som utvalget i denne studien. Det er viktig å presisere at ytterligere risikofaktorstudier er nødvendig for å bekrefte NMK omkring scapula som risikofaktor for skulderproblemer for håndballspillere på lavere nivå, for yngre spillere eller for kvinner.

5.4 Årsakssammenheng

Denne studien er i utgangspunktet egnet for å omtale et årsak virkningsforhold mellom NMK og skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere ved at det er en prospektiv kohortstudie. Men på grunn av den høye prevalensen av nåværende eller tidligere skuldersmerter (75%) var det ikke mulig å gjennomføre de statistiske analysene på spillere som aldri hadde opplevd skuldersmerter (25%). Konsekvensen av dette er at resultatene vedrørende NMK som risikofaktor for skulderproblemer må omtales som assosiasjoner og sammenhenger. En faktor som derimot taler for at vi inkluderte spillere til tross for tidligere- eller nåværende skuldersmerte ved oppstart av studien er at dette avspeiler klinikernes hverdag med elitehåndballspillerne. Dersom vi hadde ekskludert spillerne (75%) som på et eller annet tidspunkt hadde opplevd skuldersmerte eller spillerne (32%) som hadde skuldersmerte ved inklusjon ville ikke resultatene vært gjeldende for disse spillerne. Det vil si at en kliniker som arbeider med elitehåndballspillere ikke kunne ha støttet seg til resultatene i denne studien dersom spilleren allerede hadde skuldersmerter og/eller tidligere hadde opplevd skuldersmerter. Ved å inkludere spillere med både tidligere og nåværende skuldersmerter økes overføringsverdien for resultatene til tross for at vi ikke kan omtale et kausalt forhold mellom NMK som risikofaktor for skulderproblemer.

5.5 Betydning av resultatene

Videre forskning

I forskningsøyemed bidrar denne studien til de to første stegene i forebyggingsmodellen for idrettsskader (van Mechelen, et al., 1992). Prevalensen og alvorlighetsgraden av skulderproblemer på dominant side er beskrevet hos mannlige elitehåndballspillere i løpet av en sesong. Videre er NMK omkring scapula, hofta og kne undersøkt som potensielle risikofaktorer for betydelige skulderproblemer på dominant side. Studien har ikke undersøkt prevalensen og alvorlighetsgraden av skulderproblemer i løpet av en sesong for yngre spillere, for kvinner eller for spillere på et lavere konkurransenivå. Dette bør undersøkes ved å benytte Clarsen et al (2012) sin metode for registrering av belastningsskader, da den rapporterer en vesentlig høyere prevalens sammenlignet med tidligere standard for registrering av skader.

NMK som potensiell risikofaktor for betydelige skulderproblemer bør også undersøkes hos yngre utøvere, hos kvinner og spillere på et lavere konkurransenivå, da denne studien ikke har beskrevet dette. Videre bør fremtidige studier forsøke å reprodusere resultatene da det på dette tidspunkt ikke foreligger noe direkte sammenligningsgrunnlag. Disse studiene kan med fordel gjennomføres på et større utvalg for å produsere mer valide resultater og tydeligere undersøke betydningen av NMK omkring hofta og kne. NMK omkring truncus, korsrygg og bekken bør også inkluderes som en risikofaktor da dette er en sentral del av den kinetiske kjede og kan ha betydning for betydelige skulderproblemer (Kibler, 1995; Kibler, Press, et al., 2006; Oliver, 2013). Det vil også være behov for å validere cut-off verdien for hva som skal representere et betydelig skulderproblem på et større utvalg. I dette arbeidet må det tas hensyn til kjønn, alder, konkurransenivå og idrettsgren.

Videre legger studien til rette for videre forskning der det tredje steget i forebyggingsmodellen er aktuelt. Formålet vil da være å gjennomføre en randomisert kontrollert studie med en forebyggende intervensjon for å redusere omfanget av betydelige skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere (van Mechelen, et al., 1992). I følge resultatene i denne studien bør øvelser for å forbedre NMK omkring scapula, spesielt ved fleksjon i GH-leddet, være en del av intervensjonen i en slik randomisert kontrollert studie. I etterkant av den randomiserte kontrollerte studien gjentas det første steget i forebyggingsmodellen for å avdekke om omfanget av

betydelige skulderproblemer er blitt mindre (van Mechelen, et al., 1992). Dersom dette er tilfellet bekreftes betydningen av NMK omkring scapula for betydelige skulderproblemer hos mannlige elitehåndballspillere. For å kunne etablere et årsak virkning forhold mellom NMK omkring scapula og skulderproblemer ville det vært aktuelt å følge en gruppe unge spillere som aldri hadde hatt skulderproblemer. Dette krever at spillerne følges over lengre tid og byr på praktiske utfordringer som fare for dropout og lav svarprosent på belastningsskadeskjemaet.

Kliniske implikasjoner

Forskningsbasert kunnskap er kun en del av kunnskapsbasert fysioterapi og kan ikke alene diktere hvordan en kliniker skal handle i hverdagen. Den forskningsbaserte kunnskapen er derimot et viktig beslutningsgrunnlag når klinikeren skal avgjøre hva som er best for den enkelte pasient (Jamtvedt, et al., 2003). Dette betyr at de følgende anbefalingene må sees i sammenheng med både fysioterapeutens- og pasientens egen erfaring for å sikre at det utøves kunnskapsbasert praksis. Den enkelte fysioterapeut har selv ansvar for å vurdere om resultatene har overføringsverdi til sine pasienter (Jamtvedt, et al., 2003). Ideelt sett skal pasienten tilfredsstillende de samme inklusjon- og eksklusjonskriteriene som i denne studien, men det er viktig å benytte egen kunnskap og erfaring for å vurdere om resultatene kan overføres til tross for marginale forskjeller (Jamtvedt, et al., 2003).

På bakgrunn av resultatene antydes det at klinikere bør benytte subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet for å avdekke håndballspillere med økt risiko for betydelige skulderproblemer. Dersom spillere graderes til tydelig redusert NMK ved denne testen bør det iverksettes forebyggende tiltak. Øvelser for å forbedre den nevro-muskulære kontrollen omkring scapula, spesielt ved fleksjon, vil være aktuelt som forebyggende tiltak. Vi anbefaler derimot at det også bør iverksettes forebyggende tiltak når spillere graderes til redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet, da det kan forekomme forskjeller i hvordan ulike fysioterapeuter graderer. På denne måten unngår man problematikken med at spillere som feilgraderes ikke mottar tiltak til tross for behov. Ettersom utvalget i denne studien bestod av spillere som hadde nåværende- eller tidligere hadde opplevd skuldersmerte ved oppstart av studien er de overnevnte anbefalingene også gjeldende for spillere som har eller tidligere har hatt skuldersmerte ved undersøkelse.

Det gjøres derimot oppmerksom på at resultatene ikke sier noe om testens sensitivitet og spesifisitet med tanke på å benyttes som en ortopedisk test ved diagnostisering av en enkelt spiller. I en klinisk setting må det gjøres individuelle tilpasninger og supplerende undersøkelser for å avgjøre tilstedeværelsen av scapula dyskinesi og hvilken betydning det eventuelt har for skulderproblemet som foreligger (Kibler, et al., 2013). Til tross for at redusert NMK er trukket frem som den vanligste årsaken til scapula dyskinesi (Kibler, et al., 2012) kan også anatomiske forhold som forøket thorakal kyfose, clavícula fraktur og instabilitet i AC-leddet være betydningsfull (Kibler, et al., 2012; Kuhn, et al., 1995). Videre vil det i en klinisk setting også være aktuelt å gjøre ytterligere graderinger av scapula dyskinesien for å avgjøre hvilken behandling som skal iverksettes (Kibler, et al., 2013).

Reduksjon i NMK omkring scapula er observert ved en rekke ulike diagnoser og dysfunksjoner relatert til skulderen og kan hjelpe klinikeren ved diagnostisering av et skulderproblem (Kawasaki, et al., 2012; Kibler & Thomas, 2012; Myers, et al., 2006). En nyere studie har avdekket at tiltak rettet mot å forbedre den nevromuskulære kontrollen omkring scapula ved impingement problematikk har ført til reduksjon i skuldersmerte (Worsley et al., 2012). Økt oppover rotasjon og posterior tilting av scapula, samt endring av rekrutteringsmønster for mm. serratus anterior og nedre trapezius ble fremhevet som mulige årsaker til den reduserte smerten (Worsley, et al., 2012). Dette underbygger betydningen av NMK omkring scapula ved impingement problematikk. Det er derimot viktig å presisere at det er uvisst om forbedret NMK omkring scapula vil ha positiv effekt på andre skulderproblemer. For å undersøke dette må det gjennomføres randomiserte kontrollerte studier der forbedring av den nevromuskulære kontrollen omkring scapula blir benyttet som intervensjon ved ulike diagnoser og dysfunksjoner relatert til skulderen.

Til sist ønsker vi å trekke frem belastningsskadeskjemaets bruksområde som evalueringsverktøy i et behandlingsforløp. Alvorlighetsskåren som utregnes på bakgrunn av belastningsskadeskjemaet kan benyttes til å følge utviklingen i et behandlingsforløp og kan ved endt behandling evaluere en eventuell fremgang eller tilbakegang. Det er lett å administrere, krever lite tidsbruk og er et rimelig evalueringsverktøy i den kliniske hverdagen. Det kan også benyttes som et verktøy for å styre belastningen i løpet av sesongen ved at spillere som bør redusere håndballaktivitet

og prioritere forebyggende aktivitet og/eller rehabilitering i ulike deler av sesongen kan avdekkes.

6.0 Konklusjon

Betydelige skulderproblemer på dominat side er et aktuelt problem blant mannlige elitehåndballspillere med en sesongprevalens på 30% og en gjennomsnittsprevalens på 10%. Tydelig redusert NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet er forbundet med størst risiko for betydelige skulderproblemer. Subjektiv vurdering av NMK omkring scapula ved fleksjon i GH-leddet er den testen som har best evne til å forutsi betydelige skulderproblemer. Fremtidige intervensjonsstudier med mål om å redusere prevalensen av betydelige skulderproblemer bør inneholde tiltak rettet mot økt NMK omkring scapula, spesielt ved fleksjon i GH-leddet.

Referanser

- Ageberg, E. (2003). *Postural control in single-limb stance*. Doctorial dissertation, Lund University, Lund, Sweden.
- Ageberg, E., Bennell, K. L., Hunt, M. A., Simic, M., Roos, E. M., & Creaby, M. W. (2010). Validity and inter-rater reliability of medio-lateral knee motion observed during a single-limb mini squat. *BMC Musculoskelet Disord*, *11*, 265. doi: 10.1186/1471-2474-11-265
- Alonso, J. M., Junge, A., Renstrom, P., Engebretsen, L., Mountjoy, M., & Dvorak, J. (2009). Sports injuries surveillance during the 2007 IAAF World Athletics Championships. *Clin J Sport Med*, *19*(1), 26-32. doi: 10.1097/JSM.0b013e318191c8e7
- Alonso, J. M., Tscholl, P. M., Engebretsen, L., Mountjoy, M., Dvorak, J., & Junge, A. (2010). Occurrence of injuries and illnesses during the 2009 IAAF World Athletics Championships. *Br J Sports Med*, *44*(15), 1100-1105. doi: 10.1136/bjism.2010.078030
- Andersen, S. (2003, 11.12). Historikk Retrieved 28.09, 2012, from <http://www.handball.no/p1.asp?p=1740>
- Andersen, S. (2010, 21.09). Spillereglene Retrieved 28.09, 2012, from <http://www.handball.no/p1.asp?p=1784>
- Andersen, S. (2012, 14.08). Om Norges Håndballforbund Retrieved 28.09, 2012, from <http://www.handball.no/p1.asp?p=1743>
- Atalar, H., Yilmaz, C., Polat, O., Selek, H., Uras, I., & Yanik, B. (2009). Restricted scapular mobility during arm abduction: implications for impingement syndrome. *Acta Orthop Belg*, *75*(1), 19-24.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*, *26*(4), 217-238.
- Aune, A. K. (2003). Kroniske skulderlidelser. In R. Bahr & S. Mæhlum (Eds.), *Idrettsskader* (Vol. 2). Oslo: Gazette bok.
- Bagg, S. D., & Forrest, W. J. (1988). A biomechanical analysis of scapular rotation during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med Rehabil*, *67*(6), 238-245.
- Bahr, R. (2009). No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. *Br J Sports Med*, *43*(13), 966-972. doi: 10.1136/bjism.2009.066936
- Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries--a methodological approach. *Br J Sports Med*, *37*(5), 384-392.
- Batterham, A. M., & George, K. P. (2003). Reliability in evidence-based clinical practice: A primer for allied health professionals. *Physical Therapy in Sport*(4), 122-128.
- Beyer, N., & Magnusson, P. (2003). *Målemetoder i fysioterapi* (Vol. 1.utgave). København: Muknsgaard Danmark.
- Biedert, R. (2000). Contribution of the three levels of nervous system motor control: Spinal cord, lower brain, cerebral cortex. In S. M. Lephart & F. H. Fu (Eds.), *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* (pp. 23-29). Champaign: Human Kinetics.

- Borstad, J. D., & Ludewig, P. M. (2002). Comparison of scapular kinematics between elevation and lowering of the arm in the scapular plane. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, *17*(9-10), 650-659.
- Borstad, J. D., & Ludewig, P. M. (2005). The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*, *35*(4), 227-238.
- Braman, J. P., Engel, S. C., Laprade, R. F., & Ludewig, P. M. (2009). In vivo assessment of scapulohumeral rhythm during unconstrained overhead reaching in asymptomatic subjects. *J Shoulder Elbow Surg*, *18*(6), 960-967. doi: 10.1016/j.jse.2009.02.001
- Braun, S., Kokmeyer, D., & Millett, P. J. (2009). Shoulder injuries in the throwing athlete. *J Bone Joint Surg Am*, *91*(4), 966-978. doi: 10.2106/jbjs.h.01341
- Brukner, P., Kahn, K., Agosta, J., & Kibler, B. (2009). Biomechanics of common sporting injuries. In P. Brukner & K. Kahn (Eds.), *Clinical sports medicine* (pp. 40-77). North Ryde: McGraw-Hill Australia Pty Ltd.
- Brukner, P., Kahn, K., Kibler, B., & Murrell, G. A. C. (2009). Shoulder pain. In P. Brukner & K. Kahn (Eds.), *Clinical sports medicine* (pp. 243-288). North Ryde: McGraw-Hill Australia Pty Ltd.
- Burke, R. E. (2007). Sir Charles Sherrington's the integrative action of the nervous system: a centenary appreciation. *Brain*, *130*(Pt 4), 887-894. doi: 10.1093/brain/awm022
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2000). Shoulder injuries in overhead athletes. The "dead arm" revisited. *Clin Sports Med*, *19*(1), 125-158.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2003a). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy*, *19*(4), 404-420. doi: 10.1053/jars.2003.50128
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2003b). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, *19*(6), 641-661.
- Carter, R. E., Lubinsky, J., & Domholdt, E. (2011). *Rehabilitation research: principles and applications* (4 th ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders.
- Clarsen, B., Myklebust, G., & Bahr, R. (2012). Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology. *Br J Sports Med*. doi: 10.1136/bjsports-2012-091524
- Cleland, J. (1867). On the Actions of Muscles passing over more than One Joint. *J Anat Physiol*, *1*(1), 85-93.
- Cools, A. M., Cambier, D., & Witvrouw, E. E. (2008). Screening the athlete's shoulder for impingement symptoms: a clinical reasoning algorithm for early detection of shoulder pathology. *Br J Sports Med*, *42*(8), 628-635. doi: 10.1136/bjism.2008.048074
- Cools, A. M., Declercq, G. A., Cambier, D. C., Mahieu, N. N., & Witvrouw, E. E. (2007). Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports*, *17*(1), 25-33. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00570.x
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Declercq, G. A., Danneels, L. A., & Cambier, D. C. (2003). Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med*, *31*(4), 542-549.
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Declercq, G. A., Vanderstraeten, G. G., & Cambier, D. C. (2004). Evaluation of isokinetic force production and associated muscle

- activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med*, 38(1), 64-68.
- Curl, L. A., & Warren, R. F. (1996). Glenohumeral joint stability. Selective cutting studies on the static capsular restraints. *Clin Orthop Relat Res*(330), 54-65.
- Dahl, H. A., & Rinvik, E. (2002). *Menneskets funksjonelle anatomi*. Oslo: Cappelen akademisk forlag.
- Digiovine, N. M., Jobe, F. W., Pink, M., & Perry, J. (1992). An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elbow Surg*, 1(1), 15-25. doi: 10.1016/s1058-2746(09)80011-6
- Dillman, C. J., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18(2), 402-408.
- Downar, J. M., & Sauer, E. L. (2005). Clinical Measures of Shoulder Mobility in the Professional Baseball Player. *J Athl Train*, 40(1), 23-29.
- Ebaugh, D. D., McClure, P. W., & Karduna, A. R. (2005). Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 20(7), 700-709. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2005.03.008
- Ebaugh, D. D., McClure, P. W., & Karduna, A. R. (2006). Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *J Electromyogr Kinesiol*, 16(3), 224-235. doi: 10.1016/j.jelekin.2005.06.015
- Ebaugh, D. D., & Spinelli, B. A. (2010). Scapulothoracic motion and muscle activity during the raising and lowering phases of an overhead reaching task. *J Electromyogr Kinesiol*, 20(2), 199-205. doi: 10.1016/j.jelekin.2009.04.001
- Eckenrode, B. J., Kelley, M. J., & Kelly, J. D. t. (2012). Anatomic and biomechanical fundamentals of the thrower shoulder. *Sports Med Arthrosc*, 20(1), 2-10. doi: 10.1097/JSA.0b013e3182471f03
- Engbretsen, L., Steffen, K., Alonso, J. M., Aubry, M., Dvorak, J., Junge, A., . . . Wilkinson, M. (2010). Sports injuries and illnesses during the Winter Olympic Games 2010. *Br J Sports Med*, 44(11), 772-780. doi: 10.1136/bjism.2010.076992
- Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med*, 39(7), 569-590.
- Escamilla, R. F., Barrentine, S. W., Fleisig, G. S., Zheng, N., Takada, Y., Kingsley, D., & Andrews, J. R. (2007). Pitching biomechanics as a pitcher approaches muscular fatigue during a simulated baseball game. *Am J Sports Med*, 35(1), 23-33. doi: 10.1177/0363546506293025
- Fahlstrom, M., & Soderman, K. (2007). Decreased shoulder function and pain common in recreational badminton players. *Scand J Med Sci Sports*, 17(3), 246-251. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00562.x
- Fahlstrom, M., Yeap, J. S., Alfredson, H., & Soderman, K. (2006). Shoulder pain -- a common problem in world-class badminton players. *Scand J Med Sci Sports*, 16(3), 168-173. doi: 10.1111/j.1600-0838.2004.00427.x
- Fleisig, G. S., Andrews, J. R., Cutter, G. R., Weber, A., Loftice, J., McMichael, C., . . . Lyman, S. (2011). Risk of serious injury for young baseball pitchers: a 10-year prospective study. *Am J Sports Med*, 39(2), 253-257. doi: 10.1177/0363546510384224
- Fleisig, G. S., Andrews, J. R., Dillman, C. J., & Escamilla, R. F. (1995). Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med*, 23(2), 233-239.

- Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (1996). Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries. *Sports Med*, 21(6), 421-437.
- Fradet, L., Botcazou, M., Durocher, C., Cretual, A., Multon, F., Prioux, J., & Delamarche, P. (2004). Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence? *J Sports Sci*, 22(5), 439-447. doi: 10.1080/02640410310001641647
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Clin J Sport Med*, 16(2), 97-106.
- Gilroy, M. G., MacPherson, B. R., & Ross, L. M. (2009). *Atlas of anatomy*. New York: Thieme Medical Publishers.
- Glousman, R., Jobe, F., Tibone, J., Moynes, D., Antonelli, D., & Perry, J. (1988). Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am*, 70(2), 220-226.
- Gohlke, F., Lippert, M. J., & Keck, O. (1993). [Instability and impingement of the shoulder of the high performance athlete in overhead stress]. *Sportverletz Sportschaden*, 7(3), 115-121. doi: 10.1055/s-2007-993494
- Graichen, H., Stammberger, T., Bonel, H., Karl-Hans, E., Reiser, M., & Eckstein, F. (2000). Glenohumeral translation during active and passive elevation of the shoulder - a 3D open-MRI study. *J Biomech*, 33(5), 609-613.
- Grigg, P. (1994). Peripheral neural mechanisms in proprioception. *J Sport Rehabil*(3), 2-17.
- Guido, J. A., Jr., Werner, S. L., & Meister, K. (2009). Lower-extremity ground reaction forces in youth windmill softball pitchers. *J Strength Cond Res*, 23(6), 1873-1876. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b42535
- Habermeyer, P., Schuller, U., & Wiedemann, E. (1992). The intra-articular pressure of the shoulder: an experimental study on the role of the glenoid labrum in stabilizing the joint. *Arthroscopy*, 8(2), 166-172.
- Halbrecht, J. L., Tirman, P., & Atkin, D. (1999). Internal impingement of the shoulder: comparison of findings between the throwing and nonthrowing shoulders of college baseball players. *Arthroscopy*, 15(3), 253-258.
- Happee, R., & Van der Helm, F. C. (1995). The control of shoulder muscles during goal directed movements, an inverse dynamic analysis. *J Biomech*, 28(10), 1179-1191.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., . . . Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1081-1093. doi: 10.1161/circulationaha.107.185649
- Heiman, G. W. (2011). *Basic statistics for the behavioral sciences* (6 ed.). Belmont: Wadsworth Cengage Learning.
- Herring, R. M., & Chapman, A. E. (1992). Effects of changes in segmental values and timing of both torque and torque reversal in simulated throws. *J Biomech*, 25(10), 1173-1184.
- Hertz, H. (1984). [Significance of the limbus glenoidalis for the stability of the shoulder joint]. *Wien Klin Wochenschr Suppl*, 152, 1-23.
- Hirashima, M., Kadota, H., Sakurai, S., Kudo, K., & Ohtsuki, T. (2002). Sequential muscle activity and its functional role in the upper extremity and trunk during

- overarm throwing. *J Sports Sci*, 20(4), 301-310. doi: 10.1080/026404102753576071
- Hodges, P. W. (2007). Motor control. In G. S. Kolt & L. Snyder-Mackler (Eds.), *Physical therapies in sport and exercise* (pp. 115-132): Churchill Livingstone - Elsevier.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*, 114(2), 362-370.
- Hogervorst, T., & Brand, R. A. (1998). Mechanoreceptors in joint function. *J Bone Joint Surg Am*, 80(9), 1365-1378.
- Hopper, D., Allison, G., Fernandes, N., O'Sullivan, L., & Wharton, A. (1998). Reliability of the peroneal latency in normal ankles. *Clin Orthop Relat Res*(350), 159-165.
- Howell, S. M., Galinat, B. J., Renzi, A. J., & Marone, P. J. (1988). Normal and abnormal mechanics of the glenohumeral joint in the horizontal plane. *J Bone Joint Surg Am*, 70(2), 227-232.
- Inman, V. T., Saunders, J. B., & Abbott, L. C. (1996). Observations of the function of the shoulder joint. 1944. *Clin Orthop Relat Res*(330), 3-12.
- Itoi, E., Newman, S. R., Kuechle, D. K., Morrey, B. F., & An, K. N. (1994). Dynamic anterior stabilisers of the shoulder with the arm in abduction. *J Bone Joint Surg Br*, 76(5), 834-836.
- Jamtvedt, G., Hagen, K. B., & Bjørndal, A. (2003). *Kunnskapsbasert Fysioterapi. Metode og arbeidsmåter*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Junge, A., Engebretsen, L., Mountjoy, M. L., Alonso, J. M., Renstrom, P. A., Aubry, M. J., & Dvorak, J. (2009). Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med*, 37(11), 2165-2172. doi: 10.1177/0363546509339357
- Karduna, A. R., Williams, G. R., Williams, J. L., & Iannotti, J. P. (1996). Kinematics of the glenohumeral joint: influences of muscle forces, ligamentous constraints, and articular geometry. *J Orthop Res*, 14(6), 986-993. doi: 10.1002/jor.1100140620
- Kawasaki, T., Yamakawa, J., Kaketa, T., Kobayashi, H., & Kaneko, K. (2012). Does scapular dyskinesis affect top rugby players during a game season? *J Shoulder Elbow Surg*, 21(6), 709-714. doi: 10.1016/j.jse.2011.11.032
- Kibler, W. B. (1995). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sports Med*, 14(1), 79-85.
- Kibler, W. B. (1998). The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med*, 26(2), 325-337.
- Kibler, W. B., Ludewig, P. M., McClure, P. W., Michener, L. A., Bak, K., & Sciascia, A. D. (2013). Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'scapular summit'. *Br J Sports Med*. doi: 10.1136/bjsports-2013-092425
- Kibler, W. B., & McMullen, J. (2003). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg*, 11(2), 142-151.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Med*, 36(3), 189-198.
- Kibler, W. B., Sciascia, A., & Dome, D. (2006). Evaluation of apparent and absolute supraspinatus strength in patients with shoulder injury using the scapular retraction test. *Am J Sports Med*, 34(10), 1643-1647. doi: 10.1177/0363546506288728

- Kibler, W. B., Sciascia, A., & Wilkes, T. (2012). Scapular dyskinesia and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg*, 20(6), 364-372. doi: 10.5435/jaaos-20-06-364
- Kibler, W. B., & Thomas, S. J. (2012). Pathomechanics of the throwing shoulder. *Sports Med Arthrosc*, 20(1), 22-29. doi: 10.1097/JSA.0b013e3182432cf2
- Kristoffersen, E. L. (2008). *Forebygging av skuldersmerter hos mannlige håndballspillere. En klyngerandomisert kontrollert pilotstudie*. Master, Norge Idrettshøgskole, Oslo.
- Kuhn, J. E., Huston, L. J., Soslowsky, L. J., Shyr, Y., & Blasier, R. B. (2005). External rotation of the glenohumeral joint: ligament restraints and muscle effects in the neutral and abducted positions. *J Shoulder Elbow Surg*, 14(1 Suppl S), 39S-48S. doi: 10.1016/j.jse.2004.09.016
- Kuhn, J. E., Plancher, K. D., & Hawkins, R. J. (1995). Scapular Winging. *J Am Acad Orthop Surg*, 3(6), 319-325.
- Laudner, K. G., Myers, J. B., Pasquale, M. R., Bradley, J. P., & Lephart, S. M. (2006). Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36(7), 485-494.
- Lephart, S. M., Riemann, B. L., & Fu, F. H. (2000). Introduction to the sensorimotor system. In S. M. Lephart & F. H. Fu (Eds.), *Proprioception and Neuromuscular Control on Joint Stability*.: Human Kinetics.
- Lippitt, S., & Matsen, F. (1993). Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin Orthop Relat Res*(291), 20-28.
- Ludewig, P. M., & Cook, T. M. (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther*, 80(3), 276-291.
- Ludewig, P. M., Cook, T. M., & Nawoczenski, D. A. (1996). Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J Orthop Sports Phys Ther*, 24(2), 57-65.
- Ludewig, P. M., Phadke, V., Braman, J. P., Hassett, D. R., Cieminski, C. J., & LaPrade, R. F. (2009). Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *J Bone Joint Surg Am*, 91(2), 378-389. doi: 10.2106/jbjs.g.01483
- Ludewig, P. M., & Reynolds, J. F. (2009). The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther*, 39(2), 90-104. doi: 10.2519/jospt.2009.2808
- Lukasiewicz, A. C., McClure, P., Michener, L., Pratt, N., & Sennett, B. (1999). Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther*, 29(10), 574-583; discussion 584-576.
- Lyman, S., Fleisig, G. S., Andrews, J. R., & Osinski, E. D. (2002). Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 30(4), 463-468.
- MacWilliams, B. A., Choi, T., Perezous, M. K., Chao, E. Y., & McFarland, E. G. (1998). Characteristic ground-reaction forces in baseball pitching. *Am J Sports Med*, 26(1), 66-71.
- Marshall, R. N., & Elliott, B. C. (2000). Long-axis rotation: the missing link in proximal-to-distal segmental sequencing. *J Sports Sci*, 18(4), 247-254. doi: 10.1080/026404100364983
- Matsen, F. A., 3rd, Harryman, D. T., 2nd, & Sidles, J. A. (1991). Mechanics of glenohumeral instability. *Clin Sports Med*, 10(4), 783-788.

- McClure, P., Tate, A. R., Kareha, S., Irwin, D., & Zlupko, E. (2009). A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 1: reliability. *J Athl Train, 44*(2), 160-164. doi: 10.4085/1062-6050-44.2.160
- McClure, P. W., Michener, L. A., & Karduna, A. R. (2006). Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther, 86*(8), 1075-1090.
- McClure, P. W., Michener, L. A., Sennett, B. J., & Karduna, A. R. (2001). Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg, 10*(3), 269-277. doi: 10.1067/mse.2001.112954
- McLean, S. G., Walker, K., Ford, K. R., Myer, G. D., Hewett, T. E., & van den Bogert, A. J. (2005). Evaluation of a two dimensional analysis method as a screening and evaluation tool for anterior cruciate ligament injury. *Br J Sports Med, 39*(6), 355-362. doi: 10.1136/bjism.2005.018598
- McMahon, P. J., Debski, R. E., Thompson, W. O., Warner, J. J., Fu, F. H., & Woo, S. L. (1995). Shoulder muscle forces and tendon excursions during glenohumeral abduction in the scapular plane. *J Shoulder Elbow Surg, 4*(3), 199-208.
- McQuade, K. J., Dawson, J., & Smidt, G. L. (1998). Scapulothoracic muscle fatigue associated with alterations in scapulohumeral rhythm kinematics during maximum resistive shoulder elevation. *J Orthop Sports Phys Ther, 28*(2), 74-80.
- McQuade, K. J., Hwa Wei, S., & Smidt, G. L. (1995). Effects of local muscle fatigue on three-dimensional scapulohumeral rhythm. *Clin Biomech (Bristol, Avon), 10*(3), 144-148.
- Michener, L. A., McClure, P. W., & Karduna, A. R. (2003). Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon), 18*(5), 369-379.
- Moller, M., Attermann, J., Myklebust, G., & Wedderkopp, N. (2012). Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. *Br J Sports Med, 46*(7), 531-537. doi: 10.1136/bjsports-2012-091022
- Moore, J. C. (1984). The Golgi tendon organ: a review and update. *Am J Occup Ther, 38*(4), 227-236.
- Moraes, G. F., Faria, C. D., & Teixeira-Salmela, L. F. (2008). Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg, 17*(1 Suppl), 48S-53S. doi: 10.1016/j.jse.2007.08.007
- Morris, A. D., Kemp, G. J., & Frostick, S. P. (2004). Shoulder electromyography in multidirectional instability. *J Shoulder Elbow Surg, 13*(1), 24-29. doi: 10.1016/s1058274603002489
- Mottram, S. L. (1997). Dynamic stability of the scapula. *Man Ther, 2*(3), 123-131. doi: 10.1054/math.1997.0292
- Mulder, T., & Hulstyn, W. (1984). Sensory feedback therapy and theoretical knowledge of motor control and learning. *Am J Phys Med, 63*(5), 226-244.
- Munro, A., Herrington, L., & Carolan, M. (2012). Reliability of 2-dimensional video assessment of frontal-plane dynamic knee valgus during common athletic screening tasks. *J Sport Rehabil, 21*(1), 7-11.
- Myers, J. B., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., Bradley, J. P., & Lephart, S. M. (2005). Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am J Sports Med, 33*(2), 263-271.
- Myers, J. B., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., Bradley, J. P., & Lephart, S. M. (2006). Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in

- throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med*, 34(3), 385-391. doi: 10.1177/0363546505281804
- Myers, J. B., & Lephart, S. M. (2000). The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *J Athl Train*, 35(3), 351-363.
- Myklebust, G., Hasslan, L., Bahr, R., & Steffen, K. (2011). High prevalence of shoulder pain among elite Norwegian female handball players. *Scand J Med Sci Sports*. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01398.x
- Myklebust, G., Maehlum, S., Holm, I., & Bahr, R. (1998). A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scand J Med Sci Sports*, 8(3), 149-153.
- Natsis, K., Tsikaras, P., Totlis, T., Gigis, I., Skandalakis, P., Appell, H. J., & Koebke, J. (2007). Correlation between the four types of acromion and the existence of enthesophytes: a study on 423 dried scapulas and review of the literature. *Clin Anat*, 20(3), 267-272. doi: 10.1002/ca.20320
- Neer, C. S., 2nd. (1972). Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*, 54(1), 41-50.
- O'Brien, S. J., Neves, M. C., Arnoczky, S. P., Rozbruch, S. R., Dicarlo, E. F., Warren, R. F., . . . Wickiewicz, T. L. (1990). The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder. *Am J Sports Med*, 18(5), 449-456.
- Ogston, J. B., & Ludewig, P. M. (2007). Differences in 3-dimensional shoulder kinematics between persons with multidirectional instability and asymptomatic controls. *Am J Sports Med*, 35(8), 1361-1370. doi: 10.1177/0363546507300820
- Oliver, G. D. (2013). Relationship between gluteal muscle activation and upper extremity kinematics and kinetics in softball position players. *Med Biol Eng Comput*. doi: 10.1007/s11517-013-1056-3
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2006). Injury pattern in youth team handball: a comparison of two prospective registration methods. *Scand J Med Sci Sports*, 16(6), 426-432. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00484.x
- Olsen, S. J., 2nd, Fleisig, G. S., Dun, S., Loftice, J., & Andrews, J. R. (2006). Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 34(6), 905-912. doi: 10.1177/0363546505284188
- Oyama, S., Myers, J. B., Wassinger, C. A., Daniel Ricci, R., & Lephart, S. M. (2008). Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. *J Athl Train*, 43(6), 565-570. doi: 10.4085/1062-6050-43.6.565
- Paletta, G. A., Jr., Warner, J. J., Warren, R. F., Deutsch, A., & Altchek, D. W. (1997). Shoulder kinematics with two-plane x-ray evaluation in patients with anterior instability or rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg*, 6(6), 516-527.
- Pappas, A. M., Zawacki, R. M., & Sullivan, T. J. (1985). Biomechanics of baseball pitching. A preliminary report. *Am J Sports Med*, 13(4), 216-222.
- Park, S. S., Loebenberg, M. L., Rokito, A. S., & Zuckerman, J. D. (2002a). The shoulder in baseball pitching: biomechanics and related injuries-part 1. *Bull Hosp Jt Dis*, 61(1-2), 68-79.
- Park, S. S., Loebenberg, M. L., Rokito, A. S., & Zuckerman, J. D. (2002b). The shoulder in baseball pitching: biomechanics and related injuries-part 2. *Bull Hosp Jt Dis*, 61(1-2), 80-88.
- Pellegrini, A., Tonino, P., Paladini, P., Cutti, A., Ceccarelli, F., & Porcellini, G. (2013). Motion analysis assessment of alterations in the scapulo-humeral rhythm after throwing in baseball pitchers. *Musculoskelet Surg*. doi: 10.1007/s12306-013-0253-4

- Pink, M. M., & Perry, J. (1996). Biomechanics of the shoulder. In F. W. Jobe (Ed.), *Operative techniques in upper extremity sports injuries* (pp. 109-123). St. Louis: Mosby.
- Poppen, N. K., & Walker, P. S. (1976). Normal and abnormal motion of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*, *58*(2), 195-201.
- Portney, L. G., & Waktins, M. P. (2000). *Foundations of clinical research: applications to practice* (2nd ed ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Putnam, C. A. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations. *J Biomech*, *26 Suppl 1*, 125-135.
- Riemann, B. L., & Guskiewicz, K. M. (2000). Contribution of peripheral somatosensory system to balance and postural equilibrium. In S. M. Lephart & F. H. Fu (Eds.), *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* (pp. 37-51). Champaign: Human Kinetics.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train*, *37*(1), 71-79.
- Rodosky, M. W., Harner, C. D., & Fu, F. H. (1994). The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder. *Am J Sports Med*, *22*(1), 121-130.
- Rousson, V., Gasser, T., & Seifert, B. (2002). Assessing intrarater, interrater and test-retest reliability of continuous measurements. *Stat Med*, *21*(22), 3431-3446. doi: 10.1002/sim.1253
- Saha, A. K. (1971). Dynamic stability of the glenohumeral joint. *Acta Orthop Scand*, *42*(6), 491-505.
- Saw, R., Dennis, R. J., Bentley, D., & Farhart, P. (2011). Throwing workload and injury risk in elite cricketers. *Br J Sports Med*, *45*(10), 805-808. doi: 10.1136/bjism.2009.061309
- Sciascia, A., Thigpen, C., Namdari, S., & Baldwin, K. (2012). Kinetic chain abnormalities in the athletic shoulder. *Sports Med Arthrosc*, *20*(1), 16-21. doi: 10.1097/JSA.0b013e31823a021f
- Seil, R., Rupp, S., Tempelhof, S., & Kohn, D. (1998). Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med*, *26*(5), 681-687.
- Seitz, A. L., Reinold, M., Schneider, R. A., Gill, T. J., & Thigpen, C. (2012). No effect of scapular position on 3-dimensional scapular motion in the throwing shoulder of healthy professional pitchers. *J Sport Rehabil*, *21*(2), 186-193.
- Shumway-Cook, A., & Wollacott, M. H. (1995). *Motor control: theory and practical applications*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Smith, M., Sparkes, V., Busse, M., & Enright, S. (2009). Upper and lower trapezius muscle activity in subjects with subacromial impingement symptoms: is there imbalance and can taping change it? *Phys Ther Sport*, *10*(2), 45-50. doi: 10.1016/j.ptsp.2008.12.002
- Snyder, S. J., Karzel, R. P., Del Pizzo, W., Ferkel, R. D., & Friedman, M. J. (1990). SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy*, *6*(4), 274-279.
- Stensrud, S., Myklebust, G., Kristianslund, E., Bahr, R., & Krosshaug, T. (2011). Correlation between two-dimensional video analysis and subjective assessment in evaluating knee control among elite female team handball players. *Br J Sports Med*, *45*(7), 589-595. doi: 10.1136/bjism.2010.078287
- Struyf, F., Nijs, J., De Graeve, J., Mottram, S., & Meeusen, R. (2011). Scapular positioning in overhead athletes with and without shoulder pain: a case-control

- study. *Scand J Med Sci Sports*, 21(6), 809-818. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01115.x
- Tate, A. R., McClure, P., Kareha, S., Irwin, D., & Barbe, M. F. (2009). A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 2: validity. *J Athl Train*, 44(2), 165-173. doi: 10.4085/1062-6050-44.2.165
- Teece, R. M., Lunden, J. B., Lloyd, A. S., Kaiser, A. P., Cieminski, C. J., & Ludewig, P. M. (2008). Three-dimensional acromioclavicular joint motions during elevation of the arm. *J Orthop Sports Phys Ther*, 38(4), 181-190. doi: 10.2519/jospt.2008.2386
- Terry, G. C., & Chopp, T. M. (2000). Functional anatomy of the shoulder. *J Athl Train*, 35(3), 248-255.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2011). *Research methods in physical activity* (6 ed.). Champaign: Human kinetics.
- Tovin, B. J., & Reiss, J. P. (2007). Shoulder. In G. S. Kolt & L. Snyder-Mackler (Eds.), *Physical therapies in sport and exercise*: Churchill Livingstone - Elsevier.
- Toyoshima, S., Hoshikawa, T., & Miyashita, M. (1974). Contribution of body parts to throwing performance *Biomechanics* (pp. 169-174). Baltimore: University Park Press.
- Tsai, N. T., McClure, P. W., & Karduna, A. R. (2003). Effects of muscle fatigue on 3-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(7), 1000-1005.
- Turkel, S. J., Panio, M. W., Marshall, J. L., & Girgis, F. G. (1981). Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am*, 63(8), 1208-1217.
- Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Roy, T., & Gleim, G. W. (2000). Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement. *Am J Sports Med*, 28(5), 668-673.
- Uhl, T. L., Kibler, W. B., Gecewich, B., & Tripp, B. L. (2009). Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. *Arthroscopy*, 25(11), 1240-1248. doi: 10.1016/j.arthro.2009.06.007
- van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004). A force-velocity relationship and coordination patterns in overarm throwing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 211-219.
- van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2007). A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *J Appl Biomech*, 23(1), 12-19.
- van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2009). Is there a proximal-to-distal sequence in overarm throwing in team handball? *J Sports Sci*, 27(9), 949-955. doi: 10.1080/02640410902960502
- van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med*, 14(2), 82-99.
- Vangsnest, C. T., Jr., Ennis, M., Taylor, J. G., & Atkinson, R. (1995). Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa. *Arthroscopy*, 11(2), 180-184.
- Vlak, T., & Pivalica, D. (2004). Handball: the beauty or the beast. *Croat Med J*, 45(5), 526-530.
- Wadsworth, D. J., & Bullock-Saxton, J. E. (1997). Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. *Int J Sports Med*, 18(8), 618-624. doi: 10.1055/s-2007-972692

- Wagner, H., Buchecker, M., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2010). Kinematic description of elite vs. low level players in team-handball jump throw. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 15-23.
- Wagner, H., Kainrath, S., & Müller, E. (2008). Coordinative and tactical parameters of team-handball throw. The correlation of level of performance, throwing quality and selected technique-tactical parameters. *Leistungssport*, 38(5), 35-41.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Tilp, M., Landlinger, J., von Duvillard, S. P., & Muller, E. (2012). Upper-body kinematics in team-handball throw, tennis serve, and volleyball spike. *Scand J Med Sci Sports*.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Von Duvillard, S. P., & Muller, E. (2012). Skill-dependent proximal-to-distal sequence in team-handball throwing. *J Sports Sci*, 30(1), 21-29. doi: 10.1080/02640414.2011.617773
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2011). Performance and kinematics of various throwing techniques in team-handball. *Journal of Sports Science and Medicine*(10), 73-80.
- Walch, G., Boileau, P., Noel, E., & Donell, S. T. (1992). Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: An arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg*, 1(5), 238-245. doi: 10.1016/s1058-2746(09)80065-7
- Warner, J. J., Deng, X. H., Warren, R. F., & Torzilli, P. A. (1992). Static capsuloligamentous restraints to superior-inferior translation of the glenohumeral joint. *Am J Sports Med*, 20(6), 675-685.
- Warner, J. J., Micheli, L. J., Arslanian, L. E., Kennedy, J., & Kennedy, R. (1992). Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moire topographic analysis. *Clin Orthop Relat Res*(285), 191-199.
- Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Holm, R., & Froberg, K. (2003). Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball--with and without ankle disc. *Scand J Med Sci Sports*, 13(6), 371-375.
- Weiser, W. M., Lee, T. Q., McMaster, W. C., & McMahan, P. J. (1999). Effects of simulated scapular protraction on anterior glenohumeral stability. *Am J Sports Med*, 27(6), 801-805.
- Werner, S. L., Fleisig, G. S., Dillman, C. J., & Andrews, J. R. (1993). Biomechanics of the elbow during baseball pitching. *J Orthop Sports Phys Ther*, 17(6), 274-278.
- Wilk, K. E., Meister, K., & Andrews, J. R. (2002). Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med*, 30(1), 136-151.
- Williams, G. N., Chmielewski, T., Rudolph, K., Buchanan, T. S., & Snyder-Mackler, L. (2001). Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther*, 31(10), 546-566.
- Worsley, P., Warner, M., Mottram, S., Gadola, S., Veeger, H. E., Hermens, H., . . . Stokes, M. (2012). Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults. *J Shoulder Elbow Surg*. doi: 10.1016/j.jse.2012.06.010
- Zweig, M. H., & Campbell, G. (1993). Receiver-operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. *Clin Chem*, 39(4), 561-577.

Figuroversikt

Figur 1.1:	<i>Stegene for utvikling av skadeforebyggende tiltak. "The sequence of prevention of sports injuries" (van Mechelen, Hlobil, & Kemper, 1992)</i>	s.12
Figur 2.1:	<i>Leddene i skulderkomplekset (Gilroy, MacPherson, & Ross, 2009)</i>	s.18
Figur 2.2:	<i>Ligamenter i skulderkomplekset (Gilroy, et al., 2009)</i>	s.21
Figur 2.3:	<i>Rotatorcuffen; mm. supraspinatus, infraspinatus, teres minor og subscapularis (Gilroy, et al., 2009)</i>	s.23
Figur 2.4:	<i>Sentrale bidragsyttere til bevegelse og stabilitet av scapula (Gilroy, et al., 2009)</i>	s.25
Figur 2.5:	<i>Scapulas bevegelser; medial- og lateral rotasjon (A), oppover- og nedover rotasjon (B), anterior- og posterior tilting (C) (Ludewig et al., 2009)</i>	s.27
Figur 2.6:	<i>Translasjonsbevegelser mellom scapula og thorax; clavikulær protraksjon/retraksjon(A), scapulær elevasjon/depresjon (B)(Ludewig, et al., 2009)</i>	s.27
Figur 2.7:	<i>De fire fasene ved en kastbevegelse; "wind-up", "cocking", akselerasjon- og oppbremsingsfasen (van den Tillaar & Ettema, 2007).</i>	s.33
Figur 2.8:	<i>Kraftoverføring i den kinetiske kjede (Kibler & Thomas, 2012).</i>	s.36
Figur 3.1:	<i>Subjektiv vurdering av nevro-muskulær kontroll omkring scapula ved fleksjon i glenohumeralledet med fem kilogram ekstern vekt.</i>	s.58
Figur 3.2:	<i>Subjektiv vurdering av nevro-muskulær kontroll omkring hofta og kne ved ett bens knebøy.</i>	s.59
Figur 4.1:	<i>Figuren illustrerer variasjonen i prevalensen av skulderproblemer og betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen (N=206).</i>	s.68

- Figur 4.2:** *Figuren illustrerer variasjonen i den gjennomsnittlige alvorlighetsskåren i løpet av sesongen for skulderproblemer og betydelige skulderproblemer på dominant side (N=206).* s.69
- Figur 4.3:** *Figuren illustrerer variasjonen i alvorlighetsskåren og antall tilbakemeldinger på belastningsskadeskjemaet i løpet av sesongen for en spiller som regnes å ha et betydelig skulderproblem på dominant side (n=1).* s.70
- Figur 4.4:** *Figuren viser variasjonen i svarprosenten på belastningsskadeskjemaet i løpet av sesongen (N=206).* s.70

Tabelloversikt

Tabell 3.1:	<i>Oversikt over spillerkarakteristika presentert med gjennomsnitt og standard avvik (SD) (N=206)</i>	s.57
Tabell 3.2:	<i>Oversikt over spillerkarakteristika presentert med prosent (%) (N=206)</i>	s.57
Tabell 3.3:	<i>Tabellen illustrer i hvilken grad de fire testene av nevromuskulær kontroll sammen kan forutsi en individuell gjennomsnittlig skår over eller under ulike cut-off verdier på alvorlighets-skåren for spillere uten smerte under testing og som har respondert ≥ 4 ganger på belastningsskadeskjemaet i løpet av sesongen (n=163).</i>	s.63
Tabell 4.1:	<i>Oversikt over gradering av nevromuskulær kontroll for spillere uten smerte under testing ved oppstart av studien (N=205).</i>	s.71
Tabell 4.2:	<i>Sammenligning av ekskluderte- (n=43) og inkluderte spillere (n=163) i analysene av nevromuskulær kontroll som risikofaktor for betydelige skulderproblemer</i>	s.72
Tabell 4.3:	<i>Risiko for betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen for de ulike graderingene innad i de fire testene (n=163).</i>	s.73
Tabell 4.4:	<i>Risiko for betydelige skulderproblemer på dominant side i løpet av sesongen for de ulike graderingene og på tvers av de fire testene (n=163).</i>	s.74
Tabell 4.5:	<i>Tabellen illustrerer de ulike testenes evne til å forutsi en individuell gjennomsnittlig alvorlighets-skår over eller under cut-off verdien 40 (n=163).</i>	s.75
Tabell 4.6:	<i>Intratester reliabiliteten ved gradering av nevromuskulær kontroll ved videoobservasjon av 30 utvalgte spillere (n=30).</i>	s.75

Vedlegg

Vedlegg 1:	Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk	s.117
Vedlegg 2:	Forespørsel om deltakelse i prosjektet	s.118
Vedlegg 3:	Informasjonsbrev og samtykkeerklæring	s.119
Vedlegg 4:	Spørreskjema angående skulderskader i håndball (Fahlstrøm)	s.121
Vedlegg 5:	Belastningsskadeskjema	s.123

Vedlegg 1



Region: Saksbehandler: Telefon:
REK sør-øst A Jørgen Hardang 22845516

Vår dato: Vår referanse:
24.06.2011 2011/1104
Deres dato: Deres referanse:

Benjamin Clarsen
Norges Idrettshøgskole
Oslo

2011/1104a Risikofaktorer for skulderskader hos mannlige elite handball spillere

Vi viser til søknad om forhåndsgodkjenning av ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden ble behandlet av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk i møtet 9. juni 2011. Søknaden er vurdert i henhold til lov av 20. juni 2008 nr. 44, om medisinsk og helsefaglig forskning (helseforskningsloven) kapittel 3, med tilhørende forskrift om organisering av medisinsk og helsefaglig forskning av 1. juli 2009 nr 0955.

Prosjektleder: Benjamin Clarsen

Forskningsansvarlig: Norges Idrettshøgskole

Prosjektet har som mål å frembringe kunnskap om risikofaktorer og skademekanismer for skulderskader hos håndballspillere. Etter avgitt samtykke skal bevegelighet og styrke i skulderregionen undersøkes med metoder som er standardisert og som har vært brukt i flere vitenskapelige undersøkelser av andre idrettsutøvere, blant annet baseball og tennis spillere. Videre skal deltagerne svare på spørsmål om mulige skulderproblemer.

Prosjektet fremstår som et idrettsmedisinsk prosjekt hvor det skal anvendes anerkjente, svært lite belastende undersøkelser på frivillige aktive idrettsutøvere. Målet er ikke ny kunnskap om diagnose og behandling, men om skadetilstanden blant elitespillere. Undersøkelsen innebærer ingen spesiell risiko eller belastning for idrettsutøverne. En slik kartlegging kan gjøres om en del av oppfølgingen av spillerne med tanke på forebyggende arbeid.

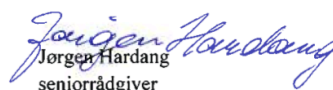
Vedtak

Etter søknaden fremstår prosjektet som idrettsfaglig prosjekt som en del av oppfølgingen av elitespillere. Det faller derfor utenfor helseforskningslovens virkeområde, jf. § 2. Prosjektet kan gjennomføres uten godkjenning av REK.

Komiteens vedtak kan påklages til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag, jfr. helseforskningsloven § 10, 3 ledd og forvaltningsloven § 28. En eventuell klage sendes til REK Sørøst A. Klagefristen er tre uker fra mottak av dette brevet, jfr. forvaltningsloven § 29.

Med vennlig hilsen

Gunnar Nicolaysen
professor dr. med.
leder


Jørgen Hardang
seniorrådgiver

Kopi: Norges Idrettshøgskole ved øverste administrative ledelse: postmottak@nih.no

Besøksadresse:
Gullhaug torg 4A
0484 Oslo

Telefon: 22845511
E-post: post@helseforskning.etikkom.no
Web: http://helseforskning.etikkom.no

Vi ber om at alle henvendelser sendes inn via vår saksportal eller på e-post. Vennligst oppgi vårt referansenummer i korrespondansen.

Vedlegg 2



Anders Thomsen
Hovedtrener Oppsal Håndball

FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I PROSJEKTET: "Risikofaktorer for skulderskader i håndball "

Kjære Anders,

Senter for idrettsskedeforskning ved Norges idrettshøgskole jobber med et nytt prosjekt for å øke kunnskapen om skulderskader i håndball.

Dette prosjektet bygger på noen av våre tidligere undersøkelser, som viser at mange håndballspillere sliter med skulderplager. Vi vil kartlegge dette alvorlige problemet i den norske eliteserien, samt finne ut hvilke fysiske faktorer som vil kunne øke sannsynligheten for at en spiller får en skulderskade. Men denne informasjon kan vi utvikle mer effektive forebyggingsprogrammer, og hjelpe deg som trener til å identifisere hvilke spillere har mest behov for spesialtrening/ skadeforebyggende tiltak.

Vi vil invitere dine utøvere til å delta i en studie hvor vi (Ben og Grethe) stiller på en vanlig trening og undersøker spillernes skulderstyrke, bevegelighet og koordinasjon. Deretter vil vi registrere alle skulderplager de opplever i løpet av sesongen 2011-12, med hjelp av regelmessige spørreskjemaer.

Spillerne får tilsendt en link til et spørreskjema på e-post annenhver uke, der vil utøveren få noen korte spørsmål om belastningsskader i skuldrene. Alle må fylle ut spørreskjemaene, uansett om de er skadet eller ikke. Det vil ta om lag 2 minutter å fylle ut skjemaet hver gang. Utøverne vil i spørreskjemaet også registrere hvor mye de trener og spiller håndball.

Dersom utøveren har fravær fra trening på grunn av skade eller sykdom vil en av oss ta kontakt med den skadde utøveren pr telefon for å gjennomføre et kort intervju. Til slutt, etter at registreringen er fullført, vil vi kanskje måtte kontakte enkeltutøvere hvis det er behov for å klargjøre noe angående svarene som er gitt.

Om du bestemmer deg for å delta i studien, skal ditt lags deltagelse være konfidensiell. Alle personlige data vil bli anonymisert etter at innsamlingen er over, og det skal ikke være mulig å identifisere verken individer eller lag i rapporter fra studien.

Angrer du på ditt lags deltagelse på noe som helst tidspunkt, kan du selvfølgelig trekke laget fra studien uten å måtte oppgi noen grunn, og uten konsekvenser. Alle data som er samlet inn til da vil i så fall bli anonymisert.

Vi håper du og laget ønsker å delta.

Hvis du vil ha mer informasjon om studien, kan vi kontaktes på telefonnummer 23 26 23 70 eventuelt på e-post grethe.myklebust@nih.no.

Med vennlig hilsen

Grethe Myklebust
Førsteamanuensis, Fysioterapeut dr. scient.

Roald Bahr
Professor dr. med.

Ben Clarsen
Fysioterapeut, stipendiat

Vedlegg 3



NORGES IDRETTSHØGSKOLE



FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I PROSJEKTET:

”Risikofaktorer for skulderskader hos mannlige elitehåndballspillere - En prospektiv kohortstudie”

Bakgrunn for undersøkelsen

Belastningsskader i skulderleddet hos håndballspillere har i det siste vært et svært aktuelt tema, både i media og i forskningssammenheng. Dette skyldes først og fremst den store hyppigheten av denne type skade blant håndballspillere, som vi tror påvirker mer en 50 % av spillerne i den norske eliteserien. Problemet så langt er imidlertid at vi vet for lite om risikofaktorene og skademekanismene for skulderskader hos håndballspillere. Denne informasjonen er viktig når vi forsøker å forebygge skader, både for å kunne vite hvem som vil ha størst glede av forebyggende trening og for å kunne utvikle mest mulig effektive treningsmetoder.

Senter for idrettsskedeforskning er en forskningsgruppe bestående av fysioterapeuter, kirurger og biomekanikere med kunnskap innen idrettsmedisin. Vår hovedmålsetting er å forebygge skader i norsk idrett, med spesiell satsning på fotball, håndball, ski og snowboard. Denne studien er en viktig brikke i arbeidet med å avdekke hvorfor noen får en skuldeskade. Vi ønsker nå å undersøke ulike mulige risikofaktorer for skader, for deretter å kartlegge hvem som får skulderproblemer den påfølgende sesongen.

Gjennomføring av undersøkelsen

Vi ønsker at du som elitespiller deltar i denne studien, og deltakelsen er frivillig. Testingen vil finne sted i løpet av en vanlig trening høsten 2011. Vi vil gjennomføre ulike styrke- og bevegelighetstester i skulderleddet, samt en analyse av din skulderbevegelighet sett bakfra. I tillegg vil vi undersøke hvordan du utfører en ettbens knebøy. Ved de to sistnevnte testene vil vi bruke et videokamera som filmer dine bevegelser.

Testingen vil ta ca. 20 minutter. I tillegg til disse testene vil du få utdelt et spørreskjema, med spørsmål vedrørende din treningsmengde og spilleposisjon, tidligere skader, og skulderplager??(funksjon). Spørreskjemaet besvares i løpet av testdagen, og det vil ta ca. 10 min.

Behandling av testresultatene

Vi vil i løpet av den påfølgende sesongen følge opp alle lag og spillere som vi har testet og registrere alle skulderskader som oppstår. Dataene vil bli behandlet konfidensielt, og kun i forskningsøyemed. Alle som utfører testingen og forskere som benytter dataene er underlagt taushetsplikt.

Vi vil underveis i testingen ta videoopptak av dere som vi senere kan ønske å bruke i undervisnings- og formidlingssammenheng. Opptakene inkluderer situasjoner der dere kun har på shorts. Dersom dere ikke vil at deres opptak skal være aktuelle for slik bruk krysser dere av for det i samtykkeerklæringen.

Hva får du ut av det?

Du vil få kopi av dine resultater fra styrketestene som gjennomføres i løpet av testingen.

Angrer du?

Du kan selvfølgelig trekke deg fra forsøket når som helst uten å måtte oppgi noen grunn. Alle data som angår deg vil uansett bli anonymisert.

Spørsmål?

Ring gjerne til Grethe Myklebust, tlf.: 23 26 23 70 hvis du har spørsmål om prosjektet, eller send e-post til grethe.myklebust@nih.no.

*”Risikofaktorer for skulderskader hos mannlige elitehåndballspillere
- En prospektiv kohortstudie”*

SAMTYKKEERKLÆRING

Jeg har mottatt skriftlig og muntlig informasjon om studien ”*Risikofaktorer for skulderskader hos mannlige elitehåndballspillere - En prospektiv kohortstudie.*” Jeg er klar over at jeg kan trekke meg fra undersøkelsen på et hvilket som helst tidspunkt.

Jeg ønsker ikke at video av meg skal brukes i undervisningssammenheng

Sted Dato

.....
Underskrift

.....
Navn med blokkbokstaver

.....
Adresse

.....
Mobiltelefon

.....
E-postadresse

Vedlegg 4

SPØRRESKJEMA ANGÅENDE SKULDERSMERTER I HÅNDBALL

Dato
Navn
Drakt Nr.
Klubb

Fødselsdato _____ Høyde _____ Vekt _____

Høyrehendt Venstrehendt

Spillerposisjon

Hø kant Midt back Ve. Kant Målvakt

Hø back Ve. Back Strek

Gjennomsnittlig antall timer håndball/uke (trening og kamp) _____ timer

Gjennomsnittlig antall timer øvrig trening for skuldrene/uke (eks styrketrening) _____ timer

Hvor mange år har du spilt håndball? _____ år

Hvor mange år har du spilt i eliteserien? _____ år

1. Har du hatt vondt i skuldrene i forbindelse med håndballspill - nå eller tidligere?

Ja Nei

Hvis svaret er nei, er du ferdig med denne siden. Hvis svaret er ja - fortsett nedenfor

2. Har du vondt i skuldrene akkurat nå?

Ja Nei

Hvis nei, fortsett på punkt 3.

Hvis ja - hvilken skulder? Høyre Venstre Begge

Hvor lenge har du hatt vondt? (uker)

Hvordan begynte smertene? Plutselig over tid

Når har du vondt?

- Når du bruker/belaster skulderen?
- Etter bruk av skulderen
- Av og til uavhengig av bruk/belastning av skulderen
- Hele tiden

Hvor intens er smerten når du har vondt? Marker med ett kryss på linjen

Ingen smerte |-----| Værst tenkelig smerte

Har dine skuldersmerter gjort at du må endre på treningen din? Ja Nei

Har dine skuldersmerter gjort at du ikke kan spille kamp? Ja Nei

SPØRRESKJEMA ANGÅENDE SKULDERSMERTER I HÅNDBALL

- Påvirker skuldersmerter dine daglige aktiviteter for øvrig (f.eks løfte, gre håret etc)? Ja Nei
- Gjør skuldersmertene at du har problemer med å sove? Ja Nei
- Føler du deg støl/stiv i skulderen? Ja Nei
- Har du søkt medisinsk hjelp for dine skuldersmerter? Ja Nei
- Hvis ja, hvem har du søkt hjelp hos? Lege Fysioterapeut Annet
- Har du fått noen diagnose? Ja Nei
- Hvis ja, hvilken?
- Har du fått noen behandling? Ja Nei
- Hvis ja, hvilken?

3. Hvis du ikke har vondt i skuldrene akkurat nå - har du hatt vondt i skuldrene tidligere?

- Ja Nei
- Hvis ja - hvilken skulder? Høyre Venstre Begge
- Hvor lenge siden er det du hadde vondt? Uker
- Hvor lenge har du hatt vondt? (uker)
- Hvordan begynte smertene? Plutselig over tid
- Når hadde du vondt?
- Ved bruk/belastning av skulderen
 - Etter bruk av skulderen
 - av og til uavhengig av bruk/belastning av skulderen
 - Hele tiden

Hvor intensiv er smerten når du har vondt? Marker med ett kryss på linjen

Ingen smerte |-----| Værst tenkelig smerte

- Gjorde dine skuldersmerter at du må endre på treningen din? Ja Nei
- Gjorde dine skuldersmerter at du ikke kan spille kamp? Ja Nei
- Påvirket skuldersmertene dine daglige aktiviteter for øvrig (f.eks løfte, gre håret etc)? Ja Nei
- Hadde du problemer med å sove p.g.a skuldersmertene? Ja Nei
- Kjente du deg støl/stiv i skulderen? Ja Nei
- Søkte du medisinsk hjelp for dine skuldersmerter? Ja Nei
- Hvis ja, hvem søkte du hjelp hos? Lege Fysioterapeut Annet
- Fikk du en diagnose? Ja Nei
- Hvis ja, hvilken?
- Fikk du noen behandling? Ja Nei
- Hvis ja, hvilken?

Takk for at du tok deg tid til å svare på spørreskjemaet!

Vedlegg 5

Spørreskjema om skulderskader i håndball

Del 1: Problemer med din dominante skulder

Her vil vi spørre om din dominante skulder (den du pleier å kaster/skyte med).

Tenk på hvordan den skulderen som plager deg mest har vært de siste 14 dagene når du svarer.

1. Har du vansker med å spille håndball (vanlig trening/konkurranse) på grunn av problemer med din dominante skulder (skuddarm)?
 - Deltar for fullt uten skulderproblemer
 - Deltar for fullt, men med skulderproblemer
 - Redusert deltakelse, på grunn av skulderproblemer
 - Kan ikke delta på grunn av skulderproblemer

2. I hvilken grad har du redusert treningsmengden på grunn av problemer med din dominante skulder?
 - Ingen reduksjon
 - I liten grad
 - I moderat grad
 - I stor grad
 - Kan ikke delta

3. I hvilken grad opplever du at problemer med din dominante skulder påvirker prestasjonsevnen i håndball (kamp/trening)?
 - Ingen påvirkning
 - I liten grad
 - I moderat grad
 - I stor grad
 - Kan ikke delta

4. I hvilken grad opplever du smerte i din dominante skulder i forbindelse med håndball deltagelse?
 - Ingen smerte
 - I liten grad
 - I moderat grad
 - I stor grad

Del 2: Problemer med din ikke-dominante skulder

Her vil vi spør om din ikke-dominant skulder (den du ikke pleier å kaste/skyte med).

Tenk på hvordan den skulderen som plager deg mest har vært de siste 14 dagene når du svarer.

5. Har du vansker med å spille håndball (vanlig trening/konkurranse) på grunn av problemer med din ikke-dominante skulder?
- Deltar for fullt uten skulderproblemer
 - Deltar for fullt, men med skulderproblemer
 - Redusert deltakelse, på grunn av skulderproblemer
 - Kan ikke delta på grunn av skulderproblemer
6. I hvilken grad har du redusert treningsmengden på grunn av problemer med din ikke-dominante skulder?
- Ingen reduksjon
 - I liten grad
 - I moderat grad
 - I stor grad
 - Kan ikke delta
7. I hvilken grad opplever du at problemer med din ikke-dominante skulder påvirker prestasjonsevnen i håndball (kamp/trening)?
- Ingen påvirkning
 - I liten grad
 - I moderat grad
 - I stor grad
 - Kan ikke delta
8. I hvilken grad opplever du smerte i din ikke-dominante skulder i forbindelse med håndball deltagelse?
- Ingen smerte
 - I liten grad
 - I moderat grad
 - I stor grad

Del 3: Registrering av trening og Kamp

9. Hvor mange timer har du trent håndball med laget i løpet av de siste to ukene? timer
10. Hvor mange timer styrketrening har du gjort i løpet av de siste to ukene? timer
11. Hvor mange timer andre typer trening har du gjort i løpet av de siste to ukene? (f.eks løp, sykkel) timer
12. Hvor mange kampminutter har du spilt de siste to ukene? minutter

Appendix

Appendix 1:	De fire testenes samlede predikeringsevne på skadeindeksen ved ulike cut-off verdier	s.126
Appendix 2:	Signifikansnivå ved de ulike graderingene i de fire testene av nevromuskulær kontroll ved ulike cut-off verdier (bivariate analyser)	s.150
Appendix 3:	Signifikansnivå ved de ulike graderingene i de fire testene av nevromuskulær kontroll ved ulike cut-off verdier (multivariate analyser)	s.157
Appendix 4:	De fire testenes individuelle predikeringsevne på skadeindeksen	s.161

Appendix 1

```
ROC PRE_cut_off_15_alle BY Cut_off_15 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes		
Output Created		12-Dec-2012 13:26:15
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax		ROC PRE_cut_off_15_alle BY Cut_off_15 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE.
Resources	Processor Time	00 00:00:00.435
	Elapsed Time	00 00:00:00.000

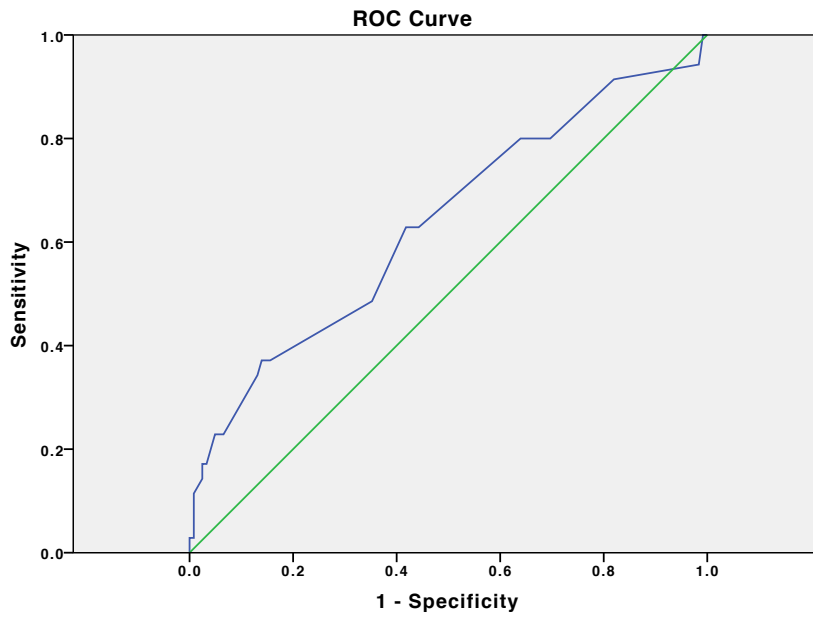
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_off_15	Valid N (listwise)
Positive ^a	35
Negative	122
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.635	.056	.015	.525	.745

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
- b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.1183291	1.000	.992
.1267917	.943	.984
.1355249	.914	.820
.1405444	.800	.697
.1503165	.800	.639
.1603812	.657	.475
.1751204	.629	.443
.1902690	.629	.434
.2074606	.629	.426
.2314652	.629	.418
.2454352	.486	.352
.2644420	.429	.254
.2805068	.371	.156
.2857775	.371	.148
.3020094	.371	.139
.3185147	.343	.131
.3277418	.229	.066
.3451783	.229	.049
.3779109	.171	.033
.4029302	.171	.025
.4475197	.143	.025
.4923067	.114	.008
.5028534	.086	.008
.5222449	.057	.008
.5618359	.029	.008
.6107730	.029	.000
1.0000000	.000	.000

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

```
ROC PRE_cut_off_20_alle BY Cut_off_20 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes

Output Created	12-Dec-2012 13:26:40	
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax	<pre> ROC PRE_cut_off_20_alle BY Cut_off_20 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION (FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE. </pre>	
Resources	Processor Time	00 00:00:00.361
	Elapsed Time	00 00:00:00.000

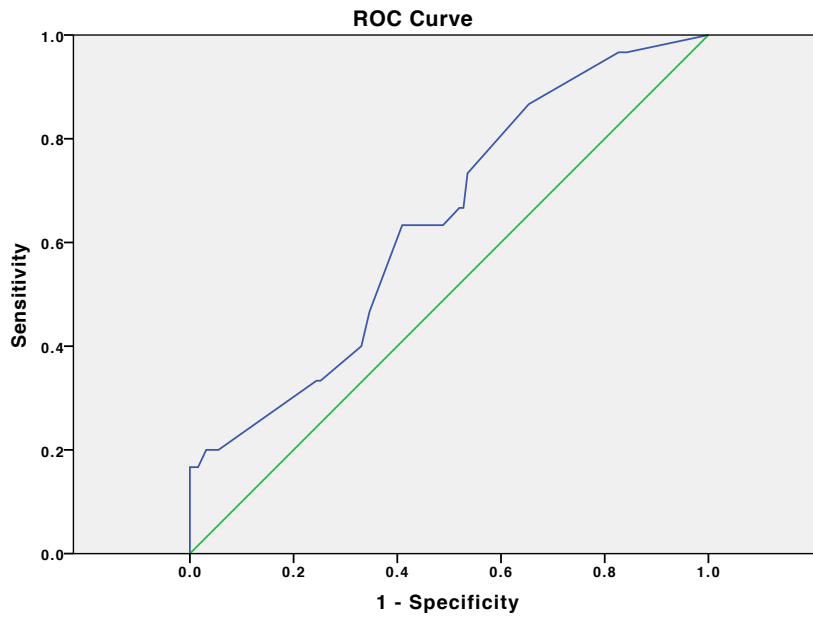
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_off_20	Valid N (listwise)
Positive ^a	30
Negative	127
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.638	.054	.019	.532	.744

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
- b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.0976581	.967	.843
.1011604	.967	.835
.1098110	.967	.827
.1166127	.867	.654
.1184068	.733	.535
.1225502	.667	.528
.1327523	.667	.520
.1407603	.633	.488
.1727731	.633	.433
.2051504	.633	.417
.2168315	.633	.409
.2324794	.467	.346
.2394320	.400	.331
.2425967	.333	.252
.2540105	.333	.244
.2655219	.267	.150
.2689094	.200	.055
.2766409	.200	.047
.3473449	.200	.031
.4214755	.167	.016
.4384110	.167	.008
.4533583	.167	.000
.4629781	.133	.000
.4726409	.100	.000
.4899044	.067	.000
.5093490	.033	.000
1.0000000	.000	.000

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

```
ROC PRE_cut_off_25_alle BY Cut_off_25 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes

Output Created	12-Dec-2012 13:27:00	
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax	<pre> ROC PRE_cut_off_25_alle BY Cut_off_25 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION (FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE. </pre>	
Resources	Processor Time	00 00:00:00.415
	Elapsed Time	00 00:00:00.000

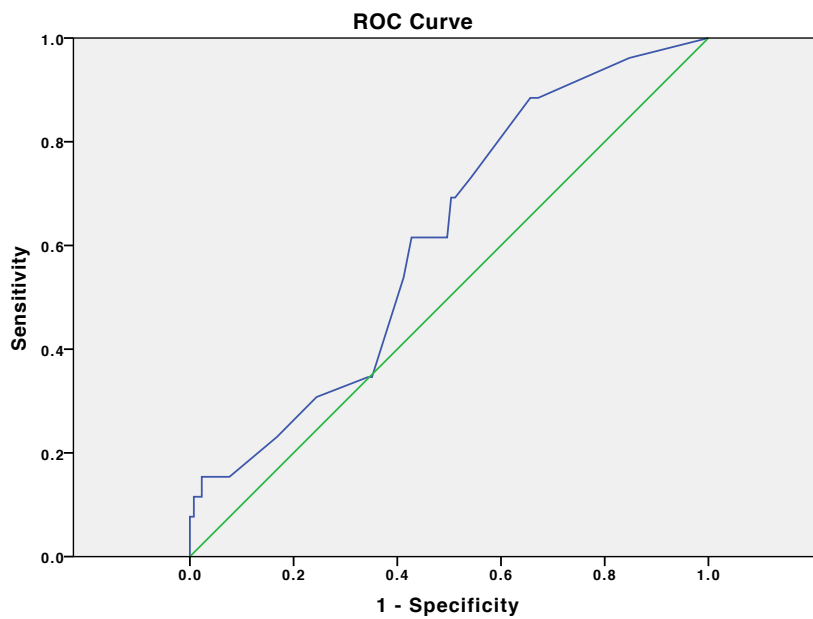
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_off_25	Valid N (listwise)
Positive ^a	26
Negative	131
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.612	.056	.072	.502	.721

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
- b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.0970232	.962	.847
.1028039	.885	.672
.1097999	.885	.664
.1187943	.885	.656
.1275306	.731	.542
.1348612	.692	.511
.1436818	.692	.504
.1547486	.615	.496
.1600467	.615	.481
.1656318	.615	.427
.1781234	.538	.412
.1889691	.346	.351
.1952337	.346	.344
.2016862	.308	.244
.2209220	.231	.168
.2406852	.154	.076
.2527589	.154	.069
.2700004	.154	.053
.2875502	.154	.046
.3040624	.154	.023
.3178829	.115	.023
.3285385	.115	.015
.3375138	.115	.008
.3522049	.077	.008
.3844076	.077	.000
.4212708	.038	.000
1.0000000	.000	.000

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

```
ROC PRE_cut_off_30_alle BY Cut_off_30 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes

Output Created	12-Dec-2012 13:27:40	
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax	<pre> ROC PRE_cut_off_30_alle BY Cut_off_30 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION (FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE. </pre>	
Resources	Processor Time	00 00:00:00.372
	Elapsed Time	00 00:00:00.000

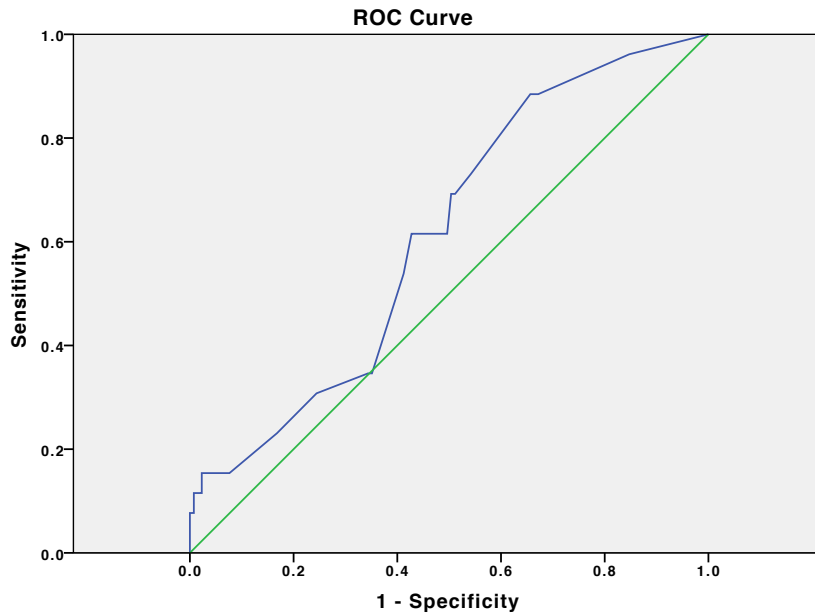
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_off_30	Valid N (listwise)
Positive ^a	26
Negative	131
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.612	.056	.072	.502	.721

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

a. Under the nonparametric assumption

b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.0970232	.962	.847
.1028039	.885	.672
.1097999	.885	.664
.1187943	.885	.656
.1275306	.731	.542
.1348612	.692	.511
.1436818	.692	.504
.1547486	.615	.496
.1600467	.615	.481
.1656318	.615	.427
.1781234	.538	.412
.1889691	.346	.351
.1952337	.346	.344
.2016862	.308	.244
.2209220	.231	.168
.2406852	.154	.076
.2527589	.154	.069
.2700004	.154	.053
.2875502	.154	.046
.3040624	.154	.023
.3178829	.115	.023
.3285385	.115	.015
.3375138	.115	.008
.3522049	.077	.008
.3844076	.077	.000
.4212708	.038	.000
1.0000000	.000	.000

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

```
ROC PRE_cut_off_35_alle BY Cut_off_35 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes

Output Created		12-Dec-2012 13:28:26
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax		ROC PRE_cut_off_35_alle BY Cut_off_35 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION (FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE.
Resources	Processor Time	00 00:00:00.376
	Elapsed Time	00 00:00:00.000

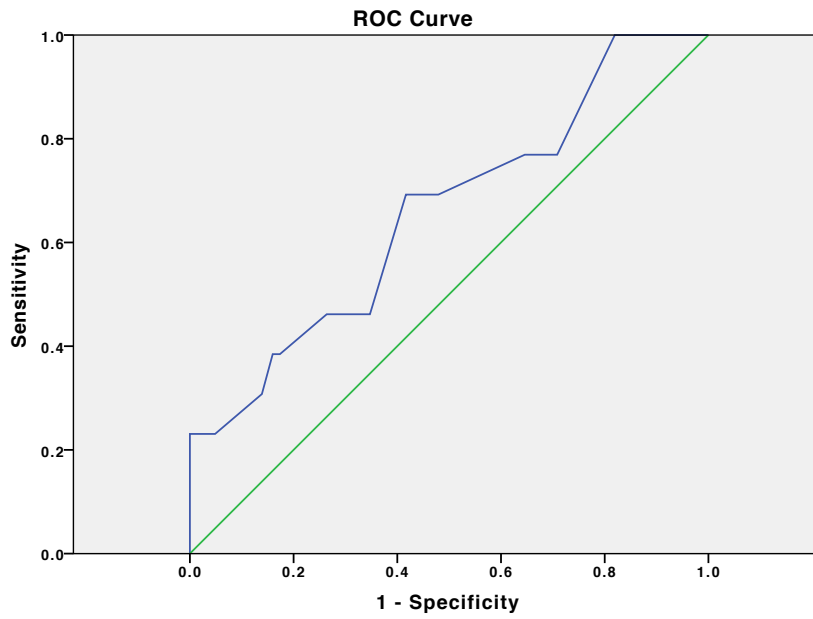
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_Off_35	Valid N (listwise)
Positive ^a	13
Negative	144
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.657	.082	.062	.496	.818

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
- b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.0199771	1.000	.993
.0252452	1.000	.972
.0308553	1.000	.826
.0348321	1.000	.819
.0395845	.769	.708
.0446375	.769	.701
.0469481	.769	.653
.0524177	.769	.646
.0590355	.692	.479
.0630414	.692	.472
.0687913	.692	.465
.0739356	.692	.431
.0776845	.692	.417
.0877205	.462	.347
.0983230	.462	.264
.1106868	.385	.174
.1330140	.385	.160
.1501827	.308	.139
.1759518	.231	.049
.2028563	.231	.028
.2189212	.231	.021
.2355989	.231	.014
.2478092	.231	.007
.2730110	.231	.000
.3162537	.154	.000
.3626274	.077	.000
1.0000000	.000	.000

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

```
ROC PRE_cut_off_40_alle BY Cut_off_40 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes

Output Created	12-Dec-2012 13:28:44	
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax	<pre>ROC PRE_cut_off_40_alle BY Cut_off_40 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION (FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE.</pre>	
Resources	Processor Time	00 00:00:00.393
	Elapsed Time	00 00:00:00.000

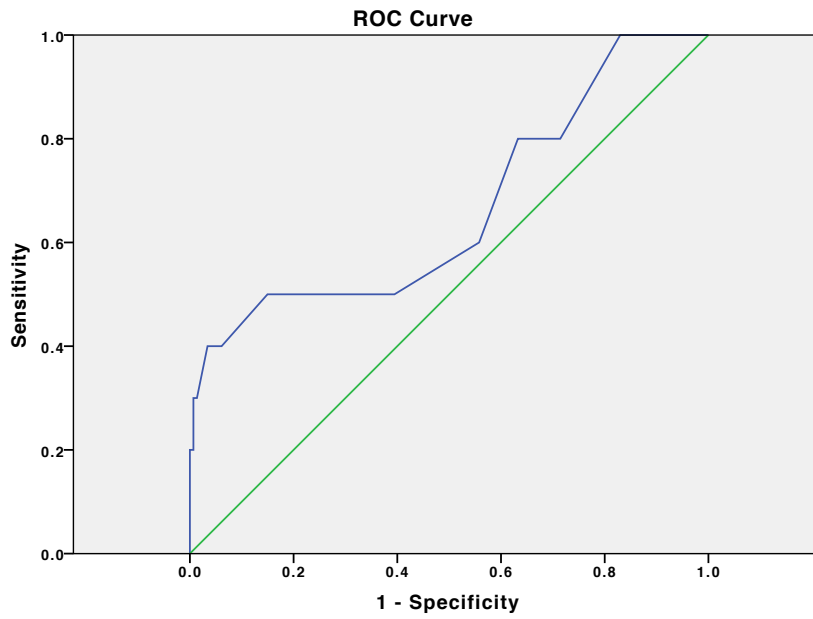
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_off_40	Valid N (listwise)
Positive ^a	10
Negative	147
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.665	.103	.081	.463	.867

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
- b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.0059301	1.000	.993
.0101935	1.000	.973
.0159242	1.000	.830
.0195198	.800	.714
.0211388	.800	.707
.0230416	.800	.701
.0250114	.800	.653
.0271715	.800	.646
.0315109	.800	.639
.0374593	.800	.633
.0444337	.600	.558
.0512410	.500	.395
.0553490	.500	.299
.0601331	.500	.286
.0693278	.500	.252
.0865714	.500	.170
.1072985	.500	.156
.1255791	.500	.150
.1429843	.400	.061
.1533053	.400	.054
.1676564	.400	.034
.1896463	.300	.014
.2259853	.300	.007
.2557838	.200	.007
.3314266	.200	.000
.4829615	.100	.000
1.0000000	.000	.000

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

```
ROC PRE_cut_off_45_alle BY Cut_off_45 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes

Output Created	12-Dec-2012 13:29:32	
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax	<pre> ROC PRE_cut_off_45_alle BY Cut_off_45 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION (FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE. </pre>	
Resources	Processor Time	00 00:00:00.415
	Elapsed Time	00 00:00:01.000

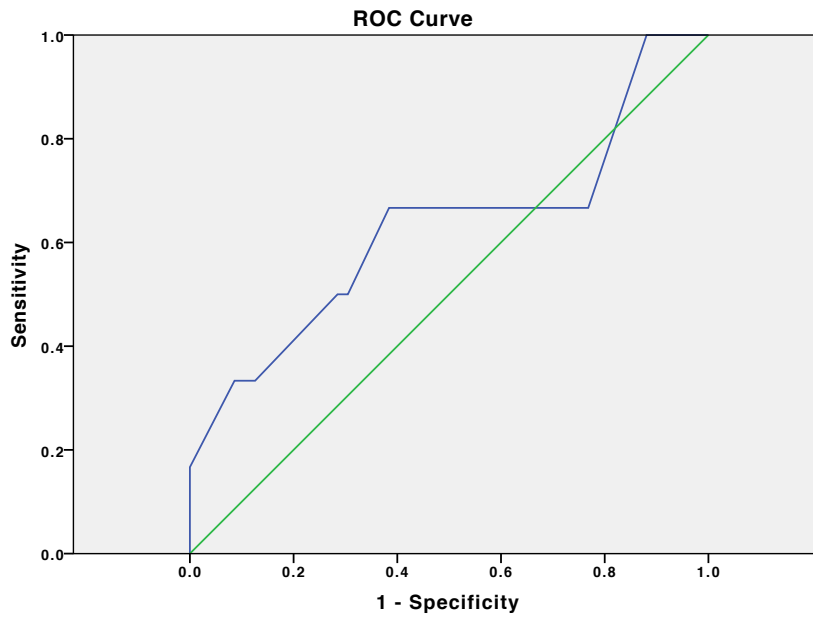
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_off_45	Valid N (listwise)
Positive ^a	6
Negative	151
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.626	.140	.294	.352	.900

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
- b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.0078645	1.000	.980
.0082899	1.000	.974
.0092006	1.000	.967
.0098963	1.000	.960
.0104304	1.000	.954
.0127465	1.000	.947
.0152523	1.000	.940
.0160479	1.000	.894
.0180758	1.000	.881
.0201510	.667	.768
.0206286	.667	.689
.0229260	.667	.682
.0252763	.667	.543
.0279706	.667	.530
.0337501	.667	.523
.0375620	.667	.430
.0390623	.667	.424
.0410721	.667	.391
.0441914	.667	.384
.0469036	.500	.305
.0487579	.500	.285
.0506527	.333	.126
.0597087	.333	.099
.0763350	.333	.093
.0877132	.333	.086
.0919443	.167	.000
1.0000000	.000	.000

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

```
ROC PRE_cut_off_50_alle BY Cut_off_50 (2)
/PLOT=CURVE(REFERENCE)
/PRINT=SE COORDINATES
/CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION(FREE) CI(95)
/MISSING=EXCLUDE.
```

ROC Curve

Notes

Output Created	12-Dec-2012 13:29:57	
Comments		
Input	Data	/Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	163
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the analysis.
Syntax	<pre> ROC PRE_cut_off_50_alle BY Cut_off_50 (2) /PLOT=CURVE(REFERENCE) /PRINT=SE COORDINATES /CRITERIA=CUTOFF(INCLUDE) TESTPOS(LARGE) DISTRIBUTION (FREE) CI(95) /MISSING=EXCLUDE. </pre>	
Resources	Processor Time	00 00:00:00.373
	Elapsed Time	00 00:00:00.000

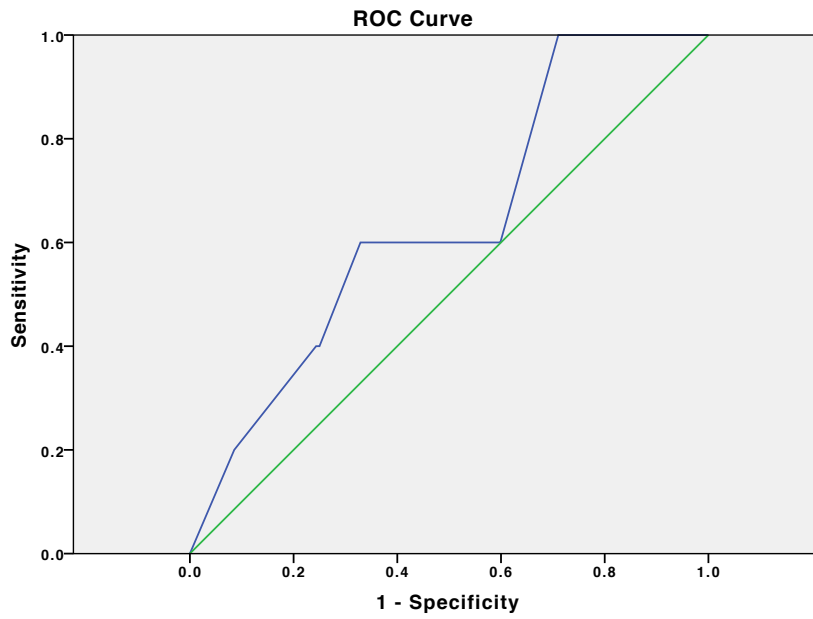
[DataSet1] /Users/stigandersson/Documents/MAS projekt/Oppgaven/Resultat/SPSS/Stig_shoulder_project_database_final_163.sav

Case Processing Summary

Cut_off_50	Valid N (listwise)
Positive ^a	5
Negative	152
Missing	6

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.

a. The positive actual state is Case.



Diagonal segments are produced by ties.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): Predicted probability

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.639	.117	.292	.410	.867

The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
- b. Null hypothesis: true area = 0.5

Coordinates of the Curve

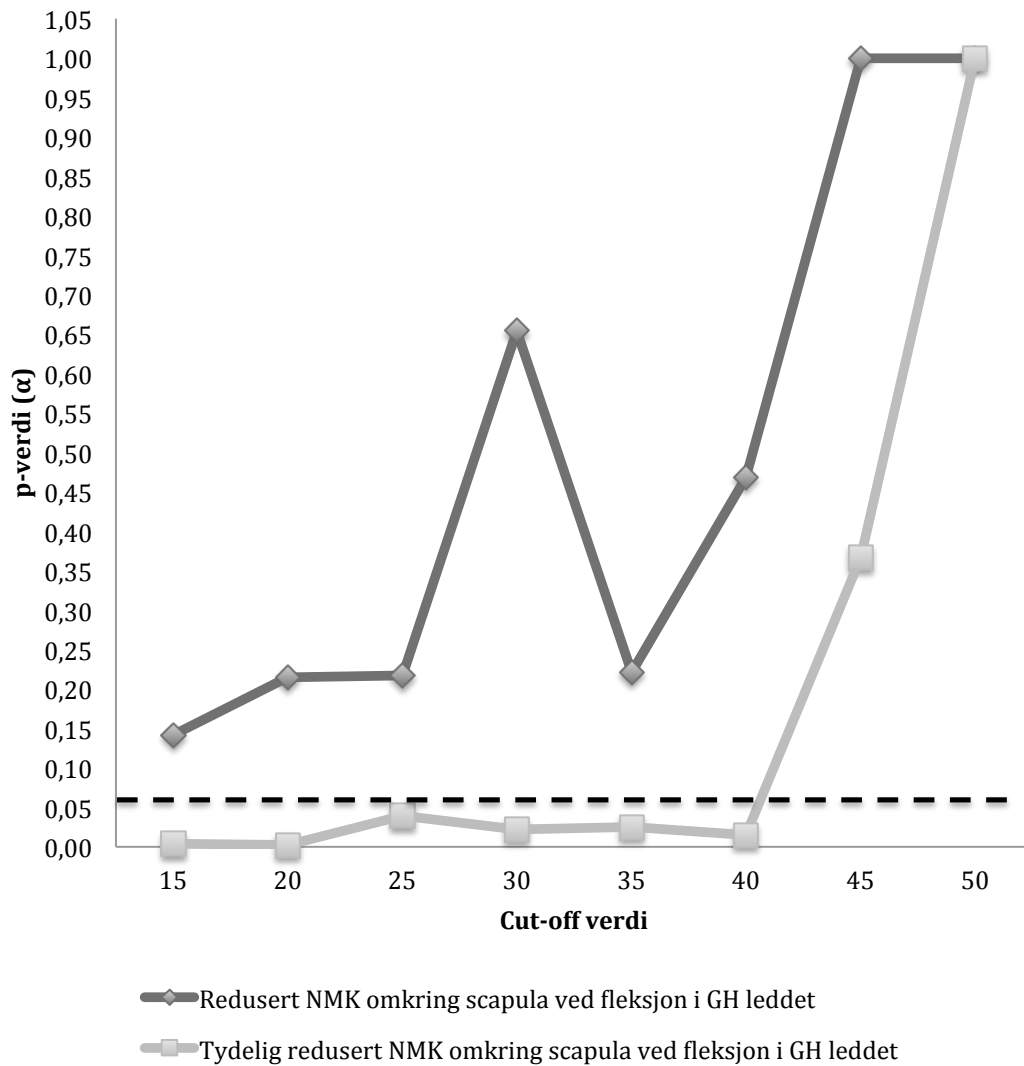
Test Result Variable(s): Predicted probability

Positive if Greater Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
.0000000	1.000	1.000
.0000000	1.000	.993
.0000000	1.000	.987
.0000000	1.000	.980
.0000000	1.000	.974
.0000000	1.000	.967
.0000000	1.000	.954
.0000000	1.000	.947
.0000000	1.000	.941
.0000000	1.000	.862
.0000000	1.000	.855
.0000000	1.000	.842
.0000000	1.000	.822
.0000000	1.000	.796
.0113759	1.000	.789
.0241434	1.000	.770
.0257942	1.000	.763
.0273595	1.000	.757
.0307311	1.000	.711
.0347794	.600	.599
.0371311	.600	.507
.0393434	.600	.368
.0411989	.600	.362
.0416103	.600	.329
.0445223	.400	.250
.0470487	.400	.243
.0498608	.200	.086
1.0000000	.000	.000

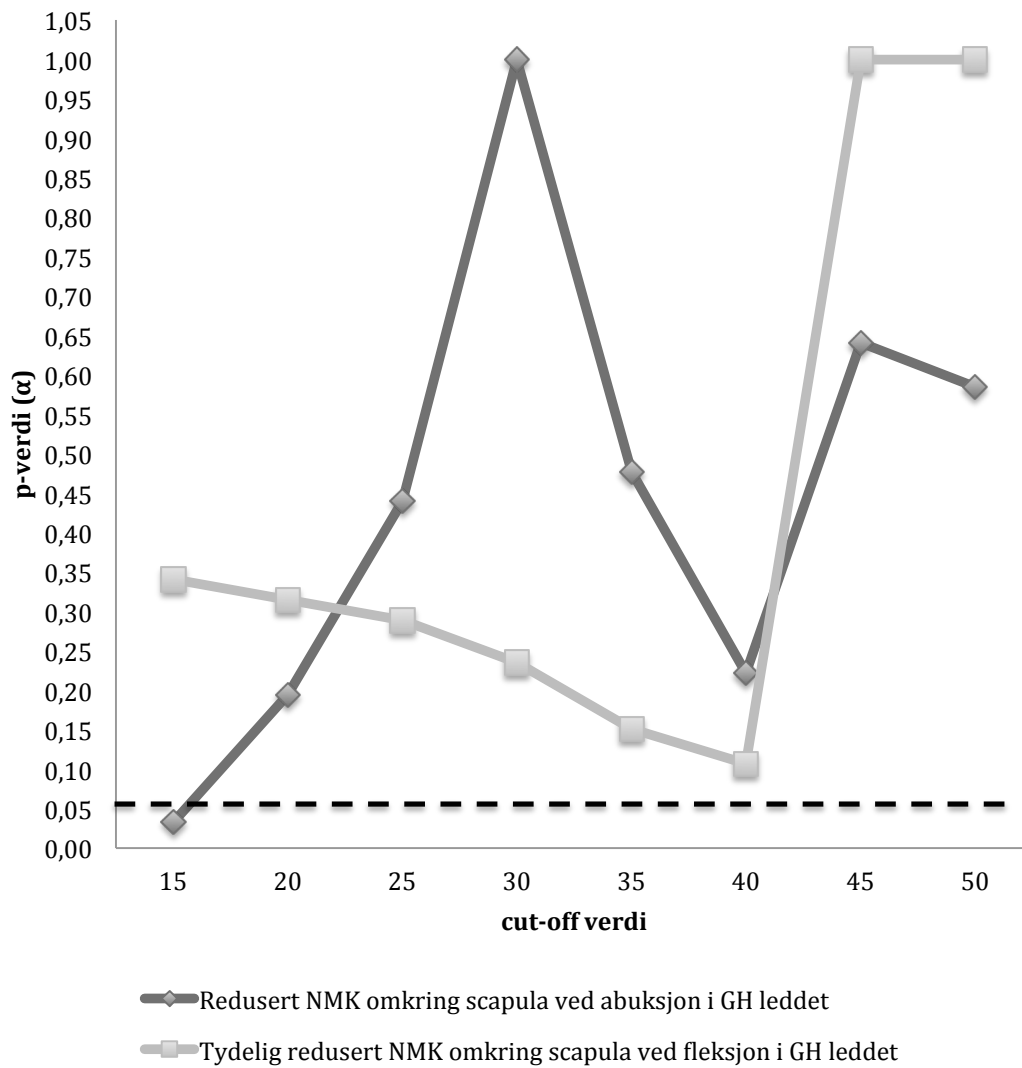
The test result variable(s): Predicted probability has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

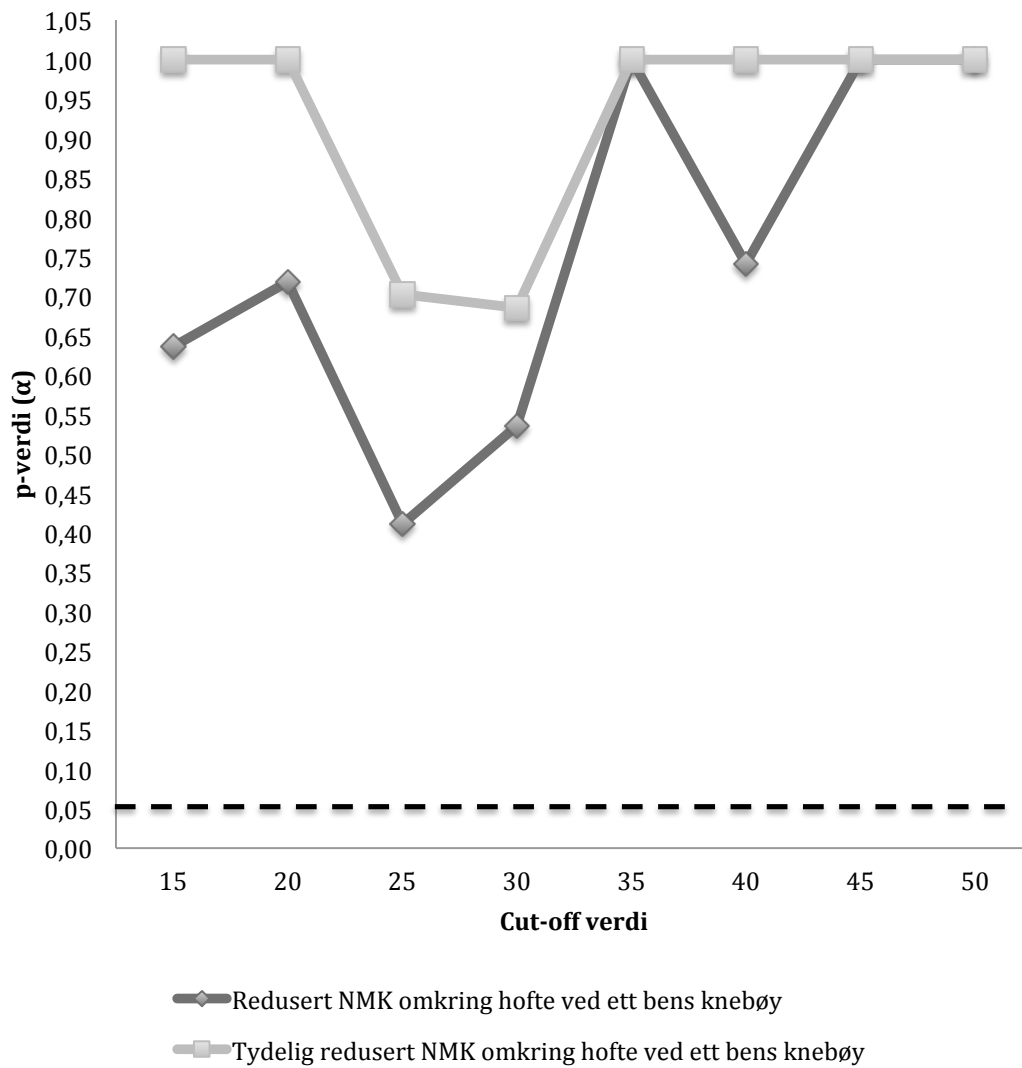
Appendix 2



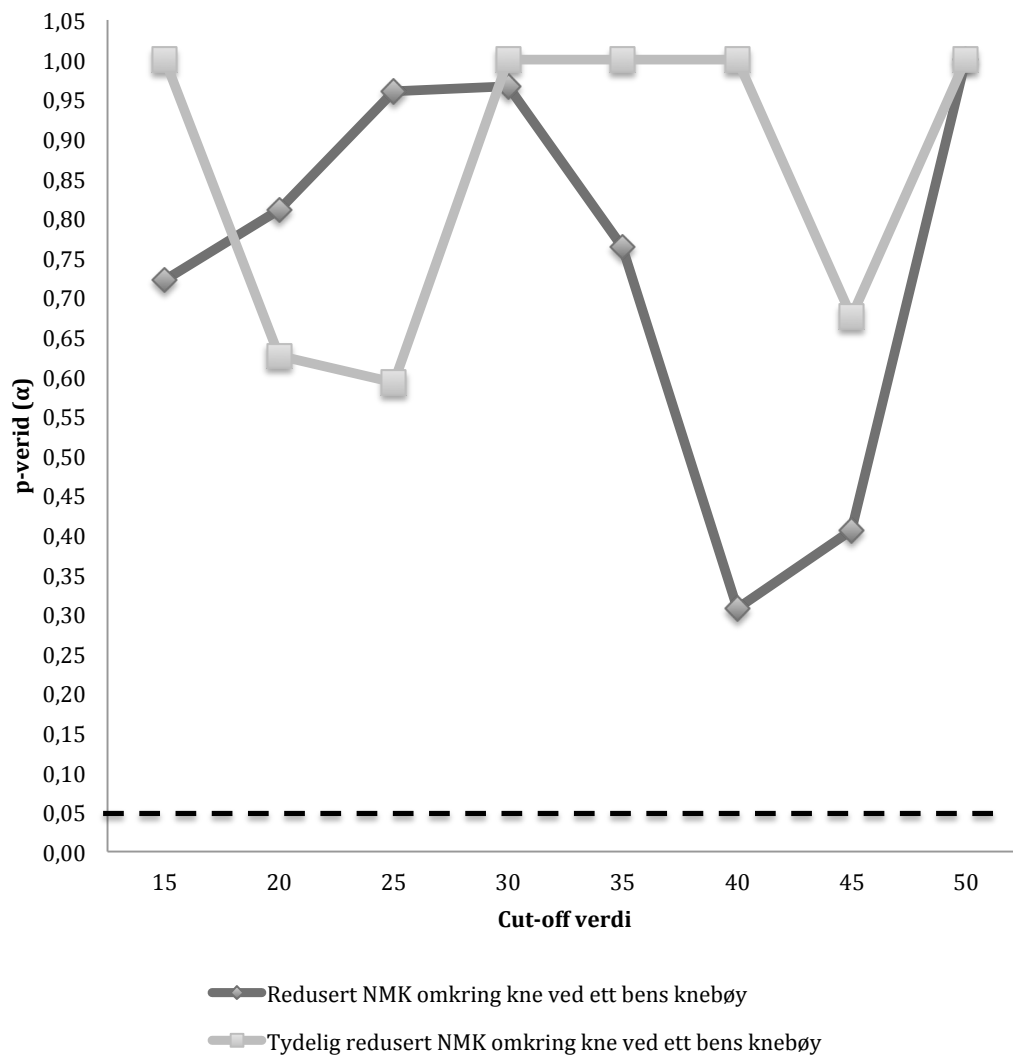
Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skuldeproblem ved subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring scapula ved fleksjon i glenohumeralledet ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$



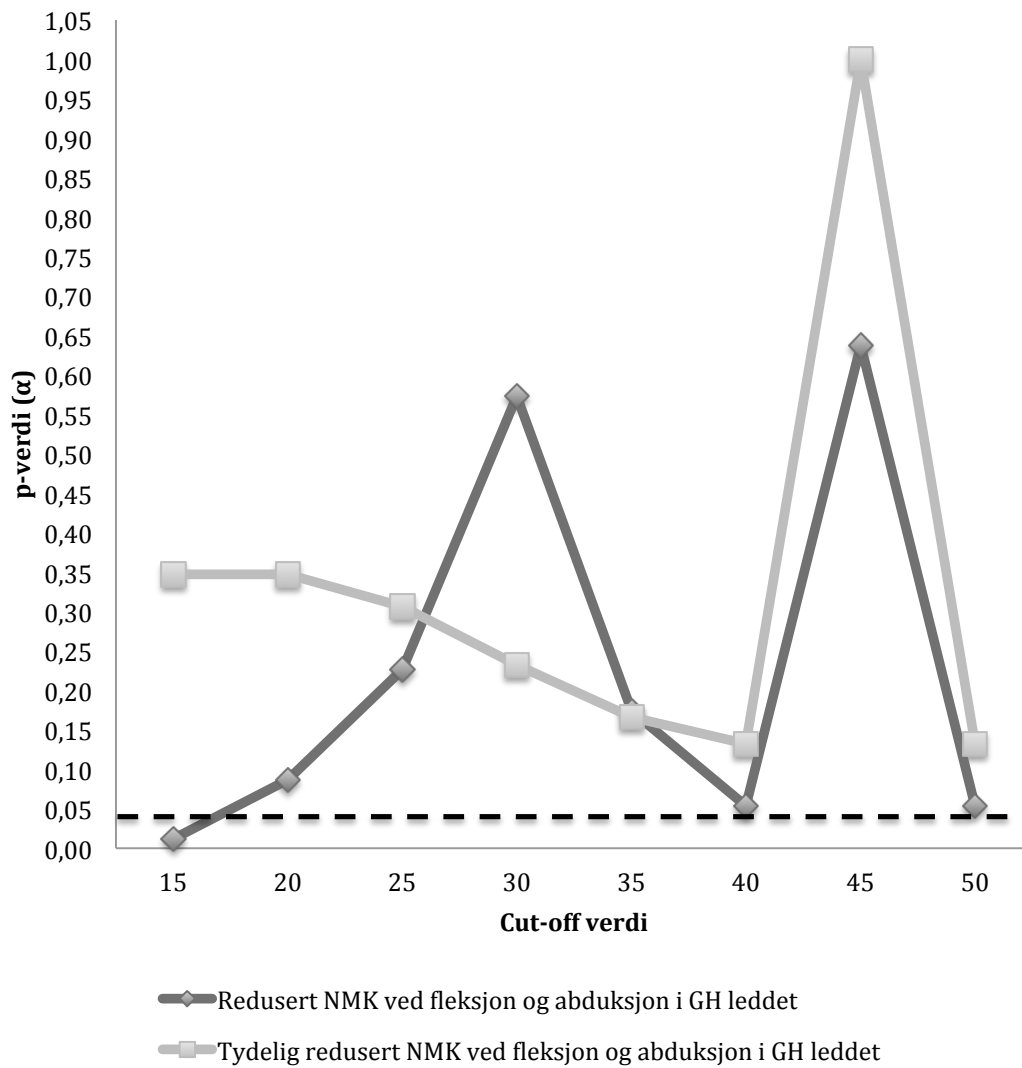
Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skuldeproblem ved subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring scapula ved abduksjon i glenohumeralleddet ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$



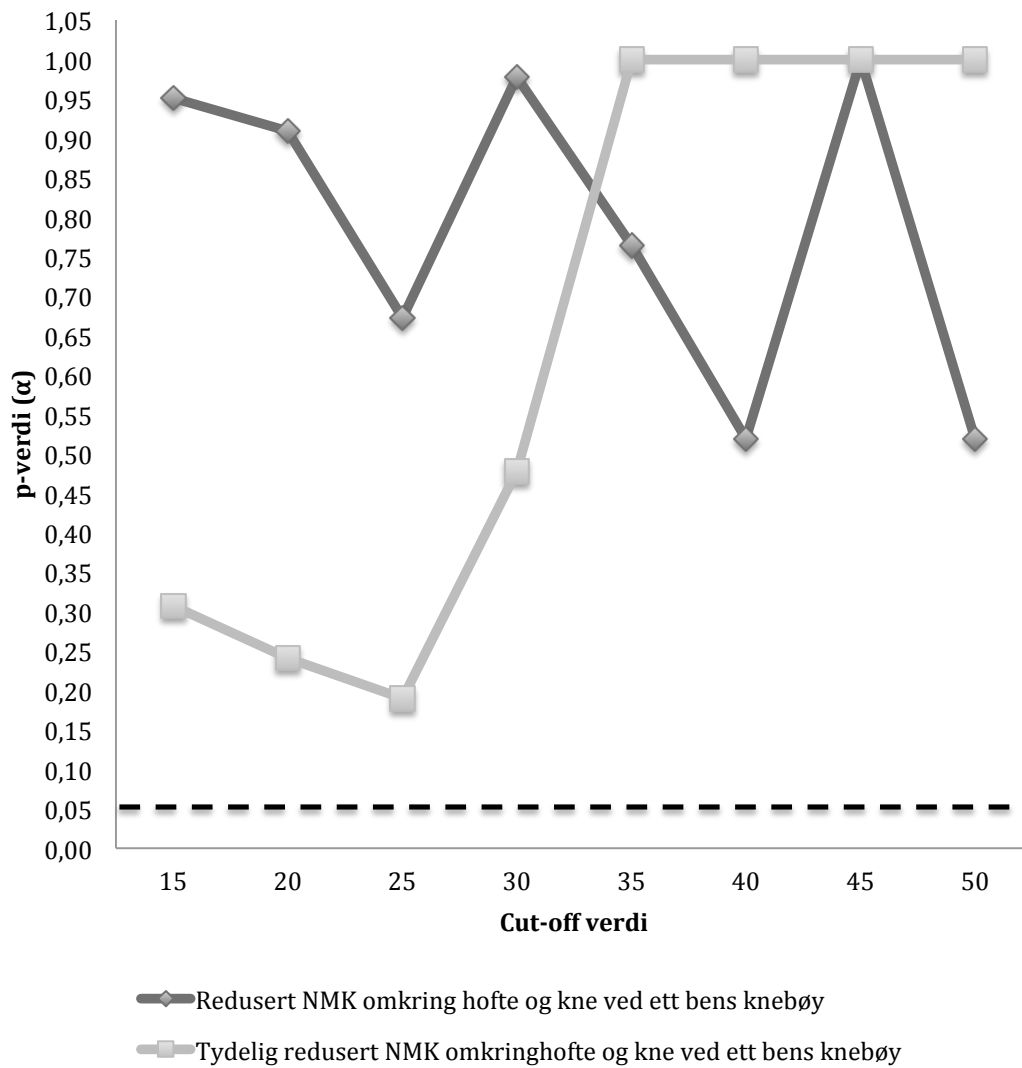
Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skuldeproblem ved subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring hoften ved ett bens knebøy ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$



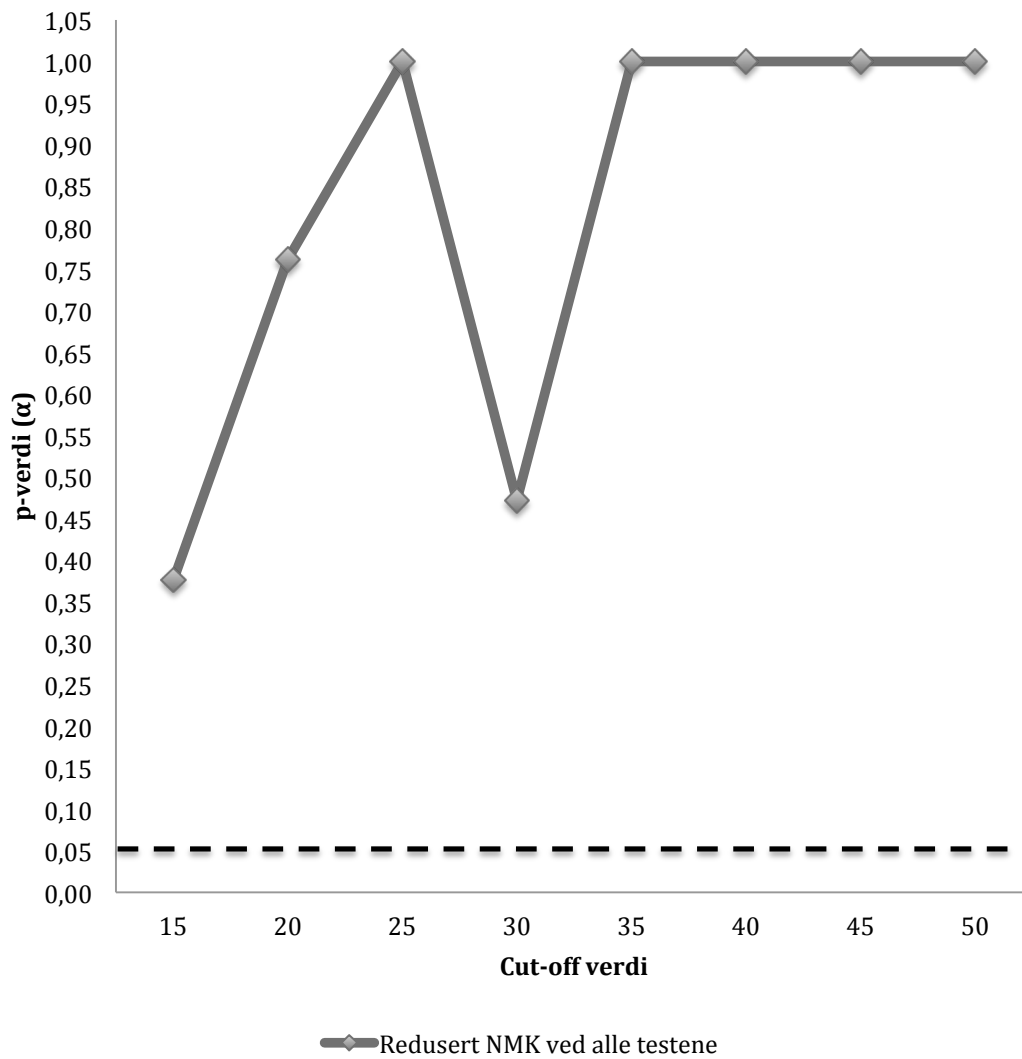
Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skuldeproblem ved subjektiv vurdering av nevro-muskulær kontroll omkring kne ved ett bens knebøy ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$



Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skuldeproblem ved subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring scapula ved fleksjon og abduksjon i glenohumeralleddet ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$

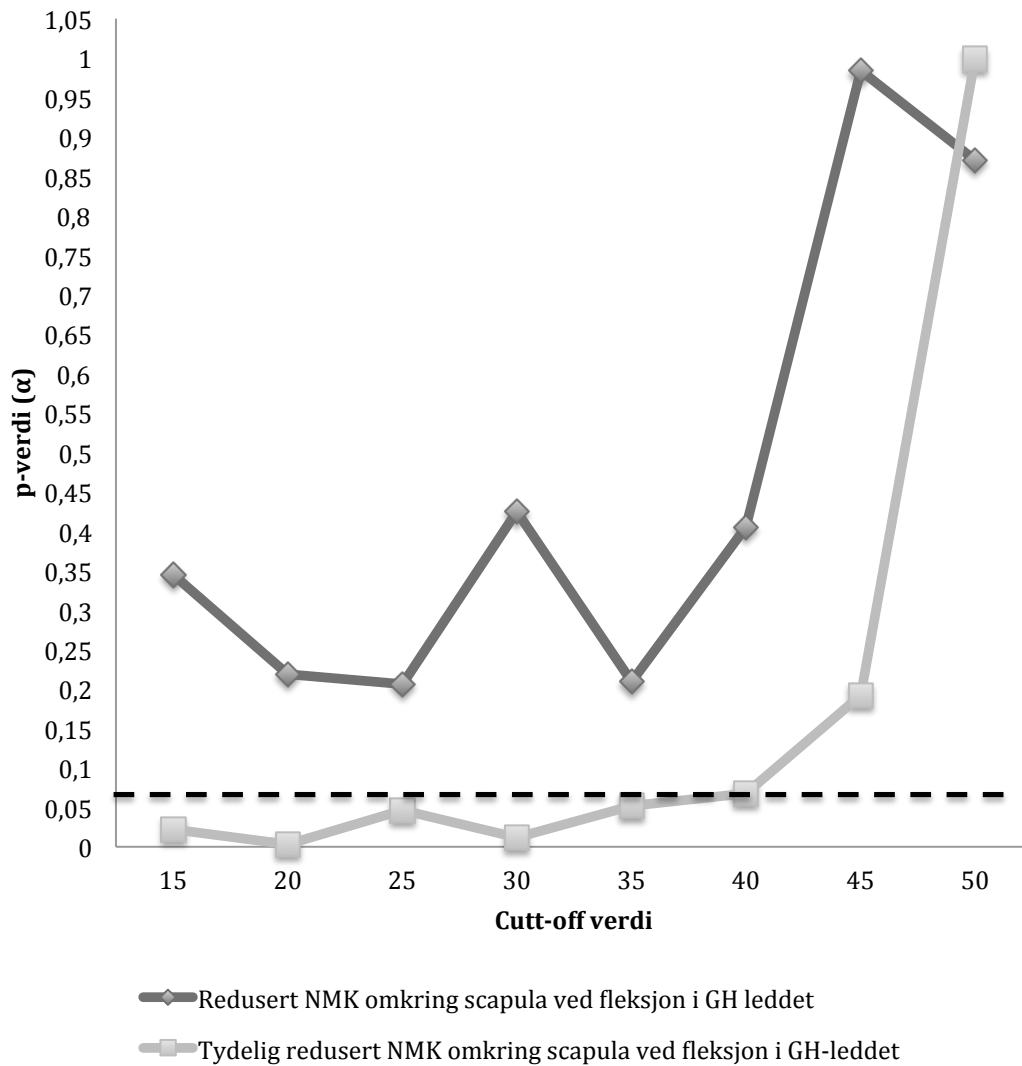


Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skuldeproblem ved subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring hofte og kne ved ett bens knebøy ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$

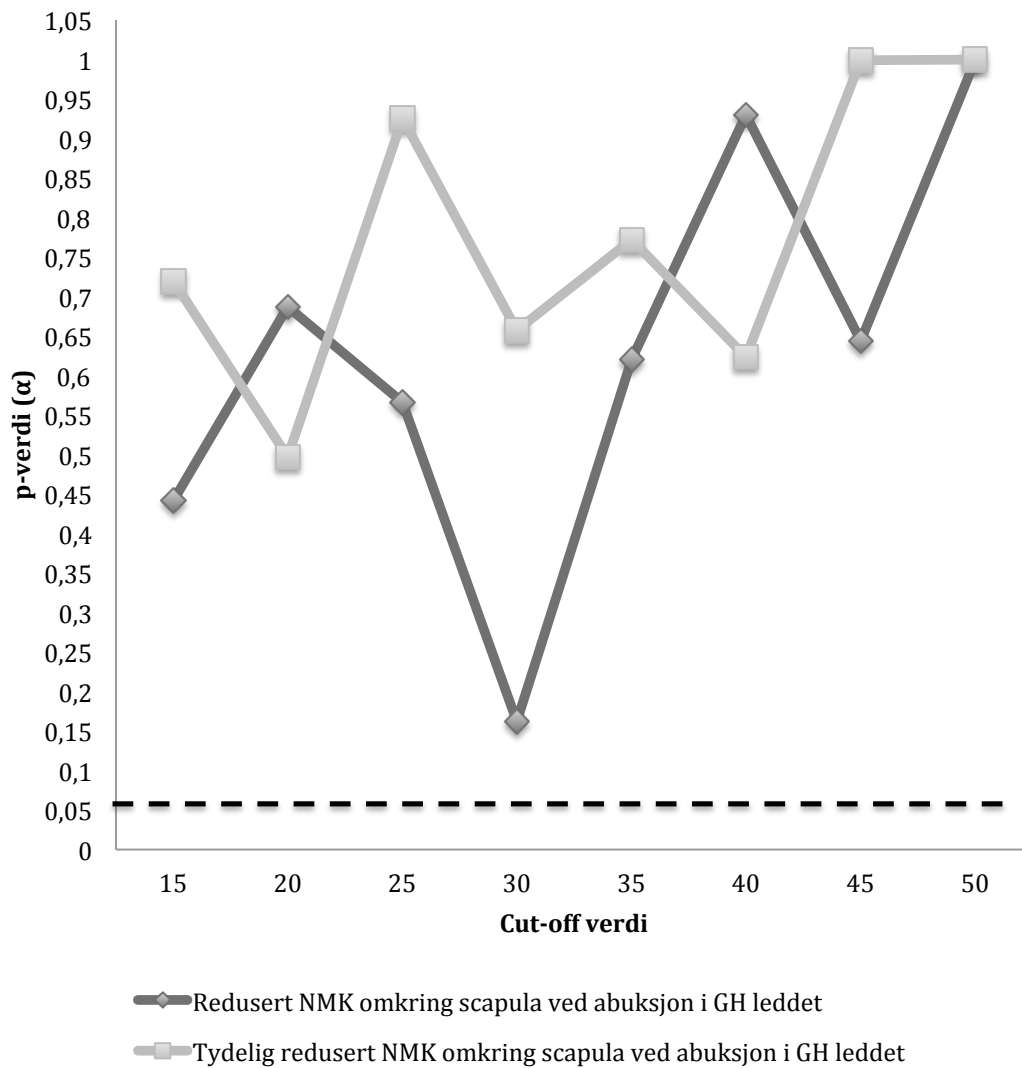


Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skuldeproblem ved redusert nevrosukulær kontroll ved alle testene ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$

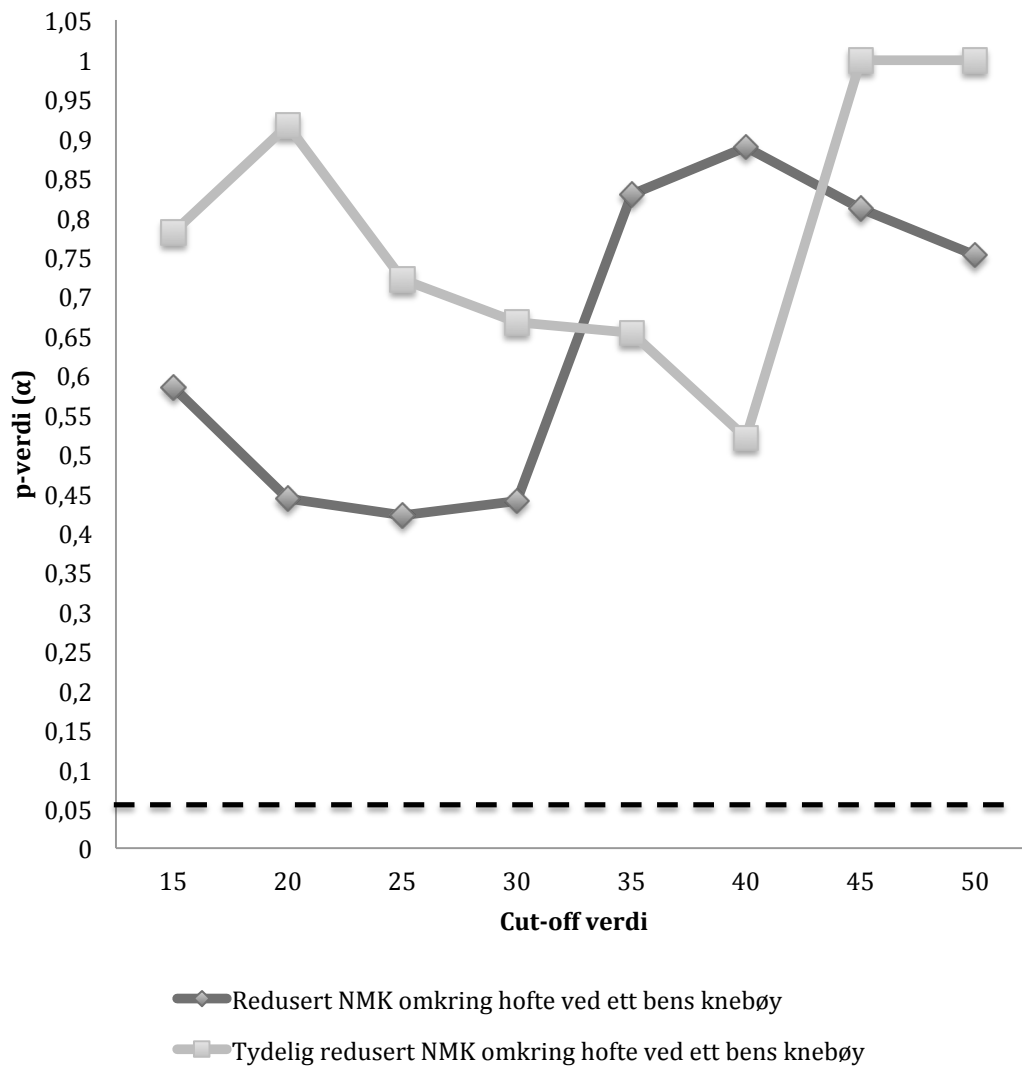
Appendix 3



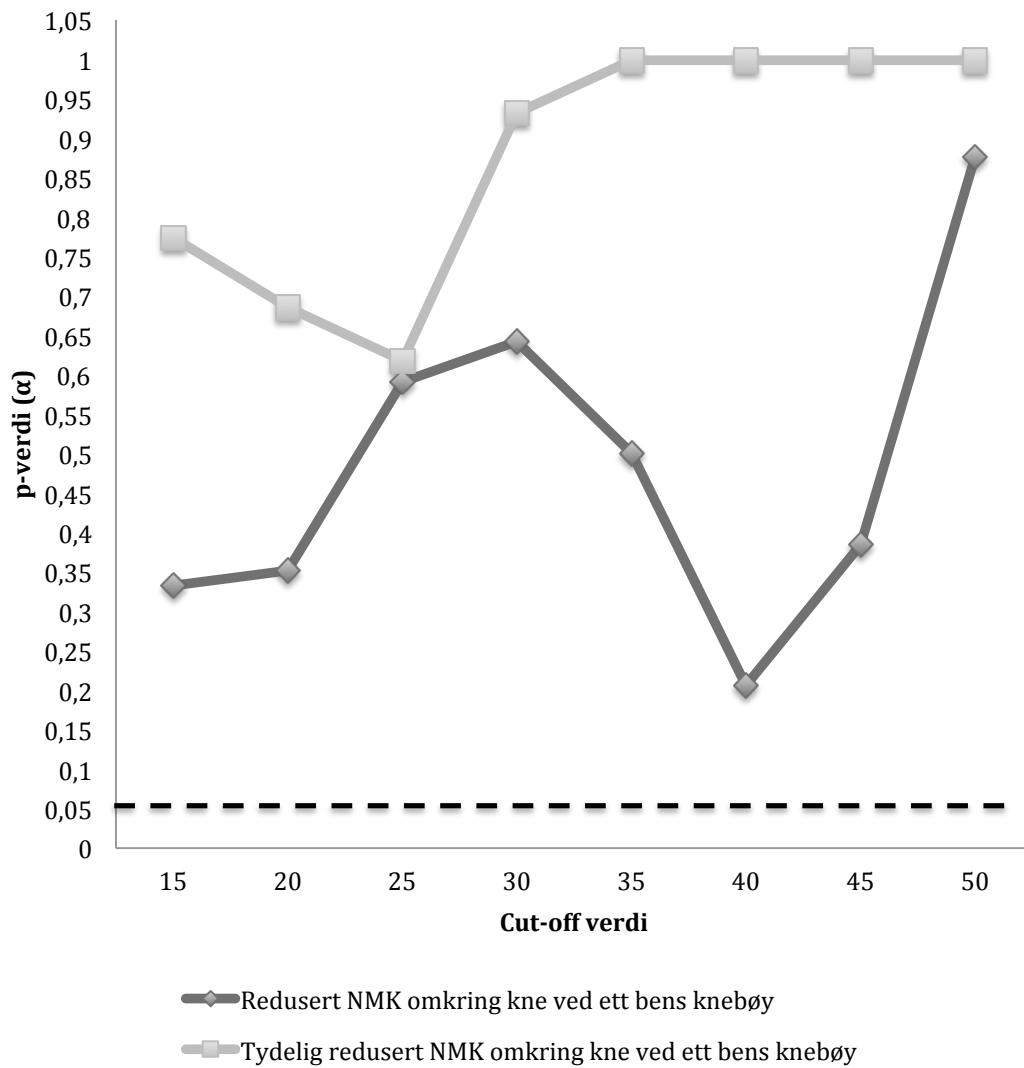
Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skulderproblem ved subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring scapula ved fleksjon i glenohumeralleddet ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$



Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skulderproblem ved subjektiv vurdering av nevromuskulær kontroll omkring scapula ved abuksjon i glenohumeralleddet ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$

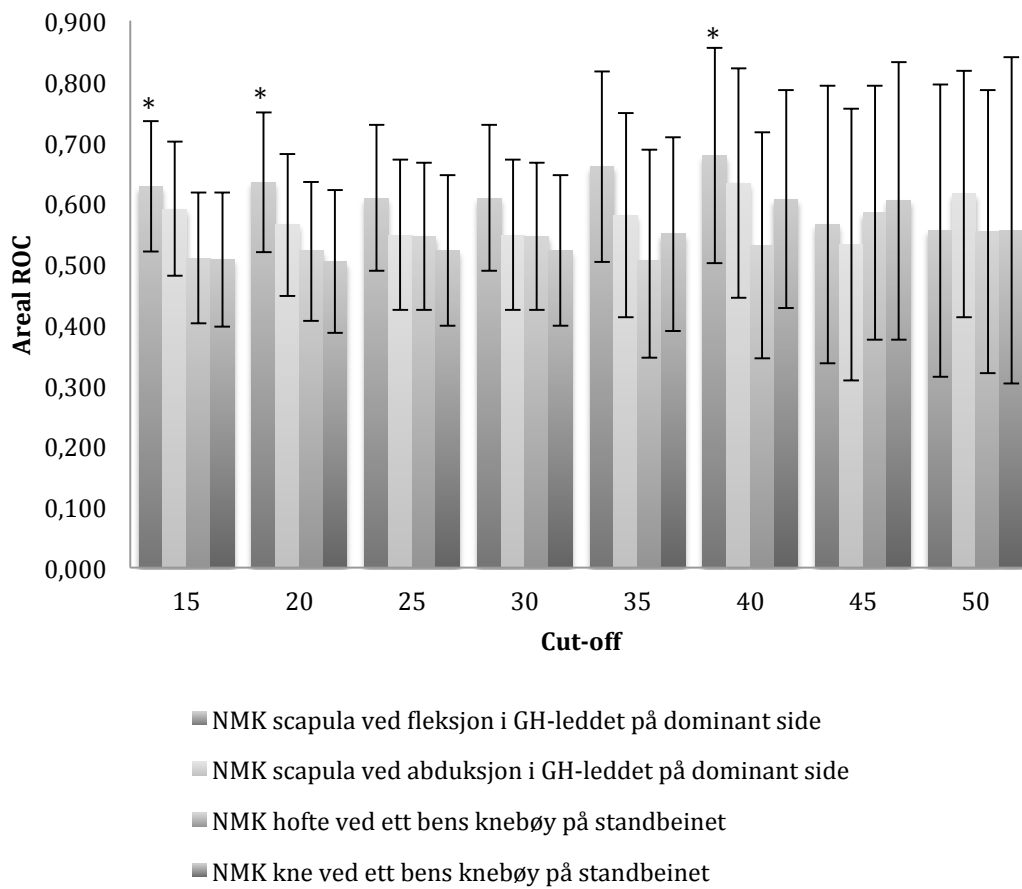


Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skulderproblem ved subjektiv vurdering av nevro-muskulær kontroll omkring hofte ved ett bens knebøy ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$



Figuren illustrerer p-verdien for tilstedeværelsen av et betydelig skulderproblem ved subjektiv vurdering av nevro-muskulær kontroll omkring ved ett bens knebøy ved ulike cut-off verdier. Den stiplede linjen representerer $\alpha = 0,05$

Appendix 4



Figuren illustrerer de fire testene av nevromuskulær kontroll sin evne til å forutsi en verdi over eller under en gitt cut-off verdi på skadeindeksen for hva som skal representere et betydelig skulderproblem (*=signifikant, <math><0,05</math>).