

Jannicke Fjeldstad

---

## Sammenheng mellom sideforskjell i akillesenelengde og sideforskjell i tåhevfunksjon 6-12 mnd. etter en akilleseneruptur

En tverrsnittstudie

---

Masteroppgave i idrettsfysioterapi  
Seksjon for idrettsmedisinske fag  
Norges idrettshøgskole, 2017



## Sammendrag

**Bakgrunn:** Tåhevfunksjonen er avgjørende for hvor fornøyd pasienten er etter en akillesseneruptur. Sedeforskjeller i akillessenelengden er antatt å forårsake nedsatt tåhevfunksjon.

**Formål:** Undersøke sammenhengen mellom sedeforskjell i akillessenelengde og sedeforskjell i tåhev 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur.

**Studiedesign:** Tverrsnittstudie.

**Metode:** Utvalget besto av 85 konservativt og kirurgisk behandlede pasienter 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Utvalget ble undersøkt for sedeforskjeller i konsentrisk power, utholdende tåhev, tåhev høyde og akillessenelengde 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Akillessenelengde ble målt med to forskjellige ultralydmetoder, mediale målemetode og midtre målemetode.

**Resultat:** Gjennomsnittet (SD) oppgitt i Limb symmetry index (LSI) var for konsentrisk power 87,1 ( $\pm$  33,2) %, utholdende tåhev = 80,8 ( $\pm$  24,0) % og tåhev høyde = 80,6 ( $\pm$  14,7) %. Gjennomsnittet (SD) for sedeforskjell i akillessenelengde ved mediale målemetode var 9,5 ( $\pm$  10,0) %, mens den ved midtre målemetode var 9,0 ( $\pm$  9,3) %.

Resultatet viste statistisk signifikant negativ korrelasjon mellom sedeforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og sedeforskjell i tåhev høyde 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Pearsons  $r = -0,364$ ,  $p < 0,002$ ). Det var ingen statistisk signifikant korrelasjon mellom sedeforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og sedeforskjell i konsentrisk power ( $r = 0,023$ ,  $p < 0,848$ ), eller sedeforskjell i akillessenelengde og sedeforskjell i utholdende tåhev ( $r = -0,052$ ,  $p < 0,664$ ). Det var ingen statistisk signifikant korrelasjon mellom noen av tåhevtestene og midtre målemetode.

**Konklusjon:** Det var statistisk signifikant sedeforskjell i tåhev høyde, utholdenhet og konsentrisk power og akillessenelengde 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Det ble funnet statistisk signifikant sammenheng mellom sedeforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og sedeforskjell i tåhev høyde. Det ble ikke funnet statistisk signifikant sammenheng mellom sedeforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og konsentrisk power og mellom sedeforskjell i akillessenelengde og sedeforskjell i utholdende tåhev. Det ble ikke funnet statistisk signifikant sammenheng mellom sedeforskjell i akillessenelengde målt med midtre målemetode og tåhevfunksjon 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur.

## Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>Begrepsavklaring</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Introduksjon</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Sidedforskjeller i akillessenelengde</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2 Sidedforskjeller i tåhevfunksjon</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3 Problemstilling for oppgaven</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Teoretisk bakgrunn</b> .....	<b>12</b>
2.1.1 Plantarfleksorene i leggen.....	12
2.1.2 M. triceps suraes oppgave under gange .....	13
2.1.3 Akillessenen; Tverrsnitt, arkitektur, innervasjon.....	13
2.1.4 Akillessenens biomekaniske egenskaper.....	14
<b>2.2 Akillessenerupturer</b> .....	<b>15</b>
2.2.1 Skademekanisme.....	16
2.2.2 Årsakssammenhenger.....	16
2.2.3 Diagnostiske kriterier.....	17
<b>2.3 Tilheling</b> .....	<b>17</b>
2.3.1 Tilhelingsprosessen etter en akutt akillesseneruptur .....	17
2.3.2 Akillessenens elastisitet og stivhet etter en akillesseneruptur.....	18
<b>2.4 Akillesseneforlengelse</b> .....	<b>19</b>
2.4.1 Målemetoder for lengden av akillessenen .....	19
2.4.2 Akillesseneforlengelse under rehabiliteringsforløpet.....	21
2.4.3 Endret biomekanikk som følge av akillesseneforlengelse .....	22
<b>2.5 Nedsatt tåhevfunksjon</b> .....	<b>23</b>
2.5.1 Sidedforskjeller i plantarfleksjon.....	23
2.5.2 Sidedforskjeller i utholdende tåhev.....	24
2.5.3 Sidedforskjeller i tåhev høyde .....	25
2.5.4 Klinisk betydning av sidedforskjell i tåhevfunksjon og sidedforskjell i akillessenelengde.....	25
<b>2.6 Konservativ eller kirurgisk behandling</b> .....	<b>26</b>
2.6.1 Diastase mellom seneendene .....	27
<b>2.7 Tidlig rehabilitering</b> .....	<b>28</b>
2.7.1 Balanse mellom immobilisering og belastning .....	28
2.7.2 Umiddelbar vektbæring versus immobilisering .....	28
2.7.3 Kontrollert bevegelse under tidlig rehabilitering .....	29
2.7.4 Kombinasjon av umiddelbar vektbæring og kontrollert bevegelse.....	30
2.7.5 Individuelle krav til rehabilitering .....	31
<b>2.8 Oppsummering</b> .....	<b>32</b>
<b>3 Metode</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1 Design</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2 Utvalg</b> .....	<b>35</b>
3.2.1 Inklusjon og eksklusjonskriterier.....	35
3.2.2 Diagnostiske kriterier.....	36
<b>3.3 Testprosedyre og datainnsamling</b> .....	<b>36</b>
3.3.1 Tåhevfunksjonstester .....	36

3.3.2	Akillessenelengde målt med ultralyd.....	40
3.3.3	Styrkeberegning.....	44
<b>3.4</b>	<b>Statistisk analysemetode .....</b>	<b>44</b>
<b>3.5</b>	<b>Etikk.....</b>	<b>45</b>
3.5.1	Prinsipp om konfidensialitet.....	45
<b>4</b>	<b>Resultater.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Utvalg.....</b>	<b>47</b>
4.1.1	Deltakerkarateristika.....	47
<b>4.2</b>	<b>Ugyldige tester.....</b>	<b>48</b>
4.2.1	Beskrivelse av ugyldige tåhevtester.....	48
4.2.2	Beskrivelse av ugyldige ultralydmålinger.....	50
<b>4.3</b>	<b>Sideforskjell i tåhevfunksjon .....</b>	<b>50</b>
<b>4.4</b>	<b>Sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode .....</b>	<b>51</b>
<b>4.5</b>	<b>Sideforskjeller i akillessenelengde for de som ikke klarte å utføre tåhevtestene</b>	<b>52</b>
<b>4.6</b>	<b>Sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i tåhevfunksjon, mediale målemetode.....</b>	<b>52</b>
4.6.1	Sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og konsentrisk power og utholdende tåhev .....	53
<b>4.7</b>	<b>Sideforskjeller i akillessenelengde målt med midtre målemetode.....</b>	<b>53</b>
4.7.1	Sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i tåhevfunksjon, midtre målemetode .....	53
<b>5</b>	<b>Diskusjon.....</b>	<b>55</b>
<b>5.1</b>	<b>Oppsummering av oppgavens formål og hovedfunn .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2</b>	<b>Diskusjon av oppgavens hovedresultater.....</b>	<b>55</b>
5.2.1	Sammenheng mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon.....	56
5.2.2	Sideforskjeller akillessenelengde.....	57
5.2.3	Sideforskjeller tåhevfunksjon .....	57
<b>5.3</b>	<b>Metodiske betraktninger .....</b>	<b>59</b>
5.3.1	Studiedesign .....	59
5.3.2	Utvalg.....	59
5.3.3	Styrkeberegning.....	60
5.3.4	Akillessenelengde målt med ultralyd.....	61
5.3.5	Tåhevfunksjon.....	62
<b>5.4</b>	<b>Klinisk betydning og videre forskning.....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>68</b>
	<b>Tabelloversikt .....</b>	<b>81</b>
	<b>Figuroversikt.....</b>	<b>82</b>
	<b>Forkortelser .....</b>	<b>83</b>
	<b>Vedlegg.....</b>	<b>83</b>

## **Forord**

Etter å ha jobbet i flere år som kliniker føler jeg meg privilegert som har hatt mulighet til å sette meg tilbake på skolebenken. To år på Norges idrettshøgskole har vært en spennende og svært lærerik prosess. Ikke minst har jeg fått et nettverk som jeg håper å beholde i resten av mitt yrkesaktive liv. Det siste året har jeg fått lov til å fordype meg i et tema som jeg brenner for og som jeg kommer til å fortsette å utforske i min daglige jobb som fysioterapeut.

Jeg vil starte med å takke mine veiledere Hege Grindem og Ståle Myhrvold som har guidet meg gjennom masterarbeidet med positive innstillinger og konstruktiv kritikk. En ekstra stor takk til Hege for alle de gode diskusjonene om akillesenerupturer som alltid gikk litt utover den tiltenkte tiden. Videre må jeg takke vår svenske venn og forsker Annelie Brorsson som alltid har svart på mine spørsmål, det er ingen tvil om at dine råd har løftet oppgaven.

Til slutt vil jeg takke venner og familie som har stått på sidelinjen og heiet når det har blåst litt ekstra. En ekstra takk til min gode venninne Kaja Sætre for god hjelp og støtte i skrive prosessen. Og ikke minst til Christian som alltid har stått med middagen klar selv når jeg har kommet flere timer for sent hjem etter å ha arbeidet med oppgaven.

Nå gleder jeg meg til å anvende kunnskapen jeg har tilegnet meg på NIH i min kliniske hverdag.

Mai 2017, Jannicke Fjeldstad

## Begrepsavklaring

<b>Akilleseneruptur</b>	I denne oppgaven vil det kun bli tatt for seg totale akutte akillesenerupturer.
<b>Bifasisk kurve</b>	Kurve som går over to faser.
<b>Distale landemerket</b>	Calcaneus-akilleseneovergang, midten av senens bredde.
<b>Isometrisk styrke</b>	Evnen muskelen har til å kontrahere og skape kraft uten at muskelen endrer lengde (Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad, & Wisnes, 2010).
<b>Isokinetisk styrke</b>	Betegner en dynamisk bevegelse der hastigheten er lik gjennom hele bevegelsesbanen (Raastad et al., 2010). Muskelen mobiliserer maksimal styrke gjennom hele bevegelsesbanen med et spesialtilpasset testapparat.
<b>Inter-tester reliabilitet</b>	Når resultater av en enkel måling utført av forskjellige personer sammenlignes (Beyer & Magnusson, 2003).
<b>Intra-tester reliabilitet</b>	Når resultater av gjentakende målinger utført av samme person (Beyer & Magnusson, 2003).
<b>Kontrollert bevegelse</b>	Kontrollert bevegelse blir i denne oppgaven omtalt som daglige isometriske øvelser med foten i plantarfleksjon. Pasienten utfører enten bevegelsen mens de har på ortosen og/eller sammen med en fysioterapeut.
<b>Konsentrisk</b>	Dynamisk bevegelse, når muskelen utvikler kraft og trekker seg sammen.
<b>Konsentrisk power</b>	Mål på konsentrisk muskelstyrke ved plantarfleksjon av ankelen. Regnes ut ved formelen; kraft x tid = Watt.
<b>Limb symmetry index</b>	Sideforskjeller regnet ut i prosent av frisk side (skadd side/uskadet side x 100).
<b>Mediale målemetode</b>	Avstanden i cm fra calcaneus-akilleseneovergang, midten av senens bredde, til den distale tupp av mediale hodet av m. gastrocnemius hvor de første distale muskelfibrene går over til akillessenen.
<b>Muskelstyrke</b>	Den maksimale kraften en muskelgruppe kan generere ved en viss hastighet (Raastad et al., 2010).
<b>Midtre målemetode</b>	Avstanden i cm fra calcaneus-akilleseneovergang, midten av senens bredde, til splitten mellom det mediale og laterale hodet av m. gastrocnemius hvor de første distale muskelfibrene går over til akillessenen.
<b>Proksimale landemerket</b>	Fellesbetegnelse for punktet hvor de mest distale muskelfibrene går over fra akillessenen.
<b>Reliabilitet</b>	Angir i hvilken grad det er mulig å reprodusere målingen av en variabel (Beyer & Magnusson, 2003).
<b>Stress</b>	Kraft/areal.
<b>Testbatteri</b>	Flere tester som er satt sammen for å undersøke funksjonelle egenskaper.
<b>Tidlig rehabilitering</b>	Omtales som perioden hvor walker og/eller gips er anvendt.
<b>Totalt tåhev-arbeid</b>	Maksimalt antall ettbens tåhev x tåhev høyde.
<b>Tåhevfunksjon</b>	I denne oppgaven brukes det som et overordnet begrep for utholdende tåhev, tåhev høyde og konsentrisk power.
<b>Tåhev høyde</b>	Den høyeste tåheven som pasienten klarer å gjennomføre gjennom på ett ben, målt i cm.

<b>Uskadd side</b>	Kontralateralt ben som ikke har en akillesseneruptur.
<b>Utholdende tåhev</b>	Maksimalt antall repetisjoner i ettbens tåhev.
<b>Validitet</b>	Hvor korrekt målemetoden er i forhold til målgruppen.
<b>Vektbæring</b>	Krefter påført akillessenen gjennom kroppsvekt. Omtalt i perioden hvor pasienten anvender ortose eller gågips.

---



## 1 Introduksjon

Etter en akillesseneruptur er det rapportert om 10-30 % redusert tåhev styrke, redusert utholdenhet og redusert tåhev høyde inntil ti år etter skade (Horstmann, Lukas, Merk, Brauner, & Mundermann, 2012; Olsson et al., 2011). Konsentrisk power, utholdende tåhev og tåhev høyde blir videre i denne oppgaven omtalt som tåhevfunksjon. God evne til å utføre tåhev er assosiert med høyere grad av tilfredshet og fysisk aktivitet (Olsson, Karlsson, et al., 2014). I tillegg til endringer i funksjon, rapporteres det om sideforskjeller i akillessenelengde inntil 7 år etter en akillesseneruptur (Rosso et al., 2013). Det er ikke antatt å være noen sideforskjell i akillessenelengde hos uskadde (Barfod et al., 2015; Silbernagel, Shelley, Powell, & Varrecchia, 2016; Silbernagel, Steele, & Manal, 2012).

Pasienter med større grad av akillesseneforlengelse har dårligere funksjon enn pasienter med mindre grad av akillesseneforlengelser (Kangas, Pajala, Ohtonen, & Leppilahti, 2007). Det er ikke funnet noen statistisk sammenheng mellom økt akillessenelengde og muskelstyrke ved plantarfleksjon av foten (Kangas et al., 2007). Til tross for manglende kunnskap på området vet vi ikke om det er utilstrekkelig muskelstyrke eller sideforskjell av akillessenelengden som er årsaken til at ikke alle pasienter kommer tilbake til en normalisert tåhevfunksjon (Mullaney, McHugh, Tyler, Nicholas, & Lee, 2006; Olsson et al., 2011). For å undersøke dette nærmere vil denne masteroppgaven belyse sideforskjell i akillessenelengde og tåhevfunksjon 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Ved å belyse en eventuell sammenheng ønsker vi å kartlegge om en sideforskjell i form av en lengere akillessenelengde også viste større sideforskjeller i form av reduksjon i tåhevfunksjon.

Å undersøke sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon kan anses som klinisk relevant da variablene har vist en sammenheng med forandringer i gangfunksjon og et lavere aktivitetsnivå sammenlignet med før akillessenerupturen inntraff (Don et al., 2007; Olsson et al., 2011; Suydam, Buchanan, Manal, & Silbernagel, 2015). De fleste akillessenerupturer oppstår i forbindelse med idrett (Raikin, Garras, & Krapchev, 2013). Overvektige middelaldrene menn er mest utsatt for akillessenerupturer, dette er også en pasientgruppe som er i risiko for å utvikle sykkelig fedme gjennom økt stillesitting (Lantto, Heikkinen, Flinkkila, Ohtonen, & Leppilahti, 2015; Van Dyck et al., 2015). Det kan derfor anses som både helsemessig og samfunnsøkonomisk viktig å undersøke årsakene til hvorfor disse pasientene ikke kommer tilbake til det samme nivået av fysisk aktivitet som før skaden. Det er selvfølgelig flere andre faktorer enn sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i

tåhevfunksjon som avgjør om pasientene kommer tilbake til det samme funksjonsnivået som før akillessenerupturen. Disse faktorene vektlegges ikke i denne masteroppgaven. Å undersøke styrken av sammenhengen mellom sideforskjell i ståfunksjon og sideforskjell i akillessenelengde kan tilføre kunnskap om hva som bør vektlegges i behandlingen av pasienter med akillessenerupturer slik at de kan komme til samme aktivitetsnivå som før skaden.

### **1.1 Sideforskjeller i akillessenelengde**

Noen få studier med små utvalg har rapportert langt større sideforskjeller i akillessenelengde ved lengdemål av hele akillessenen med ultralyd enn ved å måle avstanden mellom seneendene (Schepull & Aspenberg, 2013; Silbernagel, Steele, et al., 2012). Det er derfor foreslått at hele akillessenen er berørt av forlengelsen og ikke bare avstanden mellom seneendene (Suydam et al., 2015). Til tross for at det per i dag ikke finnes noen validert målemetode for å måle lengden av akillessenen etter en akillesseneruptur, har flere forskjellige ultralydmetoder på uskadet akillessener vist god reliabilitet og validitet (Barfod et al., 2015; Silbernagel et al., 2016).

### **1.2 Sideforskjeller i ståfunksjon**

Ved vurdering av sideforskjeller i ståfunksjon anses det som viktig å anvende funksjonelle validerte effektmål. Et objektivt testbatteri som blant annet består av konsentrisk power i stå, utholdende stå og stå høyde har vist høy sensitivitet og reliabilitet når man vurderer sideforskjeller i underekstremiteten (Moller, Lind, Styf, & Karlsson, 2005; Silbernagel, Gustavsson, Thomee, & Karlsson, 2006). Dette testbatteriet har tidligere blitt anvendt for å vurdere funksjon etter akillesseneruptur både ved konservativt og kirurgisk behandlede pasienter (Nilsson-Helander et al., 2010). Dersom det viser seg at sideforskjeller i konsentrisk power, utholdende stå og stå høydetestene kan være med på å avgjøre om det er muskulære faktorer som er årsaken til nedsatt ståfunksjon er dette et funksjonstester som kan anvendes i klinikken. Det er rapportert at rehabiliteringen er mer avgjørende for funksjonen enn valget mellom konservativ og kirurgisk. Derfor ble sideforskjellene vurdert uavhengig av behandling, mens alle pasientene gjennomførte den samme rehabiliteringsprotokollen (Holm, Kjaer, & Eliasson, 2015).

### 1.3 Problemstilling for oppgaven

Formålet for denne oppgaven var tre-delt. Først ønsket vi å belyse sideforskjellen i akillessenelengde ved bruk av mediale og midtre ultralydmetode og sideforskjell i tåhevfunksjonen 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Det andre formålet, som var hovedproblemstillingen for oppgaven, var å belyse en eventuell sammenheng mellom akillessenelengden målt med den mediale målemetoden og tåhevfunksjonen. Det tredje formålet var å belyse om det påvirket styrken av sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhevfunksjonen, hvis vi anvendte den midtre målemetoden i istedenfor den mediale målemetoden.

Vi ønsket å belyse sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon gjennom tre hypoteser:

”Det er en sammenheng mellom sideforskjell i ultralydmålt lengde av akillessenen og sideforskjell i maksimum total power i ettbens konsentrisk tåhev 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur”

”Det er en sammenheng mellom sideforskjell i ultralydmålt lengde av akillessenen og sideforskjell i antall repetisjoner i ettbens utholdende tåhev 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur”

”Det er en sammenheng mellom sideforskjell i ultralydmålt lengde av akillessenen og sideforskjell i maksimum høyde i en enkel tåhev 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur”

## 2 Teoretisk bakgrunn

I dette kapittelet blir det tatt for seg relevant teori for oppgaven. Først blir det redegjort for relevant anatomi og biomekanikk av akillessenen. Videre blir det tatt for seg en kort belysning av forekomst og årsakssammenhengen til akillessenerupturer samt diagnostisering. I neste avsnitt blir det tatt for seg tilheling og når i forløpet det er antatt av akillesseneforlengelsen oppstår. Videre blir det redegjort for utfordringer ved en akillesseneforlengelse og den kliniske betydningen av en forlenget sene. Det vil bli belyst mulighetene for å begrense en akillesseneforlengelse gjennom behandling. Til slutt vil det bli gitt en oppsummering.

### 2.1 Anatomi og biomekanikk av akillessenen



**Figur 1:** Anatomisk bilde av *m. triceps surae* og akillessenen. Fra *Achilles tendon rupture; assessment of nonoperative treatment*, av Barfod, K. W, 2014, *Danish medical journal*, 61, s.4. Copyright 2014 Danish medical journal. Gjengitt med tillatelse.

#### 2.1.1 Plantarfleksorene i leggen

De to viktigste plantarfleksorene i leggen er *m. gastrocnemius* og *m. soleus*, til sammen ofte omtalt som *m. triceps surae* (Roald Bahr, McCrory, Bolic, & Prøis, 2014)

*M. gastrocnemius* er en tohodet muskel som har utspring fra henholdsvis laterale og mediale femurkondyl, mens *m. soleus* har sitt utspring fra det posteriore hodet av fibula (Kendall & McCreary, 1983). Senefibrene fra *m. soleus* smelter sammen med senehinnen (aponeurosen) til *m. gastrocnemius* og danner akillessenen som fester musklene på *tuber calcanei* (Dahl,

Rinvik, & Schreiner, 1996). *M. triceps surae* står for plantarfleskjonen i ankelleddet sammen med *m. plantaris*, *m. flexor hallucis longus*, *m. flexor digitorum longus*, *m. fibularis longus*, *m. fibularis brevis* og *m. tibialis posterior* (Dahl et al., 1996). Det er *m. triceps surae* som står for nesten 4/5 deler av plantarfleksjonen og er derfor den sterkeste plantarfleksoren i ankelleddet (Dahl et al., 1996). På grunn av samspillet mellom musklene som utfører plantarfleksjon kan enkelte fortsatt utføre plantarfleksjon av ankelen til tross for akillesseneruptur (Barfod, 2014). De overnevnte plantarfleksorene er innervert av n. tibialis (Kendall & McCreary, 1983). Plantarfleksorene i leggen er mer enn fire ganger så sterke som dorsalfleksorene og spiller en viktig rolle når vi går (Dahl et al., 1996). I tillegg til plantarfleksjon står *m. triceps surae* for over halvparten av den maksimale kraftytelsen ved inversjon av foten (Dahl et al., 1996)

### **2.1.2 M. triceps suraes oppgave under gange**

*M. triceps sura* er den muskelen som er viktigst under frasparket ved gange og ved løp (Butler & Dominy, 2016). Under gange kan belastningen av foten deles inn i tre hovedfaser; ansatsfasen, fremrullingfasen og avviklingsfasen. I ansatsfasen settes hælen i underlaget og foten dorsalflekteres slik at *m. triceps surae* blir satt på strekk. I første del av fremrullingsfasen starter kontraksjonen av *m. triceps surae*, som løfter hælen og begynner inversjon av foten. Kontraksjonen av *fibularis longus* bidrar sammen med *m. triceps surae* til å balansere foten. Den siste delen av fremrullingsfasen er det først og fremst *m. fibularis longus* som står for. I avviklingsfasen løftes foten fra underlaget ved hjelp av *m. flexor hallucis longus* til å presse stortåen i underlaget (Dahl et al., 1996).

### **2.1.3 Akillessenen; Tverrsnitt, arkitektur, innervasjon**

Akillessenen er den sterkeste og tykkeste senen i menneskekroppen (Jiang, Wang, Chen, Dong, & Yu, 2012). Akillessenen starter i splitten mellom laterale- og mediale hode av *m. gastrocnemius* og fester til *calcaneus* (Dahl et al., 1996).

Akillessenenens lengde varierer i stor grad og det er rapportert en variasjon på 11-25cm (Doral et al., 2010). Tverrsnittet på senen er ca. ½ cm (Doral et al., 2010). Festet på *calcaneus* har vist seg å være fire ganger så sterkt som midtsubstansen av senen (Doral et al., 2010).

Foruten vann består mesteparten av akillessenen av kollagenfibre, hvorav 95% er kollagen type 1 (Roald Bahr et al., 2014). Kollagenet er ordnet i parallelle fibre; fra fibriller,

kollagenfibre, subfasikkel, fasikkel med endotenon, fiberbunt med endotenon til sene med epitenon (Roald Bahr et al., 2014). Akillessenen har ingen synovialhinne, men er dekket med paratenon som gir vaskularisering til akillessenen (Gross & Nunley, 2016). A. tibialis posterior forsyner den proksimale og distale delen av akillessenen, mens a. peronea forsyner den midtre delen av senen (2-6 cm fra akillessenefestet på calcaneus) (Gross & Nunley, 2016). Den midtre delen av akillessenen blir ansett som et område med hypovaskularisering. Dette har blitt foreslått som en av årsakene til at man hyppigere ser rupturer i midten av akillessenen (Gross & Nunley, 2016). Nerveinnervasjonen til akillessenen ligger i epitenon N. suralis og n. saphenus går lateralt og mediallyt for akillessenen som gjør nervene utsatte for skade ved operasjon av akillessenen (Doral et al., 2010). N. suralis forsyner huden i et trekantet parti over lateralflaten av calcaneus og laterale malleol, i tillegg til huden på laterale fotrand (Dahl et al., 1996).

#### **2.1.4 Akillessenens biomekaniske egenskaper**

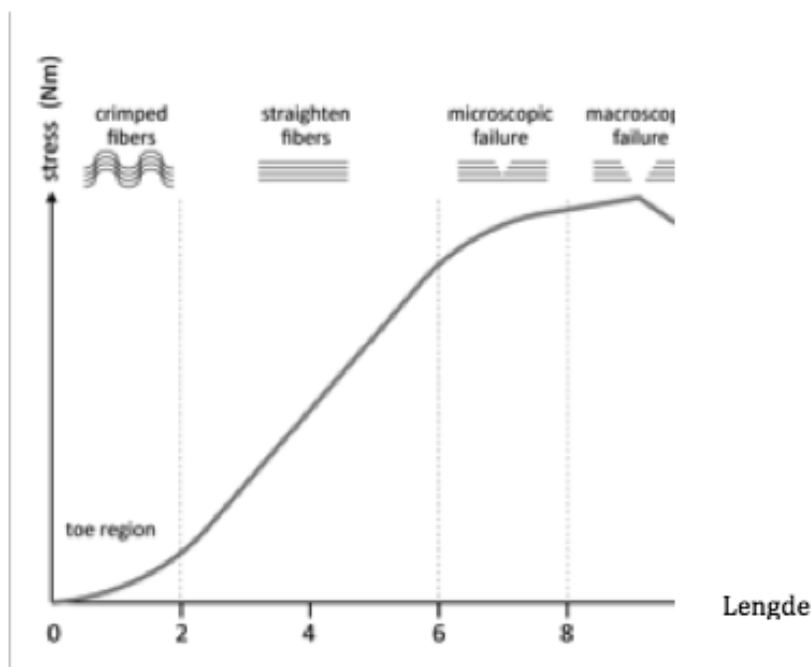
I hovedsak er kunnskapen om akillessenens biomekaniske egenskaper hentet fra dyremodeller og studier på kadavre (Barfod, 2014).

Til tross for at akillessenen er den største og sterkeste senen i menneskekroppen er den hyppigst utsatt for rupturer (Jiang et al., 2012). Akillessenens oppgave er å overføre energi fra m. triceps surae til calcaneus for å plantarflektre ankelleddet, henholdsvis under gange, løping og ved postural kontroll (Komi, Fukashiro, & Jarvinen, 1992). Under gange blir akillessenen utsatt for belastning tilsvarende 2-3 ganger kroppsvekten, mens ved løping kan den bli utsatt for belastning opptil 12,5 ganger kroppsvekten (Komi et al., 1992).

Akillessenens evne til å lagre og frigjøre energi er avhengig av lengden akillessenen befinner seg i når arbeidet utføres. Stivhet i akillessenen har blitt assosiert med dens evne til å lagre og frigi energi. Dette oppstår i en strekk-forkortnings syklus av senen (Voigt, Bojsen-Moller, Simonsen, & Dyhre-Poulsen, 1995). Dersom senen blir utsatt for konstant strekk over lengre tid vil akillessenens lengde øke og spenningen i senen reduseres (Maquirriain, 2011). For at akillessenen effektivt skal overføre energi som er lagret i muskulaturen for å skape bevegelse, må akillessenen motstå høye krefter med begrenset forlengelse.

Figur 1 forklarer en stress-normalisert forlengningskurve som reflekterer senens materielle egenskaper. Normaliseringen er når senen kommer tilbake til sitt opprinnelige nivå. Kurven starter i tåregionen som er første del av forlengningen av senen. Inntil to prosent forlengelse av akillessenen starter kollagenfibre å rette seg ut. Med forlengelse fra to til seks prosent

fortsetter kollagenfibrene å rette seg lineært ut og mikrorupturer begynner å oppstå i senen (V. M. Wang, Banack, Tsai, Flatow, & Jepsen, 2006). En systematisk oversiktsartikkel rapporterer at akillessenen har perfekt elastisitet så lenge den ikke utsettes for strekk over 4 % (Maquirriain, 2011). Fra åtte til ti prosent forlengelse begynner større rupturer (makrorupturer) å oppstå (V. M. Wang et al., 2006). Akillessenens evne til å motstå stress (kraft/areal) påvirkes av tverrsnittet og lengden av fibrene i senen. Et større tverrsnittområde av akillessenen vil føre til økt styrke og stivhet i senen (Maquirriain, 2011). Atleter som utsetter akillessenen for repetitiv belastning, som for eksempel langdistanseløpere, har vist seg å ha større tverrsnitt av akillessenen sammenlignet normale kontroller (Kongsgaard, Aagaard, Kjaer, & Magnusson, 2005). Lengre senefibre tilsier at det kan påføres større forlengelse uten at det fører til svikt av senen (Maquirriain, 2011).



**Figur 2** :Stress-lengde kurve. Fra *Achilles tendon rupture; assessment of nonoperative treatment*, av Barfod, K. W, 2014, *Danish medical journal*, 61, s.4. Copyright 2014 Danish medical journal. Gjengitt med tillatelse.

## 2.2 Akillessenerupturer

Den første akillessenerupturen ble rapportert i 1575 (Gulati et al., 2015). En dansk kohortstudie rapporterer en økning av akutte akillessenerupturer fra 11-32,6 per 100 000 per år, økningen ble målt fra 1991-2002 (Gulati et al., 2015). Sportsrelaterte skader er fortsatt det vanligste, men man har også blitt rapportert en økning av ikke-sportsrelaterte

akillesenerupturer, spesielt blant eldre kvinner (Lantto et al., 2015). Grunnen til en større forekomst av akillesenerupturer kan være økende alderen blant mosjonister, økningen av akillesenerupturer som ikke er sportsrelaterte er derimot ukjent (Huttunen, Kannus, Rolf, Fellander-Tsai, & Mattila, 2014; Lantto et al., 2015).

Forekomsten blant menn er tre ganger høyere enn blant kvinner (Ganestam, Kallemose, Troelsen, & Barfod, 2015). Gjennomsnittsalderen for akillesenerupturer blant menn er 45 år og 44 år for kvinner (Ganestam et al., 2015).

### **2.2.1 Skademekanisme**

Den vanligste akillesenerupturen (53%) oppstår under fraskyvet i hopp eller løp med kneet i ekstensjon (Gross & Nunley, 2016). En annen skademekanisme (17%) er en uventet dorsalfleksjon av ankelleddet med en umiddelbar kontraksjon av m. triceps surae (Roald Bahr et al., 2014; Gross & Nunley, 2016). Ved klinisk møte med pasienten kan enkelte pasienter fortelle om langvarig akillesenesmerter i forkant av rupturen, men som oftest oppstår skaden uten forvarsel (Roald Bahr et al., 2014).

Den vanligste akillesenerupturen oppstår i midtre del av senen som tilsvarer 2-6 cm proksimalt fra festet på calcaneus (Gross & Nunley, 2016). Dette området har et mindre tverrsnitt sammenlignet med resten av senen som kan være med på å forklare at dette området er mest utsatt for skade (Gross & Nunley, 2016).

### **2.2.2 Årsakssammenhenger**

Årsaksforholdene ved akillesenerupturer ser ut til å være multifaktorielle, og kan deles inn i interne og eksterne risikofaktorer. Det er summen av hvordan de interne og eksterne risikofaktorene påvirker hverandre som kan være predisponerende for skade (R. Bahr & Krosshaug, 2005). En systematisk oversiktsartikkel over 31 tverrsnittstudier rapporterer moderat evidens for at nedsatt størrelse av sene-fibrill fører til økt risiko for akilleseneruptur (Claessen, de Vos, Reijman, & Meuffels, 2014). Flere andre risikofaktorer har også blitt foreslått i litteraturen. Deriblant degenerative forandringer på akillessenen, anatomiske forskjeller, genetik, kjønn, alder, biomekaniske faktorer, medisiner og sportsrelaterte faktorer. Hvordan disse faktorene påvirker hverandre og videre fører til predisponering for en akilleseneruptur har vi fortsatt ikke nok kunnskap om (Claessen et al., 2014). For å evaluere påvirkningen av de multifaktorielle risikofaktorene for akillesenerupturer trengs det flere prospektive høykvalitetsstudier.



### **2.2.3 Diagnostiske kriterier**

Nyere studier har vist at diagnostisering av akillesseneruptur er mer sensitivt ved kliniske undersøkelser i kombinasjon med pasient historien enn ved MR (Garras, Raikin, Bhat, Taweel, & Karanjia, 2012). Til tross for dette er MR, med en sensitivitet på 90,6 % fortsatt gullstandarden for diagnostisering av akillessenerupturer (Garras et al., 2012).

De mest sensitive kliniske testene for å diagnostisere akillessenerupturer er Thompson test (i litteraturen også omtalt som Simmonds-Thompson test) og Matles test, med en sensitivitet på henholdsvis 96 og 88 % (Maffulli, 1998). Matles test er positiv når man observerer økt dorsalfleksjon i ankelen i hvile sammenlignet med det uskadete benet. Testen utføres i mageliggende med kneet i 90 grader. Thompson test utføres med pasienten i mageliggende med kneet i hvilestilling, testen utføres ved at undersøkeren klemmer rundt av m. triceps surae. Testen er positiv når kompresjonen av leggen ikke resulterer i plantarfleksjon av foten (Scott & al Chalabi, 1992). Ultralyd viser også høy sensitivitet ved diagnostisering av akillessenerupturer (Rockett, Waitches, Sudakoff, & Brage, 1998). Klinisk testing er anbefalt for å diagnostisere akillessenerupturer på grunn av høy sensitivitet, lett tilgjengelighet og kostnadseffektivt sammenlignet med for eksempel MR. (Maffulli, 1998).

## **2.3 Tilheling**

Tilheling av sener avhenger av hva slags type behandling som blir anvendt i tillegg til individuelle forskjeller på tilheling (Holm et al., 2015; Silbernagel et al., 2015). Faktorer som rehabiliteringsprotokoller og pasientens motivasjon for opptrening er også avgjørende for tilhelingen etter en akillesseneruptur (Gulati et al., 2015)

### **2.3.1 Tilhelingsprosessen etter en akutt akillesseneruptur**

Etter en ruptur oppstår umiddelbart en inflammatorisk fase som varer fra null til syv dager. Fra 1-8 uker starter repprasjonsfasen i denne fasen modner cellene til fibroblaster. Videre starter produksjonen av kollagen type tre, før gradvis kollagen type 1 blir produsert (Voleti, Buckley, & Soslowsky, 2012). Fra tre uker til tolv mnd. pågår remodelleringsfasen hvor matrix gradvis brytes ned og erstattes av kollagenfibre, parallelt i senens lengderetning (Kannus, Jozsa, Natri, & Jarvinen, 1997; Voleti et al., 2012). Kollagenfibre som ikke har blitt

utsatt for mekanisk belastning vil få en tilfeldig organisering og er svakere enn kollagen som er utsatt for belastning (Gelberman, Menon, Gonsalves, & Akeson, 1980; Kannus et al., 1997).

### **2.3.2 Akillessenens elastisitet og stivhet etter en akillesseneruptur**

Etter en akillesseneruptur rapporteres det om sideforskjeller både i akillessenens stivhet og elastiske bestanddeler inntil seks år etter skade (Agres et al., 2015; Geremia et al., 2015; Schepull, Kvist, Andersson, & Aspenberg, 2007). Litteraturen rapporterer både en reduksjon og økning i stivhet etter en akillesseneruptur. Dette kan være på grunn av tidspunktet som stivheten ble målt på (Voleti et al., 2012). Wang et al (2013) rapporterer redusert stivhet i akillessenen 3-12 mnd. etter en akillesseneruptur (H. K. Wang et al., 2013). I motsetning rapporterer Agres et al. (2015) økt stivhet av akillessenen 2-6 år etter en kirurgisk behandling av akillesseneruptur. Dette har også har blitt rapportert for konservativt behandlede pasienter (Barfod et al., 2014). Endringene i stivhet av senen over tid kan forklares ved at akillessenen fortsatt er i remodeleringsfasen inntil et år etter en akillesseneruptur, mens man etter flere år ser en økt stivhet sammenlignet med frisk side (Voleti et al., 2012). En sideforskjell i økt stivhet av akillessenen viser en sammenheng med økt dorsalfleksjon og redusert plantarfleksjonsmoment under gange (Agres et al., 2015; Barfod et al., 2014). Sideforskjell i reduksjonen i plantarfleksjonsmomentet under gange viser derimot ingen statistisk signifikant sammenheng med økt lengde av akillessenen (Geremia et al., 2015). Den økte stivheten i akillessenen er antatt å ha en redusert muskelstyrke i plantarfleksjon (Geremia et al., 2015). Ved vektbæring av senen 14 dager etter akillessenerupturen er det rapportert at man påvirke de elastiske bestanddelene (Schepull et al., 2007). En randomisert kontrollert studie (RCT) rapporterer om 35% høyere elastiske bestanddeler ved oppstart av kontrollert bevegelse i kombinasjon med umiddelbar vektbæring av ortosen sammenlignet med immobilisering 14 dager postoperativt (Schepull & Aspenberg, 2013). Kontrollert bevegelse blir i denne oppgaven omtalt som isometriske bevegelser med foten i plantarfleksjon. Pasienten utfører enten bevegelsen mens de har på ortosen eller at de fjerner ortosen. Redusert elastiske bestanddeler målt i uke syv viser en reduksjon i totalt stå-arbeid (antall stå x høyde stå), 18 mnd. etter en kirurgisk behandlet akillesseneruptur (Schepull & Aspenberg, 2013). For konservativt behandlede pasienter har også umiddelbar vektbæring vist seg å føre til signifikant høyere elastiske bestanddeler 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur sammenlignet med immobilisering i seks uker (Barfod et al., 2014). Umiddelbar vektbæring av ortosen etter

en kirurgisk behandlet akillesseneruptur rapporteres å ikke føre til noen varig endring i elastiske bestanddeler slik som konservativt behandlede pasienter (Geremia et al., 2015; Schepull et al., 2007).

## **2.4 Akillesseneforlengelse**

Det kan være mange grunner til akillesseneforlengelse. Ved kirurgisk behandling av en akillesseneruptur er to av de viktigste grunnene til forlengelse av akillessenen mangel på tilstrekkelig spenn i senen under operasjon, og en progressiv seneforlengelse i den postoperative perioden (Maquirriain, 2011). For å unngå en akillesseneforlengelse etter kirurgi er det anbefalt å ikke strekke akillessenen i løpet av de første seks ukene av remodelleringsfasen (Maquirriain, 2011). En endring fra immobilisering i - 20 grader dorsalfleksjon til full dorsalfleksjon ved 4 uker postoperativt har vist en sammenheng med økt risiko for akillesseneforlengelse (Kangas et al., 2007). Det har derfor blitt foreslått at en rask endring økt dorsalfleksjon innen de første fire ukene etter en akillesseneruptur vil kunne forutse en sideforskjell i akillessenelengde.

Ved lengdemål av akillessenen rapporteres det om statistisk signifikant lengere akillessene etter en akillesseneruptur sammenlignet med uskadet side (Silbernagel, Steele, et al., 2012; Suydam et al., 2015). Forlengelse av akillessenen i etterkant av en akillesseneruptur er ofte rapportert i studier og er assosiert med nedsatt tåhevfunksjon og forandringer i gangfunksjonen (Olsson, Karlsson, et al., 2014; Silbernagel, Steele, et al., 2012; Suydam et al., 2015).

Studier som har vurdert avstanden mellom seneendene (senere omtalt som separasjon av seneendene), rapporterer om en gjennomsnittlig akillesseneforlengelse med 2-5mm tolv mnd. etter en akillesseneruptur (Kangas et al., 2007). Det er rapportert om akillesseneforlengelse inntil syv år etter (Rosso et al., 2013). Til tross for en upublisert studier som så en statistisk signifikant sideforskjell på 0,32-0,36 cm, er det ikke rapportert noen sideforskjell hos uskadde akillessener (Barfod, Riecke, et al., 2015; Brouwer, Myhrvold, Benth & Hoelsbrekken, in prep.; Silbernagel et al., 2016; Silbernagel, Steel, et al., 2012).

### **2.4.1 Målemetoder for lengden av akillessenen**

I skrivende stund finnes det ingen klar definisjon på akillessenelengden. Det finnes heller ingen validert målemetode for å måle akillessenelengde etter en akillesseneruptur. Hvilken

målemetode som er anvendt til å måle akillessenelengden etter en akillesseneruptur varierer studier imellom. Flere metoder for lengdemåling av akillessenen har tidligere blitt beskrevet i litteraturen hvor de fleste studier sammenligner skadet side med uskadet side. Siden det i hovedsak er akillessenen som begrenser dorsalfleksjonen selv ved en forlenget akillessene, kan sideforskjell i dorsalfleksjon være et indirekte mål på sideforskjell i lengden av akillessenen (Costa, Logan, Heylings, Donell, & Tucker, 2006). Hvilevinkel er den mest brukte testen som et mål på akillessenelengden etter en akutt akillesseneruptur (Michael R. Carmont et al., 2015). En uskadet akillessenelengde tilsvarer 10-20 grader plantarfleksjon, mens en forlenget sene fører til at ankelen blir ført nærmere nøytral stilling eller dorsalfleksjon. En sideforskjell tilsvarende 10 grader økt dorsalfleksjon rapporteres å være tilsvarende 10 mm forlengelse av akillessenen (Barfod et al., 2014; M. R. Carmont et al., 2013). Hvilevinkelen, på lik linje som lengden av akillessenen målt med ultralyd, har vist seg å ha en sammenheng med tåhev høyden målt ett år etter akillesseneruptur (Michael R. Carmont et al., 2015). Til tross for at hvilevinkelen kan være et godt individuelt mål på akillessenelengde er det vanskelig å bruke målemetoden til å sammenligne akillessenelengde individer i mellom.

Det rapporteres en sterk sammenheng mellom sideforskjell i redusert tåhev høyde og økt akillessenelengde (Silbernagel, Steele, et al., 2012). På grunn av den sterke sammenhengen mellom tåhev høyde og akillessenelengde har det blitt foreslått at tåhev høyden målt under utholdende tåhevttest kan bli anvendt som en indirekte mål på en sideforskjell i akillessenelengde (Silbernagel, Steele, et al., 2012).

En direkte målemetode for endring i akillessenelengde er radiostereometrisk analyse (RSA). Her anvendes metallperler som injiseres i senen og som belyses med røntgen for å måle avstanden mellom seneendene (Schepull & Aspenberg, 2013). RSA er ansett som en svært nøyaktig tredimensjonal målemetode for å måle avstanden mellom metallperlene som blir injisert (Selvik, 1990). MR kan også anvendes, men er ansett som en kostbar metode for måling av lengden til akillessenen og passer av den grunn bedre til anvendelse i kliniske studier og ikke i den kliniske hverdagen.

#### 2.5.1.1 Ultralydmålt lengde av akillessenen

I studier som har anvendt ultralyd som metode for å måle lengden av akillessenen rapporteres det om en gjennomsnittlig forlengelse av akillessenen på 3,0 -3,5 cm (~15%) sammenlignet

med uskadd side 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Silbernagel, Steele, et al., 2012; Suydam et al., 2015). Dersom man antar at lengden av hele akillessenen er påvirket av rupturen og den påfølgende rehabiliteringen er det hensiktsmessig å måle hele akillessenen (Suydam et al., 2015). Dette kan bli gjort ved å måle lengden av akillessenen med ultralyd. Ultralyd av akillessenen kan sees som fordelaktig å anvende da målemetoden ikke bryter huden til kontrast fra RSA. Referansepunktene som oftest blir anvendt til å måle akillessenelengden med ultralyd er muskel-akillessene overgangen på m. gastrocnemius og akillessenens feste på calcaneus (Barfod et al., 2015; Silbernagel, Steele, et al., 2012). Med denne referansen for akillessenelengden viser ultralydbilde tatt med panoramavinkel på uskadde akillessener å ha en ICC=0,866-0,97 (Barfod et al., 2015; Silbernagel et al., 2016). Dette tilsvarer mulighetene for å kunne oppdage mer enn fire mm forskjell i lengden av senen (Barfod et al., 2015; Silbernagel, Steele, et al., 2012; Suydam et al., 2015). Ultralyd med panoramavinkel har vist en sterk korrelasjon mellom lengdemål av uskadd akillessene og lengdemål av en dissekert akillessene (Silbernagel et al., 2016). Andre studier viser en sterk sammenheng mellom ultralyd målt lengde av akillessenen og lengdemål utført ved hjelp av MR (Barfod et al., 2015). Studiene som har validert målemetodene med ultralyd er utført på uskadde akillessener (Barfod et al., 2015; Silbernagel et al., 2016).

#### **2.4.2 Akillesseneforlengelse under rehabiliteringsforløpet**

Studier viser ulike resultater for når i rehabiliteringsforløpet akillesseneforlengelse oppstår. Ved å måle avstanden mellom seneendene etter en kirurgisk behandlet akillesseneruptur, rapporterer Nystrøm & Holmlund (1983) en avstanden mellom seneendene etter at pasientene var immobiliserte i tre uker. Avstanden fulgte en kurve som var inndelt i to (bifasisk kurve) hvor avstanden i første omgang ble observert mellom 0-7 dager etter akillessenerupturen, ingen økt avstand mellom 8-1 dager og i andre omgang en økning i avstand mellom seneendene mellom 22-35 dager. Mortensen, Skov & Jensen (1999) observerte også en bifasisk kurve for avstanden mellom seneendene på 10,5mm frem til 7 uker postoperativt. Senere har Shepull, Kvist & Aspenberg (2012) understøttet en bifasisk kurve etterfulgt av konservativ og kirurgisk behandling. Studien viste en gjennomsnittlig forlengning av akillessenen med 3,1 mm, mellom uke 3-7 og videre til 4,1 mm mellom uke 7-19. Kangas et al. (2007) målte derimot ingen bifasisk akillesseneforlengelse, men en gradvis akillesseneforlengelse frem til seks uker postoperativt. Etter seks uker og frem til uke 60 postoperativt sank gradvis akillesseneforlengelsen tilsvarende tilbake til uke 1-2 postoperativt.

Akillesseforlengelsen oppsto uavhengig av om pasientene brukte kontrollert bevegelse mellom uke 2-6 i rehabiliteringen eller var immobiliserte i samme periode, derimot var forlengelsen kortere for gruppen som brukte kontrollert bevegelse. Alle de overnevnte studiene brukte målemetoder som registrerte avstanden mellom seneendene.

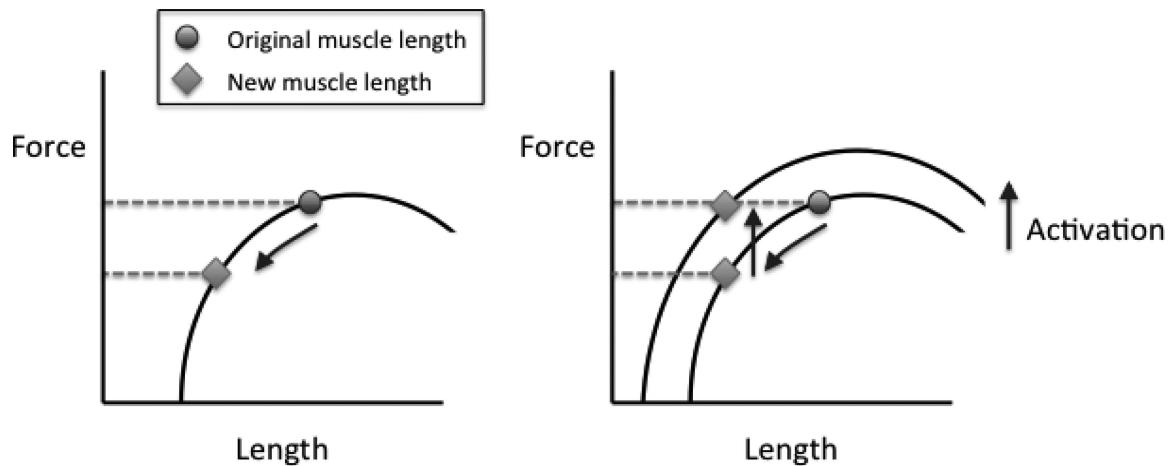
Ved bruk av ultralyd som måler lengden av hele akillessenen etter en akillesseneruptur og ikke kun avstanden mellom seneendene rapporteres det i en case-serie med ti pasienter signifikant sideforskjell i akillessenelengden (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Tre mnd. etter rupturdato ble det målt en gjennomsnittlig sideforskjell på 3,0 cm. Sideforskjellen viste seg å være avtagende fra 3-12 mnd. (3,0-2,6 cm) (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Ved bruk av samme målemetode rapporterte Suydam et al. (2015) i en studie med fire forsøkspersoner også en avtagende akillessenelengde fra 3,6 cm etter 6 mnd. til 3,1 cm etter 12 mnd.

Oppsummert viser studiene en større akillesseneforlengelse når man måler senekomplekset sammenlignet med studier som måler avstanden mellom seneendene. Den største forlengelsen av akillessenen oppstår innen de fire første mnd. etter en akillesseneruptur. Fra fire mnd. til ett år etter akillessenerupturen reduseres lengden av akillessenen og sideforskjellene blir mindre (Kangas et al., 2007; Nystrom & Holmlund, 1983; Schepull & Aspenberg, 2013). På bakgrunn av når en akillesseneforlengelse oppstår kan man muligens påvirke graden av akillesseneforlengelse innenfor de tre første mnd. etter en akillesseneruptur, dette vil vi komme nærmere innpå i kapittelet om rehabilitering.

### **2.4.3 Endret biomekanikk som følge av akillesseneforlengelse**

En mekanisk forklaring på en forlenget akillessene er at det fører til større muskelforkorting ved muskelkontraksjon (Suydam et al., 2015). Sett i sammenheng med lengde-spenning vil en videre muskelforkorting som ved en forlengelse av akillessenen føre til nedsatt kraftproduksjon (Mullaney et al., 2006; Suydam et al., 2015). En nyere studie viser en moderat sammenheng ( $0.38 < r < 0.52$ ) mellom økning i lengden av akillessenen ( $3,6 \pm 0,8\text{cm} - 3,1 \pm 0,1\text{cm}$ ) og en økning av EMG aktivitet i m. triceps surae under gange, 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Suydam et al., 2015). I kontrast er det ikke målt noen sideforskjell verken i akillessenelengde eller økt m. triceps surae aktivitet under gange hos friske kontroller (Suydam et al., 2015). Økningen i EMG aktivitet kan bety at leggmuskelen ikke har noen redusert evne til å kontrahere, men at den økte EMG aktiviteten er en kompensasjon for en

forlenget akillessene (Suydam et al., 2015). Dersom lengden på akillessenen øker, minskes muskel-lengden tilsvarende ved en kontraksjon (Suydam et al., 2015).



**Figur 3:** Muskelforkortning ved kontraksjon. **Bildet til venstre** viser at ved en gitt muskel kraft-lengde kurve ved en konstant aktiveringsnivå, dersom muskellengde øker, vil korresponderende kraft minke. **Bilde til høyre** viser at for å produsere den samme mengde kraft ved den nye lengden, må aktiverings nivået øke. For å utvikle den samme kraften må høyere EMG aktivitet til for å oppnå de samme oppgavene dersom muskel lengden forkortes. Fra *Compensatory muscle activation caused by tendon lengthening post-Achilles tendon rupture*, av Suydam, S. M., Buchanan, T. S., Manal, K.Silbernagel, K.G, 2015, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23, s 868. Copyright 2015 *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.

## 2.5 Nedsatt tåhevfunksjon

Det er ingen konsensus om den beste målemetoden for å måle muskelstyrke i plantarfleksjon. Studiene varierer mellom å måle isometrisk og isokinetisk muskelstyrke under plantarfleksjon. Det varierer også mellom å måle gjennomsnittlig muskelstyrke i hele bevegelsesbanen eller om bare styrken i enden av bevegelsesbanen er målt. Studiene varierer også mellom å måle muskelstyrken i sittende eller stående (Don et al., 2007; Kangas et al., 2007; Mullaney et al., 2006).

### 2.5.1 Sideforskjeller i plantarfleksjon

Til tross for rehabilitering rapporteres det om redusert muskelstyrke i konsentrisk tåhev med 10-30% sammenlignet med uskadet side fra ett til to år etter en akillesseneruptur (Nilsson-Helander et al., 2010; Olsson et al., 2011). Dette viser seg å være uavhengig av om pasienten

er behandlet konservativt eller kirurgisk (Nilsson-Helander et al., 2010; Olsson et al., 2011). Andre studier viser ingen signifikant sideforskjell i sittende konsentriske plantarfleksjon tolv mnd. etter en akillesseneruptur (Don et al., 2007). Kangas et al. (2007) rapporterer en ikke statistisk signifikant sammenheng en akillessenelengde og isokinetisk muskelstyrke.

Ved å måle isometrisk muskelstyrke i endepunktet av plantarfleksjonen rapporteres det om inntil 34 % sideforskjell 6-12 mnd. etter kirurgisk behandling (Mullaney et al., 2006). Dette rapporteres ikke i studier som har sett på isometrisk muskelstyrke ved null grader dorsalfleksjon (Kangas et al., 2007). Nedsatt isometrisk muskelstyrke i endepunktet av plantarfleksjonen rapporteres å forbli i ti år etter skade (Horstmann et al., 2012). Nedsatt muskelstyrke i endepunktet av plantarfleksjon og nedsatt stivhet i dorsalfleksjon kan føre til funksjonsnedsettelse i gange nedover trapper samt ved landing etter et hopp (Mullaney et al., 2006). I studier som har målt isokinetisk muskelstyrke i plantarfleksjon rapporteres det om signifikant sideforskjell inntil to år etter en akillesseneruptur (Geremia et al., 2015; Horstmann et al., 2012). Reduksjonen antas å påvirkes av en reduksjon av stivhet i akillessenen og ikke sideforskjellene akillessenelenge (Geremia et al., 2015).

Med de overnevnte rapporteringene om nedsatt muskelstyrke i plantarfleksjon i deler av bevegelsesbanen, kan det se ut til at nedsatt styrke i etterkant av en akillesseneruptur spesielt påvirker endepunktet av plantarfleksjon. Som nevnt er det ikke målt noen sideforskjell i sittende ståheve, for å få frem sideforskjeller i ståhev etter en akillesseneruptur er det derfor viktig å utføre ståhevetestene stående. Separasjon av seneendene under tilheling er antatt å forårsake nedsatt muskelstyrke i enden av plantarfleksjon (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Studier har foreslått at den vedvarende nedsatte muskelstyrken kan se ut til at ikke er utelukkende et resultat av utilstrekkelig rehabilitering, men kan også være forårsaket av forlengelse av akillessenen (Don et al., 2007; Kangas et al., 2007; Mullaney et al., 2006).

### **2.5.2 Sideforskjeller i utholdende ståhev**

Utholdende ståhev er den mest brukte testen til å måle utholdenhet av leggmuskulaturen etter en akillesseneruptur (Lunsford & Perry, 1995). En utholdende ståhevetest kan enten bli brukt til å måle evnen til å utføre maksimalt antall ståhev, eller til å måle totalt ståhev-arbeid.

Utholdenheten i leggmuskulaturen er et viktig funksjonsmål under rehabiliteringen for å optimalisere ytelsen av plantarfleksjon (Bostick, Jomha, Suchak, & Beaupre, 2010). Nedsatt



utholdenhet i plantarfleksjon har blitt assosiert med en økning i akillessenetendinopatii (Bostick et al., 2010). Uavhengig av om pasientene har blitt behandlet konservativt eller kirurgisk rapporteres det at utholdenhet i leggmuskulaturen rehabiliteres med 52-88% sammenlignet med uskadet side (Bostick et al., 2010). Totalt tåhev-arbeid målt rapporteres å være redusert med 14,9 % inntil ti år etter en kirurgisk behandlet akillesseneruptur (Horstmann et al., 2012). Mens andre studier rapporterer ingen statistisk signifikant forskjell mellom skadet og uskadet side ved måling av evnen til å utføre utholdende tåhev to år etter skade. (Olsson et al., 2011). Ved konservativt behandlet pasienter er det derimot rapportert en signifikant reduksjon av utholdende tåhev sammenlignet med uskadet side (Olsson et al., 2011).

### **2.5.3 Sideforskjeller i tåhev høyde**

En gjennomsnittlige akillesseneforlengelse på 2,6-3,1 cm har vist en sterk sammenheng ( $r = -0,943$  til  $-0,783$ ) med redusert tåhev høyde (-4,1 til -6,1 cm) 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Tåhev høyde har blitt rapportert å ikke ha en sammenheng med bevegeligheten i ankelen verken ved seks mnd. eller ved tolv mnd. etter en akillesseneruptur (Silbernagel, Nilsson-Helander, Thomee, Eriksson, & Karlsson, 2010). På grunn av den sterke sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhev høyde har det blitt foreslått at tåhev høyden kan bli anvendt som et indirekte mål på akillessenelengde. I studier som har rapportert ikke signifikante forskjeller i akillessenelengde har heller ikke signifikante sideforskjell totalt tåhev-arbeid 18 mnd. etter akillesseneruptur (Schepull & Aspenberg, 2013).

### **2.5.4 Klinisk betydning av sideforskjell i tåhevfunksjon og sideforskjell i akillessenelengde**

Etter en akillesseneruptur er både nedsatt muskelstyrke og forlengelse av akillessenen assosiert med forandringer i gange og løping (Don et al., 2007; Olsson et al., 2011; Suydam et al., 2015; Willy et al., 2017). Skrittlengden har vist seg å være statistisk signifikant kortere inntil 12 mnd. etter en akillesseneruptur, sammenlignet med uskadet side, uavhengig av om pasientene ble behandlet konservativt eller kirurgisk (Don et al., 2007). Man er derimot usikker på om det er sideforskjeller i akillessenelengde, stivhet i ankelleddet eller sideforskjeller i tåvehøyde, utholdende tåhev eller muskelstyrke som fører til forandringer i gangmønster.

Under gange rapporteres det om økt dorsalfleksjon og eversjon av ankelen, samt en reduksjon i plantarfleksjonsmomentet og inversjon 2-5 år etter en akillesseneruptur (Agres et al., 2015). En case-rapport som har evaluert løpsteknikken før og etter en akillesseneruptur rapporterer også om endret biomekanikk i etterkant av en akillesseneruptur (Silbernagel, Willy, & Davis, 2012). Case-rapporten har i likhet med Agres et al. (2015) rapportert en økning i dorsalfleksjon og eversjon under løping (Silbernagel, Willy, et al., 2012). I tillegg rapporterer det om fravær av inversjon og inntil 21 % nedsatt muskelstyrke i plantarfleksjon spesielt i forfoten sammenlignet med uskadet side (Silbernagel, Willy, et al., 2012). Forskerne rapporterer også en økning i både eksentrisk og konsentrisk muskelstyrke i det samme kneet sammenlignet med uskadet side (Silbernagel, Willy, et al., 2012). En større studie som både inkluderer konservativt og kirurgisk behandlede pasienter har også rapportert økt muskelaktivitet rundt kneet som en mulig kompensasjon for redusert i plantarfleksjon i foten under løping og hopping, men ikke ved gange (Willy et al., 2017).

Nedsatt skrittlengde og svakhet i plantarfleksjon har vist høyere grad av pasient rapporterte symptomer, og reduksjon i fysisk aktivitet målt ved ATRS (Achilles tendon rupture scale, spørreskjema) og PAS (Physical activity scale) (Olsson et al., 2011). Asymmetrisk gange og den reduserte funksjonen i tåhev har blitt foreslått å være en av grunnene til at 39% av idrettsutøvere ikke kommer tilbake til sin idrett (Amin et al., 2013). De pasientene som kom tilbake til sin idrett spilte mindre og på et lavere nivå enn før akillessenerupturen (Amin et al., 2013)

## **2.6 Konservativ eller kirurgisk behandling**

Behandling av akutte akillessenerupturer kan utføres kirurgisk eller konservativt, men til tross en rekke systematiske oversikter er det ingen konsensus om det beste behandlingsvalget. (Barfod, 2014; Gulati et al., 2015).

Ved konservativ behandling er målet å gjenoppnå kontakt mellom seneendene. Det varierer studier i mellom i forhold til hvor raskt en konservativ behandling må komme i gang for at seneendene skal møtes. Ved kirurgisk behandling varierer operasjonsteknikkene i hovedsak mellom åpen, mini-invasiv eller perkutan kirurgi (Gulati et al., 2015; Soroceanu, Sidhwa, Aarabi, Kaufman, & Glazebrook, 2012). Uavhengig av operasjonsteknikk eller konservativ behandling blir pasienten fot plassert i en ortose, eller i kombinasjon av gips etterfulgt av ortose (Soroceanu et al., 2012). Ved bruk av ortose blir foten plassert i equinus (spissfot) for gradvis å redusere plantarfleksjonen slik at ankelen føres inn i nøytral stilling (Barfod,

2014). Tradisjonelt økes vektbæringen frem til 6-8 uker etter skaden. Bruk av en funksjonell ortose som tillater tidlig mobilisering istedenfor anvendelse av gips, har vist seg å redusere risikoen for re-ruptur (Khan et al., 2005). I tillegg til vektbæring varierer det studier imellom om kontrollert bevegelse blir utført i samme periode eller ikke (Gulati et al., 2015; Soroceanu et al., 2012). Perioden hvor pasienten fortsatt bruker ortose og/eller gips blir senere omtalt som tidlig rehabilitering.

Nyere metaanalyser og systematiske oversikter viser ingen signifikant forskjell mellom konservativ og kirurgisk behandling i re-ruptur rater, dersom tidlig vektbæring og kontrollert bevegelse er anvendt (Zhang et al., 2015). Flere andre systematiske oversikter rapporterer også en reduksjon av re-ruptur raten etter konservativ behandling ved bruk av tidlig vektbæring og tidlig kontrollert bevegelse (Gulati et al., 2015; Mark-Christensen, Troelsen, Kallemose, & Barfod, 2016; Zhang et al., 2015). Komplikasjoner som sårinfeksjon, økt arrvev, dyp venetrombose, lungeemboli, dyp infeksjon og skade av n. suralis nerve har vist seg å være høyere knyttet til kirurgisk behandling enn ved konservativ behandling dersom tidlig vektbæring ikke anvendes (van der Eng, Schepers, Goslings, & Schep, 2013).

Det er ikke vist noen forskjell i lengden av akillessenen mellom kirurgisk og konservativ behandling dersom pasientene er behandlet med tidlig vektbæring (Gulati et al., 2015). Systematiske oversikter har foreslått at valget mellom konservativ og kirurgisk behandling bør derfor baseres på pasientens mulighet for tidlig vektbæring og tidlig mobilisering etter en akillesseneruptur (Gulati et al., 2015; Holm et al., 2015). Dette vil belyses nærmere under kapittelet om rehabilitering.

### **2.6.1 Diastase mellom seneendene**

Med mer enn fem mm diastase er rapporteres det signifikant dårligere total- tåhev arbeid (antall tåhev x tåhev høyde), for konservativt behandlede pasienter sammenlignet med kirurgisk behandlede pasienter målt ett år etter skade (Westin et al., 2016). Det er rapportert en ikke statistisk signifikant forskjell mellom gruppene når diastasen var mindre enn 5 mm. Dette kan indikere at en diastase større enn fem mm hos pasienter som er konservativt behandlet viser dårligere funksjonelle mål enn pasienter som er behandlet kirurgisk (Westin et al., 2016). En nyere systematisk oversikt har foreslått at diastase kan være en referanse for å

avgjøre hvilken behandlingsform som skal tilbys pasienten etter en akillesseneruptur (Gulati et al., 2015).

Oppsummert ser det ut til at konservativ behandling har relativ lik re-ruptur rate dersom tidlig vektbæring og tidlig mobilisering er anvendt. I tillegg viser kirurgisk behandling høyere risiko for andre komplikasjoner. Det ser ikke ut som om valget mellom konservativ eller kirurgisk behandling påvirker lengden av akillessenen. Derimot kan en mislykket operasjon føre til separasjon av seneendene som igjen kan føre til akillesseneforlengelse. Konservativ behandling som ikke kommer i gang raskt nok med å føre foten inn i spissfotstilling kan føre til at seneendene ikke møtes dette kan også føre til en forlengelse av senen. I disse tilfellene av akillesseneforlengelse viser studiene reduserte funksjonelle utfallsmål som tåhev høyde.

## **2.7 Tidlig rehabilitering**

Tidligere innebar tidlig rehabilitering immobilisering uten vektbæring med foten i gips eller ortose i 6-8 uker. De siste tyve årene har tidlig rehabilitering endret seg til bruk av en ortose som tillater delvis eller fullt vektbæring innen de de første 14 dagene, i kombinasjon med eller etterfulgt av kontrollert bevegelse. I dette kapittelet blir det tatt for seg studier som har vurdert om rehabilitering i de første åtte ukene kan påvirke lengden av akillessenen og øke muskelstyrken i tåhev.

### **2.7.1 Balanse mellom immobilisering og belastning**

Økende grad av fiksert plantarfleksjon i en ortose fører til kraftigere grad av atrofi av m. triceps surae (Booth, 1987). Et klinisk dilemma er at for lite stress på akillessenen fører til atrofi, mens for mye stress på senen kan forhindre tilhelingen (Booth, 1987). Belastning og mobilisering er viktig i de første ukene av rehabiliteringen for å stimulere tilhelingen og unngå muskel atrofi, men rehabiliteringen må balanseres for å unngå forlengelse av akillessenen og re-ruptur (Kangas et al., 2007).

### **2.7.2 Umiddelbar vektbæring versus immobilisering**

Det varierer studier imellom om det anvendes umiddelbar vektbæring, eller om vektbæringen starter senere enn to uker etter en akillesseneruptur. Ulike studier varierer i bruk av protokoller som anvender delvis eller full vektbæring. I en klinisk RCT rapporteres det at vektbæring 14 dager postoperativt fører til økt tilheling uten å påvirke akillessenelengden målt ved tåhev

høyde (Schepull & Aspenberg, 2013). I Skandinavia har det vært en trend for starte full vektbæring innen to til fire uker etter en akillesseneruptur uavhengig av om pasientene er behandlet konservativt eller kirurgisk (Barfod et al., 2013).

Dyrestudier rapporterer at vektbæring rett i etterkant av inflammasjonsfasen (seks dager postoperativt) stimulerer til en tredobling av faktorer for senetilheling sammenlignet med immobilisering (Aspenberg, 2007). En systematisk oversikt over kliniske postoperative studier viser ingen signifikant forskjell i forlengelse av akillessenen når man sammenligner umiddelbar vektbæring med immobilisering (Brumann, Baumbach, Mutschler, & Polzer, 2014). Selv om flere studier rapporterer bedre muskelstyrke i plantarfleksjon ved umiddelbar vektbæring sammenlignet med immobilisering viser ingen av studiene statistiske signifikante forskjeller (Brumann et al., 2014). I motsetning kirurgisk behandlede pasienter rapporteres det for konservativt behandlede pasienter om signifikant høyere muskelstyrke i plantarfleksjon ved bruk av umiddelbar vektbæring sammenlignet med immobilisering seks mnd. etter en akillesseneruptur (Barfod et al., 2014). Derimot var den ingen statistisk signifikant forskjell i muskelstyrke plantarfleksjon tolv mnd. etter akillessenerupturen. Ved konservativ behandling er det per dags dato mangel på studier som rapporterer hvordan umiddelbar vektbæring sammenlignet med immobilisering påvirker akillessenelengden.

Umiddelbar vektbæring postoperativt fører til signifikant bedre pasienttilfredshet, bedre gangfunksjon og flere returnerer til det samme aktivitetsnivået som før skade (Brumann et al., 2014). Både kirurgisk og konservativt behandlede pasienter viser statistisk signifikant bedre livskvalitet og mindre stivhet i muskel-senekomplekset ved anvendelse av umiddelbar vektbæring sammenlignet med immobilisering (Barfod et al., 2014; Brumann et al., 2014).

### **2.7.3 Kontrollert bevegelse under tidlig rehabilitering**

Med kontrollert bevegelse er det som oftest referert til studier hvor pasientene anvender en dynamisk ortose, hvor plantarfleksjonen er fri. Over en periode på 6-8 uker føres ortosen gradvis til nøytral stilling av ankelen før ortosen avvikles (Brumann et al., 2014; McCormack & Bovard, 2015). Alternativt kan pasienten bli bedt om å fjerne ortosen for å gjennomføre kontrollerte isometriske eller isokinetiske øvelser. Kontrollert bevegelse varierer mellom å starte fra første postoperative dag til først å starte 14 dager etter kirurgi (De la Fuente, Pena y Lillo, Carreno, & Marambio, 2016; Nilsson-Helander et al., 2010). Ved konservativ behandling har det vært tradisjon for å starte rehabiliteringen av akillessenen og leggmuskulaturen først etter åtte uker (Kearney, McGuinness, Achten, & Costa, 2012). Det

rapporteres i dyrestudier at kontrollert bevegelse i de første 14 dagene etter en seneruptur forbedrer senetilhelingen, og at immobilisering forsinker remodelleringen av de nyformede kollagenefibrene etter kirurgi (Aspenberg, 2007). For konservativt behandlede pasienter rapporteres det derimot at kontrollert bevegelse i de første to dagene kan forårsake akillesseneforlengelse (Kearney et al., 2012). Dette er ikke tilfelle for kirurgisk behandlede pasienter (Krapf, Kaipel, & Majewski, 2012). Det kan derfor se ut som det er en fin balanse mellom immobilisering og kontrollert bevegelse for å stimulere senetilheling uten å påvirke akillessenelengden. En klinisk RCT viser signifikant bedre konsentrisk muskelstyrke i tåhev ved bruk av kontrollert bevegelse, enn ved immobilisering målt seks mnd. etter ruptur (Nilsson-Helander et al., 2010). Det ble ikke vist at kontrollert bevegelse førte til noen effekt når den konsentrisk muskelstyrken ble målt ett år etter akillessenerupturen (Nilsson-Helander et al., 2010). Kontrollert bevegelse fører til signifikant bedre totalt tåhev-arbeid målt både seks og tolv mnd. etter skade, sammenlignet med immobilisering (Nilsson-Helander et al., 2010). I kontrast til enkelt-studier viser større systematiske oversikter ingen statistisk signifikant forskjell i muskelstyrken i plantarfleksjon mellom å bruke kontrollert bevegelse og vektbæring 14 dager etter rupturen kontra immobilisering (Mark-Christensen et al., 2016; McCormack & Bovard, 2015)

I en systematisk oversikt som sammenligner immobilisering med kontrollerte bevegelse etter 14 dager med immobilisering viser tre av fire studier inkonsistente funn av akillesseneforlengelse (Brumann et al., 2014). Kontrollert bevegelse med oppstart senest 14 dager etter en akillesseneruptur viser signifikant høyere mål på økning tilheling målt ved glutamat, økt pasient tilfredshet og raskere retur til arbeid og idrett sammenlignet med immobilisering (Brumann et al., 2014; Mark-Christensen et al., 2016; Valkering et al., 2016).

#### **2.7.4 Kombinasjon av umiddelbar vektbæring og kontrollert bevegelse**

Studier varierer mellom å anvende umiddelbar vektbæring som enten full vektbæring, eller delvis vektbæring med krykker i otrose eller gågips fra dag en etter akillessenerupturen. Av studiene som har tatt for seg denne kombinasjonen varierer det når kontrollert bevegelse starter. En systematisk oversiktsartikkel som har tatt for seg tre RCT'er for postoperativ behandling rapporterer at kombinasjon av umiddelbar vektbæring og funksjonell bevegelse er den beste kombinasjonen av de tre variantene av tidlig rehabilitering. Kombinering viste signifikant mindre atrofi inntil ett år etter skade, i tillegg til bedre muskelstyrke i plantarfleksjon

sammenlignet med immobilisering (Brumann et al., 2014). Ved bruk av umiddelbar vektbæring i kombinasjon med kontrollert bevegelse etter 14 dager viste en av studiene signifikant mindre akillesseneforlengelse ett år etter skade (Cetti, Henriksen, & Jacobsen, 1994).

En nyere RCT rapporterer at umiddelbar vektbæring i kombinasjon med umiddelbar kontrollert bevegelse (aggressiv rehabilitering) fører til signifikant høyere verdier på tilheling 2 uker postoperativ, målt med økte glutamatverdier (Valkering et al., 2016). Aggressiv rehabilitering fører ikke til økt sideforskjell i akillessenelengde, sammenlignet med immobilisering (Valkering et al., 2016). Det rapporteres også kortvarige forbedringer av mobilitet i dorsalfleksjon av ankelen ved bruk av aggressiv rehabilitering, målt sammenlignet med immobilisering (Valkering et al., 2016).

I skrivende stund er det ingen intervensjonsstudier som har undersøkt umiddelbar vektbæring i kombinasjon med kontrollerte bevegelser i de første 14 dagene etter en akillesseneruptur for konservativt behandlede pasienter. Derimot i studier som har sett på konservativ behandlede akillessenerupturer hvor det ikke er anvendt umiddelbar vektbæring og kontrollert bevegelse, rapporteres en sammenheng mellom akillesseneforlengelse og svakere plantarfleksjon (Gulati et al., 2015).

### **2.7.5 Individuelle krav til rehabilitering**

Hos friske individer sees det ingen relativ (prosentvis) forskjell mellom menn og kvinners potensiale for å øke muskelmasse som følge av styrketrening (Staron et al., 1994). For kvinner rapporteres det om signifikant mindre hypertrofi og kollagensyntese etterfulgt av trening (Magnusson, Narici, Maganaris, & Kjaer, 2008). Dette gir et uttrykk for at kvinner responderer dårligere på mekanisk belastning, har en dårligere muskelstyrke og har dårligere evne til å danne nytt bindevev enn menn (Magnusson et al., 2008). Nyere studier rapporterer at kvinner har større sideforskjell i tåhev høyde enn menn ett år etter en akillesseneruptur, uavhengig av om pasientene gjennomgikk konservativ eller kirurgisk behandling (kvinner viste 69 %, mens menn viste 79 % i LSI) (Silbernagel et al., 2015). Forskjellene individer imellom blir også understøttet av Moller, Lind, Movin, and Karlsson (2002), som rapporterte at de pasientene som klarte å utføre ettbens tåhev tre mnd. etter ruptur dato var signifikant yngre, var oftere menn og hadde et høyere fysisk aktivitetsnivå enn gruppen som ikke klarte å utføre tåhev. Flere studier rapporterer at kvinner har flere symptomer målt ved ATRS etter

kirurgisk behandling enn ved konservativ behandling sammenlignet med menn. (Olsson, Petzold, et al., 2014; Silbernagel et al., 2015). Andre studier har ikke funnet noen signifikant forskjell mellom menn og kvinner når det kom til utholdenhet av leggmuskulaturen etter opptrening etter en akillesseneruptur (Bostick et al., 2010). Å sammenligne funksjonelle effektmål mellom menn og kvinner bør gjøres på et stort utvalg eller kombinere resultater fra flere studier for å få et tilstrekkelig utvalg med hensyn til at flere studier kun representerer 20 % kvinner (Silbernagel et al., 2015). Alder har også blitt foreslått som betydning for forventet tåhev høyde (Olsson, Petzold, et al., 2014). Økning i alder med ti år har vist å redusere den forventede tåhev høyden med ca 8 % (Olsson, Petzold, et al., 2014). Det rapporteres derimot en ikke statistisk signifikant sammenheng mellom alder, BMI og en sideforskjell i akillessenelengde (Kangas et al., 2007).

## **2.8 Oppsummering**

Det er i overkant av 2500 studier som tar for seg akillessenerupturer. Av disse er det omkring 2000 studier som tar for seg behandling av rupturene. Et stort flertall av disse studiene tar for seg re-ruptur som hovedeffektmål. I mindre grad finnes det studier som tar for seg funksjon som effektmål. Av høykvalitetsstudier som tar for seg funksjon i etterkant av akillesseneruptur er det rapportert vedvarende funksjonelle sideforskjeller i tåhev inntil 2 år etter skade (Olsson et al., 2011). Høykvalitetsstudiene er i hovedsak intervensjonsstudier som rapporterer forskjeller mellom konservativ eller kirurgisk behandling. Av studier som har tatt for seg rehabilitering har alle RCT`er siden 2007 som har sammenlignet konservativ behandling med kirurgi har anvendt mobilisering i begge gruppene. Studiene har ikke sammenlignet immobilisering med mobilisering for konservativt behandlede og kirurgisk behandlede pasienter. Vi vet derfor ikke om konservativt behandlede pasienter skal rehabiliteres ulikt sammenlignet med kirurgisk behandlede pasienter for å oppå best mulig funksjonsnivå og på best mulig måte begrense akillesseneforlengelse.

Et begrenset antall studier sammenligner om den reduserte evnen til å utføre tåhev er forårsaket av strukturelle endringer eller mekaniske årsaker. Disse studiene er dyrestudier eller studier med svakere studiedesign og et begrenset utvalg.

Den største akillesseneforlengelsen oppstår inntil 19 uker etter ruptur (Kangas et al., 2007; Nystrom & Holmlund, 1983; Schepull et al., 2012; Silbernagel, Steele, et al., 2012). Statistisk signifikante sideforskjeller i akillessenelengde har blitt rapportert å være til stede inntil syv år etter en akillesseneruptur (Rosso et al., 2013). Sideforskjell i lengden av akillessenen har ikke



blitt rapportert hos pasienter uten akillesseneruptur (Silbernagel, Steele, et al., 2012; Suydam et al., 2015). Da det ikke er noen validert målemetode for å måle akillessenelengde varierer det studier i mellom for hva slags målemetode som anvendes (Schepull et al., 2012; Silbernagel, Steele, et al., 2012).

På grunn av de store sideforskjellene ved mål av hele senekomplekset er det foreslått at hele senekomplekset berørt av en forlengelse (Silbernagel, Steele, et al., 2012; Suydam et al., 2015). Høykvalitetsstudier rapporterer nedsatt muskelstyrke, utholdenhet og tåhev høyde inntil to år etter en akillesseneruptur (Olsson et al., 2011). Det er usikkert om årsaken til svakhet i tåhevfunksjon er forårsaket av sideforskjell i strukturen av senen (stivhet og lengde), eller utilstrekkelig rehabilitering og lavere aktivitetsnivå enn før skade (Geremia et al., 2015).

Det er mulig å begrense akillesseneforlengelse med kontrollert bevegelse i kombinasjon med full vektbæring til tross for at påvirkningen er liten (Brumann et al., 2014). Det er derimot begrenset med forskning som rapporterer om muligheten for å begrense akillesseneforlengelse ved konservativ behandlede pasienter.

Studier med svakere studiedesign og et begrenset utvalg rapporterer en sterk sammenheng mellom en statistisk signifikant sideforskjell i akillessenelengde og en lavere tåhev høyde 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Gradene av en sideforskjell i akillessenelengden er avgjørende for om det påvirker tåhev høyden inntil tolv mnd. etter en akillesseneruptur (Schepull et al., 2012; Silbernagel, Steele, et al., 2012). Ved en statistisk signifikant sideforskjell i akillessenelengde rapporteres det om dårligere funksjonelle effektmål som styrke, tåhev høyde og utholdenhet i tillegg til en økning i egenrapporterte symptomer (ATRS) (Kangas et al., 2007; Silbernagel, Steele, et al., 2012). I studier som ikke viser noen statistisk signifikant akillesseneforlengelse er det bedre resultater i totalt tåhev-arbeid (Schepull & Aspenberg, 2013). Forlengelse av akillessenelengde har i tidligere studier blitt rapportert å ikke vise noen statistisk signifikant sammenheng med kjønn, BMI og isometrisk muskelstyrke i plantarfleksjon (Kangas et al., 2007).

Det rapporteres om større sideforskjell muskelstyrke i endepunktet av plantarfleksjon (-34 %), enn ved sideforskjell i konsentrisk muskelstyrke i hele bevegelses banen (LSI 82-87 %) tolv mnd. etter en akillesseneruptur (Mullaney et al., 2006; Nilsson-Helander et al., 2010). Det er usikkert om den store sideforskjellen i redusert muskelstyrke i endepunktet av plantarfleksjon er på grunn av stivhet i senen eller på grunn av sideforskjell i akillessenelengden (Geremia et al., 2015; Mullaney et al., 2006).

Kun studie med svakere studiedesign har vurdert hvordan en sideforskjell i akillessenelengde påvirker gangfunksjonen 2-5 år etter en akillesseneruptur (Agres et al., 2015; Suydam et al., 2015). Ved langtidsoppfølging rapporteres det moderat sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i økt EMG aktivitet under gange (Suydam et al., 2015). Økt EMG aktivitet kan ses som en kompensasjon for sideforskjell i akillessenelengde (Suydam et al., 2015). Sideforskjell i akillessenelengde har også vist en sammenheng med sideforskjell i fotavvikling og redusert plantarfleksjonsmoment under gange (Agres et al., 2015). Andre studier foreslår at redusert plantarfleksjonsmoment kan være forårsaket av en sideforskjell i stivhet i akillessenen (Geremia et al., 2015).

Det er usikkert hvor stor betydning gradene av akillessenelengde, stivhet og elastisitet er av betydning for å komme tilbake til den samme aktiviteten som før skade (Zellers, Carmont, & Gravare Silbernagel, 2016). Uavhengig av om studier har rapportert sterke eller svake sammenhenger mellom en sideforskjell i akillessenelengde og funksjonelle effektmål er det en entydig rapportering om å begrense akillesseneforlengelse.

### **3 Metode**

I dette avsnittet beskrives metodevalgene for denne masteroppgaven og hovedstudien hvor utvalget i denne studien kommer fra. Først vil det blitt gjort rede for design og utvalg med inklusjon og eksklusjonskriterier og diagnostiske kriterier. Videre følger en nøyaktig beskrivelse av testprosedyrene og referanser til tidligere studier som har anvendt tilsvarende testprosedyre. Under testprosedyren beskrives også datainnsamlingsmetoden og eksklusjonskriterier for oppgavens analyser. Avslutningsvis beskrives styrkeberegning og valg av statistisk analyse med og etikk.

#### **3.1 Design**

Denne masteroppgaven har en tverrsnittsstudiedesign. Første måletidspunkt for studien var 06.06.2016, siste måletidspunkt var 21.11.2016. Alle de funksjonelle testene var blindet, ultralydmålingene var ikke blindet. Hovedformålet i denne masteroppgaven var å belyse sammenhengen mellom sideforskjell i lengden av akillessenen målt med ultralyd og sideforskjell i tåhevfunksjon 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Oppgavens andre formål var å undersøke sideforskjeller i akillessenelengde, utholdende tåhev, tåhev høyde og

konsentrisk power 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Masteroppgaven er en del av en større prospektiv randomisert kontrollert studie, Akillesstudien.

Akillesstudiens hovedformål er å sammenligne konservativ behandling med mini-invasiv og åpen kirurgi, hvor spørreskjemaet ATRS er hovedeffekt mål ett år etter skade.

## **3.2 Utvalg**

Som nevnt i innledningen ble utvalget i denne masteroppgaven rekruttert fra Akillesstudien og inkluderingen foregikk i tidsrommet 01.12.2015-01.05.2016. Populasjonen for Akillesstudien dekker området rundt Ahus universitetssykehus, Oslo universitetssykehus, Sykehuset Østfold Fredrikstad og Vestre Viken HF Drammensykehus, dette tilsvarer ¼ av Norges befolkning. Inklusjonen for Akillesstudien startet 01.02.2013 og vil fortsette frem til det er inkludert 530 pasienter.

### **3.2.1 Inklusjon og eksklusjonskriterier**

Inklusjonskriterierne for Akillesstudien var personer mellom 18-60 år med unilateral akutt akillesseneruptur. Pasientene måtte være samtykkekompetente og ønsket å delta.

Uavhengig av intervensjon som ble gitt måtte pasientene bli gipset i spissfot innen tre døgn etter skadetidspunkt for å bli inkludert. Dersom pasienten ble randomisert til operasjon måtte dette skje innen utgangen av døgn syv etter rupturdatoen. Å definere en akutt akillesseneruptur som innenfor utgangen av døgn 7 har også blitt anvendt som definisjon på akutt akillesseneruptur i tidligere studier (Flint, Wade, Giuliani, & Rue, 2014).

Eksklusjonskriterier var; tidligere akillesseneruptur i frisk eller skadet side, ASA gradering >2, bruk av kinolon- antibiotika eller lokale steroidinjeksjoner de siste 6mnd., bruk av systemiske steroider (prednisolon), diabetes mellitus, sårskade i operasjonsfeltet og bruk av ganghjelpemidler eller funksjonshemninger som ville begrenset deltakelse i rehabiliteringen.

Ingen andre inklusjon- eller eksklusjonskriterier enn det som er nevnt ovenfor ble anvendt i denne masteroppgaven.

### **3.2.2 Diagnostiske kriterier**

Diagnosen ble stilt på bakgrunn av skademekanisme og klinisk undersøkelse, diagnosen ble stilt av vakthavende lege ved sykehusene som er med i studien. Dersom vakthavende lege var i tvil om diagnosen hadde vedkommende tilgang til å gjøre en ultralydundersøkelse.

### **3.3 Testprosedyre og datainnsamling**

Testprosedyren ble gjennomført av tre fysioterapeuter ved Ahus og en fysioterapeut ved Nimi, senere omtalt som testledere. Pasientene ble delt inn geografisk etter bostedsadresse mellom de to overnevnte teststedene. Testlederen utførte først alle de funksjonelle testene for så å gjennomføre ultralydmålingen, testlederne var derfor blindet for intervensjonen under de funksjonelle testene. Blindingen ble brutt når man startet ultralydmåling. All testing ble gjennomført både 6 og 12 mnd. etter første behandlingsdag. For å opprettholde blinding av de funksjonelle testene kunne ikke den samme testlederen teste pasienten ved begge målepunktene.

Testbatteriet som brukes i Akillesstudien består av fem funksjonelle tester; hinking, fallhopp test, konsentrisk power, eksentrisk-konsentrisk tåhev og utholdende tåhev. Testbatteriet er utviklet for å evaluere funksjon for de forskjellige delene av muskel-sene komplekset i nedre del av leggen; m. gastrocnemius, m. soleus og akillessenen (Silbernagel et al., 2006).

Tåhevtestene er tidligere reliabilitetstestet og har vist seg å ha reliabilitet ICC= 0,76-0,94, unntatt for konsentrisk power som viste reliabilitet ICC=0,73 (Silbernagel et al., 2006).

Testbatteriet har vist seg å ha en høyere reliabilitet samlet enn testene hver for seg (Silbernagel et al., 2006). To av testene i testbatteriet ble anvendt i analysen for denne masteroppgaven, herav konsentrisk powertest og utholdende tåhevttest hvor også den maksimale tåhev høyde ble målt. Testene er flere ganger beskrevet tidligere i litteraturen (Nilsson-Helander et al., 2010; Silbernagel et al., 2006; Silbernagel et al., 2010).

#### **3.3.1 Tåhevfunksjonstester**

I forkant av testingen varmet pasientene opp i ti minutter på ergometersykkel etterfulgt av 3 x 10 repetisjoner med tobens tåhev. Testene ble alltid utført i samme rekkefølge, det uskadete benet ble alltid testet først. Grunnen til dette var å eliminere variasjoner i testresultatet forårsaket av at pasientene var trettet. Pasientene fikk videre 3-5 repetisjoner som prøvoforsøk for hver av testene.

Alle pasienter ble gitt standardisert instruksjon og testen ble demonstrert av fysioterapeut, i tillegg til at verbal oppmuntring ble gitt. Fottøyet var standardisert for å eliminere forskjeller på skoene med hensyn til blant annet skosålenes høyde og mykhet. Skoene var merket for å indikere hvor langt inn føttene skulle plasseres i tåhev apparatet, skulderstillingen ble også standardisert. Tåhevttestene var blindet.

Alle tåhev funksjonstestene ble vurdert i MuscleLab (Ergotest Technology, Porsgrunn, Norway). MuscleLab system er satt opp på Nimi Ullevål stadion, Norge og ved Ahus, Lørenskog, Norge, under veiledning fra Sahlgrenska universitetssykehus, Sverige. MuscleLab er en datasamlingsenhet hvor flere typer sensorer kan bli tilkoblet, i denne oppgaven anvendes en lineær encoder for alle tre testene.

### 3.3.1.1 Konsentrisk powertest

Pasientenes kroppsvekt ble målt og senere anvendt til utregningen av power. Testen ble målt ved hjelp av en fjærvektlagt vaier tilkoblet en lineær encoder som ble festet til hælen av pasientens sko, hvor høyden (i cm) og tiden (i sek) blir målt. Når vaieren ble strekt registrerte sensoren en serie av digitale puls som var proporsjonal med avstanden vaieren blir strekt. Oppløsningen er en digital puls for hver 0,019 mm, og 200Hz, dette er en høyere oppløsning enn hva som er anvendt i tidligere studier til Silbernagel et al. (2010), (0,07mm og 100Hz). Ved å registrere antall digitale puls/tid og den målte forskyvingen, regnes det ut hastighet  $\times$  kraft = total power (Silbernagel et al., 2006). Den konsentriske powertesten ble utført stående på ett ben i et vektbelastet tåhev-apparat. Pasienten slipper hælene ned slik at ankelen er i dorsalfleksjon, og ble deretter instruert i å gjøre tåhev på ett ben ved å fjerne det ene benet (*figur 4*). Pasienten skal jobbe raskt og kraftfullt, men kontrollert. Testleder sier: "Ned med begge hælene, bort med høyre/venstre fot og gå opp på tå". Testen brytes dersom pasienten overstiger 20 grader fleksjon i kneet og dersom pasienten utfører tåhev lavere enn 2 cm. Første vektbelastning var 13 kg pluss pasientens egenvekt, testen økte med 10 kg for hver godkjente serie, maksimal eksternvekt som anvendes er 63 kg. Pasientene måtte ha tre godkjente tåhev for å kunne gå videre til neste vektbelastning, pasienten hadde 15 sek pause mellom hver repetisjon, (se Vedlegg 1 for fullstendig testprotokoll). Vekten til pasienten og ekstra ekstern vektbelastning ble registrert i MuscleLab og total power i Watt blir registret. Den høyeste powermålingen ble sammenlignet for uskadet og skadet side og ble videre anvendt i den statistiske analysen.

Konsentrisk powertesten har i tidligere studier vist seg å ha en test-retest reliabilitet ICC =

0,73 (Silbernagel et al., 2006). Relativ reliabilitet for konsentrisk powertesten har i tidligere studier vist seg å være  $\pm 17\%$  (Silbernagel et al., 2006). Konsentrisk powertest har i tidligere studier blitt anvendt som valid effektmål for å påvise sideforskjeller i muskelstyrken i leggen etter en akutt akillesseneruptur (Nilsson-Helander et al., 2010). Konsentrisk powertest ble valgt på tross av dårligere reliabilitet enn de andre testene i testbatteriet fordi det å produsere raskt høy konsentrisk muskelstyrke er ansett som viktig i mange idretter så vel som i skadeforebyggende trening (Kraemer et al., 2002).



**Figur 4:** Konsentrisk powertest. Med bruk av lineær encoder hvor kraft og tid blir målt.

### 3.3.1.2 Utholdende tåhevttest og tåhev høydetest

Utholdende tåhevttest er en utholdenhetstest hvor pasienten står på ett ben og løfter seg opp og ned til utmattelse (figur 5). Maksimalt antall tåhev ble registrert og høyden i cm på den beste tåheven som ble oppnådd ble anvendt i den statistiske analysen.

Utholdende tåhev ble målt med samme utstyr som konsentrisk powertesten. Den fjærvektlagte vaieren ble tilkoblet den lineære encoderen og festet til hælen av pasientens sko. Ved

utholdende tåhev ble høyden (i cm) og antall tåhev målt. Pasientene sto på ett ben med foten i ca 10° dorsalfleksjon og blir instruert i å utføre så mange tåhev som mulig (*figur 5*).

Pasientene ble instruert i å utføre så mange tåhev som mulig med ekstendert kne, i tillegg til å gå så høyt som mulig for hver tåhev for så og å slippe foten tilbake til utgangsstilling for hver tåhev. Tåhevene ble utført med en hastighet på 30 tåhev per minutt, guidet av en metronom/digital takt, ved bruk av applikasjonsprogramvaren; Pro Metronome for IOS iphone 6. Pasientene fikk lov til å støtte seg mot veggen ved hjelp av to fingertupper per hånd. Testen ble brutt når pasienten ikke klarte å følge den digitale takten, eller ikke klarte å utføre tåhev med ekstendert kne, det vil si maksimalt 20° fleksjon i kneet før testen brytes (Silbernagel et al., 2006). Testen ble også brutt dersom pasienten ikke klarte å oppnå minimum høyde satt til 2cm (for fullstendig testprotokoll se vedlegg 1). Antall repetisjoner og maksimal høyde ble brukt hver for seg i den statistiske analysen.

Metoden for utholdende tåhev etter en akillesseneruptur ble første gang beskrevet av Haggmark, Liedberg, Eriksson, and Wredmark (1986). Utholdende tåhevttest har vist seg å ha en reliabilitet, ICC= 0,78-0,84 (Moller et al., 2005). Ulike utholdende tåhevttester som kombinerer antall tåhev med høyde (totalt tåhev-arbeid) har vist seg gjennom flere studier å ha god reliabilitet og validitet for å kunne oppdage funksjonsnedsettelse sammenlignet med kontralateral side (Olsson, Karlsson, et al., 2014; Silbernagel et al., 2006). Å utføre utholdende tåhevttester stående har vist seg å være et bedre klinisk mål på daglig funksjon enn ikke-vektbærende tester (Moller et al., 2005; Silbernagel et al., 2010).



**Figur 5:** Utholdende tåhevttest og tåhev høydetest. Med bruk av en linær encoder for å registrere antall tåhev og tåhev høyde i cm

### 3.3.2 Akillessenelengde målt med ultralyd

Ultralydmålingen ble utført ved bruk av GE Healthcare Logic e system in Bmode, 14mHz, med en 12L-RS probe. Ultralydapparatene ble satt opp ved begge de overnevnte institusjonene, og alle målingene ble utført av den samme testlederen i etterkant av den funksjonelle testingen. Akillessenelengden ble i denne studien definert som lengden av akillessenen inkludert tilhørende aponeurose. Lengdemålet av akillessenen ble videre definert ved to målemetoder;

1 Midtre målemetode: Avstanden i cm fra calcaneus-akillesseneovergang, midten av senens bredde (omtalt som distale landemerke, *figur 6, bilde 1 og 2*), til splitten mellom det mediale og laterale hodet av m. gastrocnemius hvor de første distale muskelfibrene går over til akillessenen (omtalt som proksimale landemerke, *figur 7 bilde 3 og 4*). Tidligere beskrevet av Ryan et al. (2013).

2 Mediale målemetode: Avstanden i cm fra calcaneus-akillesseneovergang, midten av senens bredde (distale landemerke, *figur 6 bilde, 1 og 2*), til den distale tupp av mediale hodet av m. gastrocnemius hvor de første distale muskelfibrene går over til akillessenen, (proksimale landemerke, *figur 8*). Tidligere beskrevet av Barfod et al. (2015).

Først ble de anatomiske landemerkene identifisert og merket, videre ble distansen mellom landemerkene målt på huden med målebånd. Prosedyren får målemetoden var som følger:

a) Posisjon: Pasienten ble plassert i mageliggende med en standardisert ortose for å opprettholde nøytral stilling i ankelen. En 20 cm høy standardisert gipspølle ble anvendt under pasientens legg for opprettholdelse av fleksjon i kneet. Den standardiserte stillingen ble i tillegg valgt for å få lik vekt på senen for skadet og uskadet side. Den samme posisjonen ble anvendt for både midtre og mediale målemetode.

b) Markering av referansepunkter: I knehasen ble den prominente delen av den distale senen av m. semimembranosus palpert og markert. Parallelt til det markerte punktet av m. semimembranosus ble senen til m. semitendinosus palpert og markert, videre ble midtpunktet for de to senene målt opp med cm mål og midtpunktet mellom de ble markert med tusj. Videre ble festet på akillessenen ved calcaneus palpert og midtpunktet av senen ble målt opp og markert med tusj. Videre ble det trukket en stiplet linje mellom det markerte midtpunktet



av akillessenen og midtpunktet av de overnevnte hamstringsfestene. Den stiplet linjen ble anvendt som referansepunkt for å holde ultralydproben i midtlinjen ved bruk av midtre målemetode.

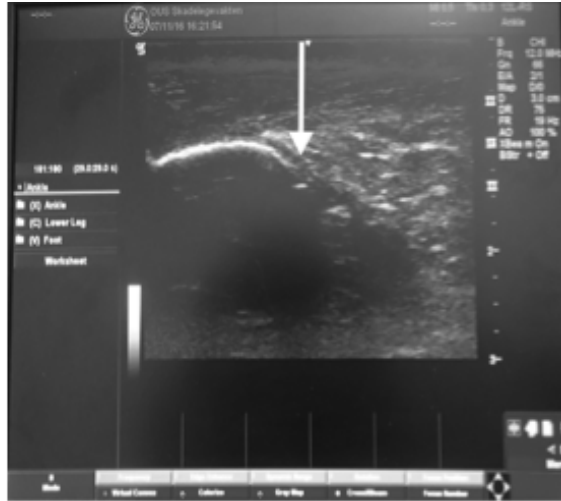
c) Identifisering av det distale landemerket: Benseneovergang på calcaneus ble identifisert med ultralydproben, videre ble en knepunksjonsnål anvendt for å skape ekkoskygge for å merke landemerket. Punktet der knepunksjonsnålen og ultralydproben krysset hverandre ble markert med teip, teipen ble plassert i underkant av landemerket. Det distale landemerket ble anvendt som utgangspunkt i begge målemetodene.

d) Identifisering av de proksimale landemerkene: I midtre målemetode ble de mest distale muskelfibrene i splitten mellom m. gastrocnemius sitt mediale og laterale hode identifisert med ultralydproben, en knepunksjonsnål ble anvendt for å skape ekkoskygge for å merke landemerket. Punktet der knepunksjonsnålen og ultralydproben krysset hverandre ble markert med en teip, teipen ble plassert i underkant av landemerket.

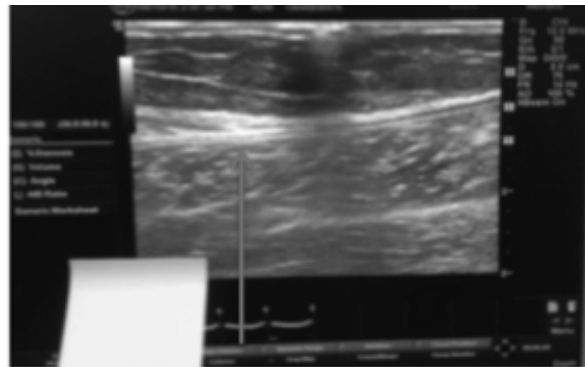
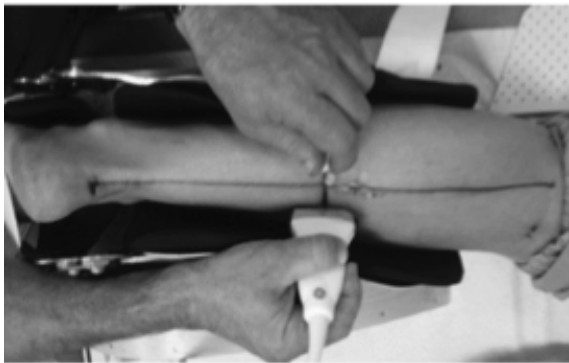
Ved den mediale målemetoden ble de distale muskelfibrene til mediale hodet av m. gastrocnemius identifisert med ultralydproben, en knepunksjonsnål ble anvendt for å skape ekkoskygge, punktet ble markert med tape, på samme måte som ved midtre målemetode .

e) Lengdemålet av akillessenen: Avstanden fra det distale landemerket til hver av de proksimale landemerkene ble målt opp med målebånd som fulgte konturene av leggen. Målingen ble registrert i cm med en desimal.

Ultralydmetoden for å måle lengden til akillessenen er utviklet og reliabilitetstestet av Brouwer et al., (in prep). Sammendrag av resultatet fra studien er beskrevet nedenfor. Testlederne ble opplært ultralydmetoden av forskerne som utviklet målemetodene.



**Figur 6: Distale landemerket.** **Bilde 1:** Identifisering av det distale landemerket med ultralydprobe og knepunksjonsnål for å skape ekkoskygge. **Bilde 2:** Ultralydbilde av calcaneus-akilleseneovergang, pilen viser det distale landemerket.



**Figur 7: Midtre målemetode.** **Bilde 3:** Identifisering av det proximale landemerket med ultralydprobe og knepunksjonsnål for å skape ekkoskygge. **Bilde 4:** Ultralydbilde av identifiseringen av de mest distale muskelfibrene midtre målemetode. Pilen viser hva som ble ansett som de mest distale muskelfibrene.



**Figur 8 :Mediale målemetode.** Ved hjelp av ultralydproben og knepunksjonsnålen for å skape ekkoskygge identifiseres de mest distale muskelfibrene til det mediale hodet av m. gastrocnemius.

Målemetoden er rapportert å ha en absolutt målefeil på  $\pm 0,91$ cm for mediale målemetode , mens midtre målemetode viste en absolutt målefeil på  $\pm 1,28$  cm (Brouwer et al., in prep).

### 3.3.2.1 Reliabilitetsstudie for ultralydmetodene

Som nevnt tidligere er målemetodene for ultralydundersøkelsen som er anvendt i denne masteroppgaven reliabilitetstestet i en studie som skal til å publiseres. Det blir derfor gitt en kort oppsummering av reliabilitetsstudien slik at det holder mulighetene åpne for at leseren kan danne seg sin egen oppfatning av reliabiliteten av målemetodene.

Hensikten med studien var å reliabilitetsteste tre forskjellige ultralydmetoder for å måle lengden av akillessenen. Følgende blir det kun referert til resultatet av de to målemetodene som er anvendt i denne masteroppgaven.

Studien er utført av to ortopeder med flere års erfaring med ultralyd. Utvalget består av 40 uskadete akillessener og testene er utført med tolv ukers mellomrom. Referansepunktene som

er anvendt i reliabilitetsstudien er beskrevet i denne masteroppgaven som mediale målemetode og midtre målemetode. Målemetodene ble undersøkt for test-retest, inter-tester reliabilitet. Midtre målemetode viser; ICC = 0,91; SEM = 0,57 og MDC = 1,59 ( $p < 0,085$ ). For medial målingene er ICC=0,96; SEM =0,49 og MDC=1,36 ( $p < 0,001$ ). Sidedforskjellen mellom høyre og venstre side er statistisk signifikant og tilsvarte for midtre målemetode 0,32 cm og 0,36 cm for mediale målemetode.

### 3.3.3 Styrkeberegning

Tidligere studier som har anvendt tåhev i sammenheng med akillessene forlengelse 6 og 12 mnd. etter en akillesseneruptur har kun anvendt tåhev høyde som hovedeffekt mål og ikke inkludert antall repetisjoner og power som i tillegg er effekt målene i denne masteroppgaven (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Styrken i denne masteroppgaven er gjort på grunnlag av hypotese 2 og mediale målemetode, som tilsier ” det er sammenheng mellom sidedforskjell i mediale målemetode med ultralydmålt lengde av akillessenen og sidedforskjell i antall repetisjoner i ettbens utholdende tåhev 6-12md etter en akutt akillesseneruptur”. Den mediale målemetode ble valgt som hovedeffekt mål fordi den har vist smalere absolutt målefeil enn midtre målemetode (Brouwer et al., in prep)

Da det er begrenset med litteratur å støtte seg til ved beregning av styrke, ble r satt i forhold til hva som kunne ansees som moderat korrelasjon. Det ble valgt å oppgi variablene i prosent av uskadd side, da akillessenelengden inkluderte aponeurose har vist seg å variere mellom individer fra 11-25 cm (Doral et al., 2010; Silbernagel, Steele, et al., 2012). For å avgjøre størrelsen på forskjellen mellom skadet og uskadet side ble det anvendt Limb symmetry index. En korrelasjon mellom 0,450-0,700 blir ansett som moderat korrelasjon, av den grunn er det av mindre interesse å påvise en korrelasjon lavere enn 0,450 (O'Donoghue, 2012). Utvalgs størrelsen til denne masteroppgaven ble gjort i henhold til formelen:  $N = [(Z_{\alpha} + Z_{\beta})/C]^2 + 3$  (Hulley, 2013).

Det ble estimert en utvalgsstørrelse tilsvarende 36 pasienter (n) for å se en korrelasjon  $r = 0,450$ , med en styrke med  $\beta = 80 \%$ , når  $\alpha = 0,5 \%$ .

### 3.4 Statistisk analysemetode

Metoden for statistisk analyse ble bestemt i samarbeid med Ingar Holme, professor i biostatistikk ved seksjon for idrettsmedisinske fag ved Norges idrettshøgskole. "Limb symmetry index" (LSI = skadet/uskadet side x 100) ble anvendt i den statistiske analysen for

å belyse sideforskjellen i prosent av uskadet side for antall tåhev, tåhev høyde og power. I tidligere studier har LSI blitt anvendt for å fremstille forskjeller mellom skadet og uskadet side ved konsentriske power og utholdende tåhev (Nilsson-Helander et al., 2010). Ved individuell testing blir  $LSI \geq 90\%$  ansett som en normativ grense for tåhevttestene som er anvendt i denne oppgaven (Silbernagel et al., 2010). Sideforskjellen i akillessenelengde ble fremstilt i prosent av uskadet side for begge målemetodene (skadet- uskadet) / skadet \*100). Deskriptive data ble oppgitt som gjennomsnitt ( $\pm$  SD) for de kontinuerlige dataene, mens de kategoriske dataene ble oppgitt som antall og prosent. Den mediale målemetode ble anvendt som hovedeffekt mål i den statistiske analysen for alle tre hypotesene.

Da det var over 50 caser ble Kolmogorov-Smirnov anvendt for å vurdere normalfordelingen av data (O'Donoghue, 2012). Paret t-test ble anvendt for å belyse forskjeller mellom skadet og uskadet side for tåhevttestene og akillessenelengden 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Uavhengig t-test ble anvendt for å belyse sideforskjeller i akillessenelengde mellom gruppen som klarte tåhevttestene (gyldige tester) og gruppen som ikke klarte tåhevttestene. Sammenhengen mellom sideforskjellen i akillessenelengde og sideforskjell i tåhev målt som konsentrisk power, utholdenhet og høyde ble undersøkt ved bruk av Pearson korrelasjonskoeffisient. Pearson korrelasjon ble benyttet i korrelasjonen mellom de to kontinuerlige variablene, for alle tre hypotesene. I den statiske analysen ble SPSS (Statistical Program for Social Science) versjon 23 for Macintosh anvendt. En  $\alpha$ -verdi på 0,05 ble ansett som statistisk signifikant og et konfidensintervall på 95% ble utregnet.

### **3.5 Etikk**

Ved inkludering i Akillesstudien mottok alle pasienter informasjon om hensikten for studien og det ble undertegnet skriftlig samtykkeerklæring. Pasienten kunne når som helst trekke seg fra studien uten at det fikk negativ konsekvens for pasienten.

Alle dataene vil bli anonymisert når analysene er utført.

Akillesstudien er godkjent av REK, Helseregion Øst med godkjennelsesnr. 2012/530 D studien er også rapportert til NSD. Endringsmelding for innsamling av data anvendt til denne masteroppgaven er godkjent av REK den 25.05.2016. *Se vedlegg: 2, 3 og 4.*

#### **3.5.1 Prinsipp om konfidensialitet**

De reviderte retningslinjene 2014, fra Den nasjonale forskningsetiske komité for

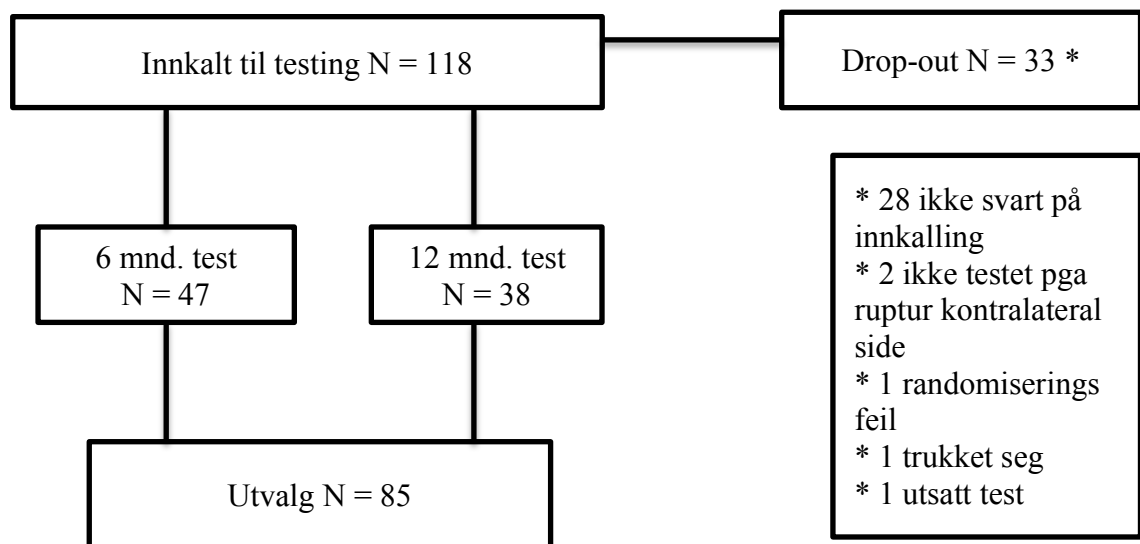
samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) blir fulgt og all informasjon om pasientenes personlige forhold er konfidensielle.

## 4 Resultater

I dette kapitlet presenteres først utvalget og deltakerkarakteristika. Videre vil det bli redegjort for frafall i studien. Følgende tar kapitlet for seg sideforskjeller 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Videre følger resultatene for sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengden målt med mediale målemetode, og LSI for tåhevttestene. Avslutningsvis følger resultatene for side for sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde målt med midtre målemetode, og LSI for tåhevttestene.

### 4.1 Utvalg

Av 118 pasienter som var innkalt til testing var det 28 % drop-out, (figur 9).



**Figur 9:** Flytskjema over utvalget og drop-out fra studien. n = antall deltakere

#### 4.1.1 Deltakerkarateristika

Deltakerkarateristika er beskrevet i *tabell 1*. Basert på Kroppsmasseindeksen (KMI) var et flertall av utvalget overvektige (70,7 %). 18,9 % av av de overvektige hadde fedme i kategori 1-3. Menn var overrepresentert blant de med overvekt (84,0 %) og hadde en gjennomsnittlig alder på 42,5 år.

**Tabell 1:** Deltakerkaraktistika. For de kontinuerlige dataene er verdiene oppgitt som gjennomsnitt av utvalget  $\pm$  standardavvik (SD), kategoriske data er oppgitt som antall og prosent.

	N	Gjennomsnitt	SD
Alder	85	41,2	8,8
Kjønn	85		
Kvinner	26	(30,6 %)	
Menn	59	(69,4 %)	
Høyde	85	177	8,2
Vekt	84**	86,1	14,0
Kroppsmasseindeks*	84**	27,5	4,0
Skadet side:	85		
Høyre	43	(50,6 %)	
Venstre	42	(49,4 %)	
Tid siden ruptur:	85		
6 mnd.	47	(55,3 %)	
12 mnd.	38	(44,7 %)	

\*Kroppsmasseindex (meter/høyde<sup>2</sup>) er en skala med som strekker seg fra undervekt: <18,5, normal vekt: 18,5-24,9, overvekt: 25-29,9, fedme: 30-34,9, fedme klasse 2: 35-39,9 og fedme klasse 3: >40. \*\* data mangler for en pasient.

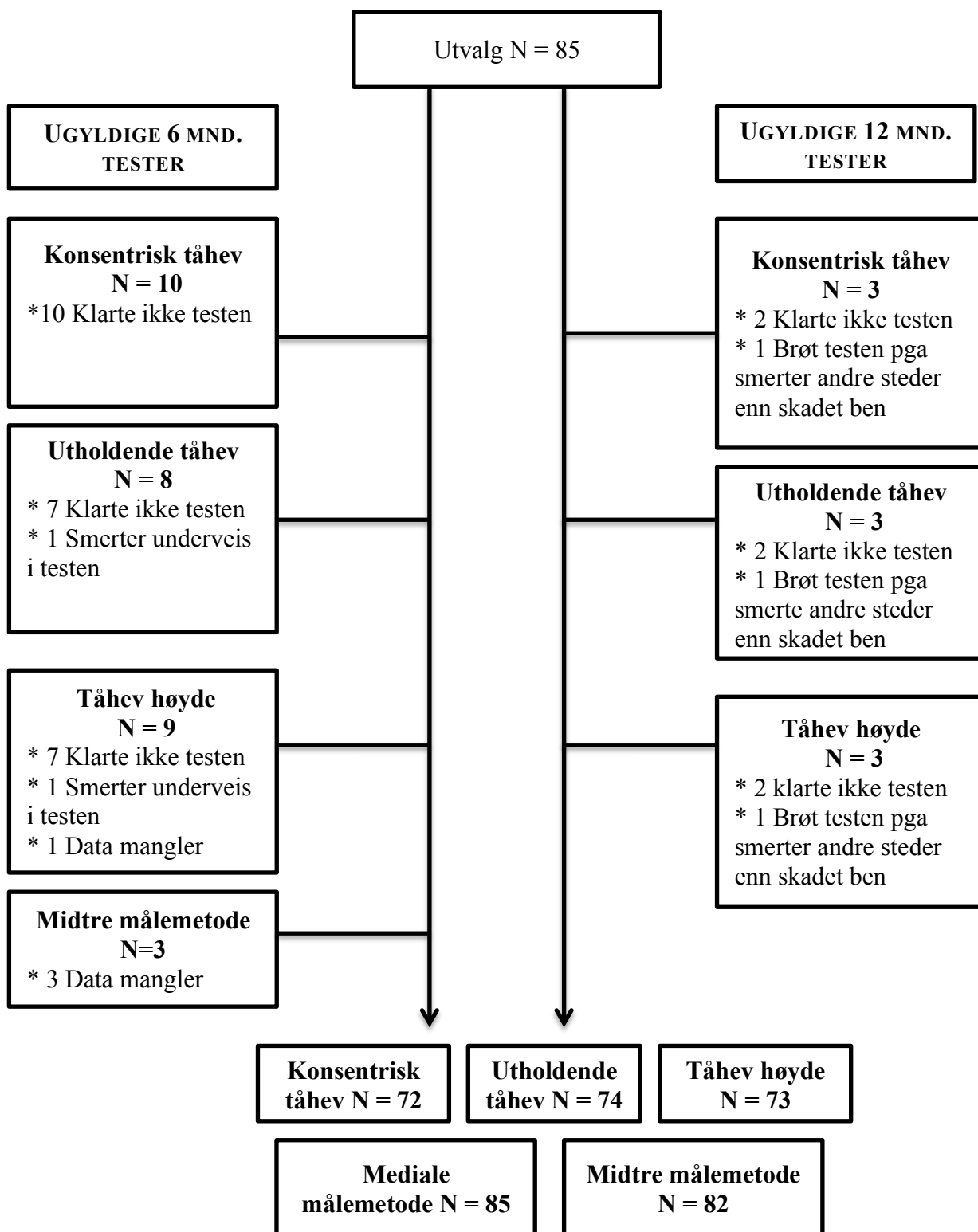
## 4.2 Ugyldige tester

Totalt var det 39 av 425 ugyldige tester (9 %). For en detaljert beskrivelse over hvilke tester som ikke ble tatt med i analysen se *figur 10*.

### 4.2.1 Beskrivelse av ugyldige tåhevtester

36 av 255 tåhevtester var ugyldige (14 %) (*figur 10*). Ni pasienter klarte verken konsentrisk power eller utholdende tåhev. To pasienter klarte å utføre utholdende tåhev, men klarte ikke å utføre konsentrisk power pga. smerter underveis i testingen. Tre pasienter klarte utholdende tåhev, men klarte ikke å utføre konsentrisk power, grunnen er ikke oppgitt. Av tolv ugyldige tåhev høydetester mangler det data på en test, ellers består de ugyldige testene av det samme utvalget som for utholdende tåhevtestene.





Figur 10: Flytskjema for inkluderte og ekskluderte tester i oppgavens analyser, n = antall deltaker

#### 4.2.2 Beskrivelse av ugyldige ultralydmålinger

Tre midtre ultralydmålinger var ugyldige. Målingene var ugyldige fordi testleder ikke klarte å definere det proksimale landemerket. Alle ultralydmålinger med den mediale målemetode var gyldige.

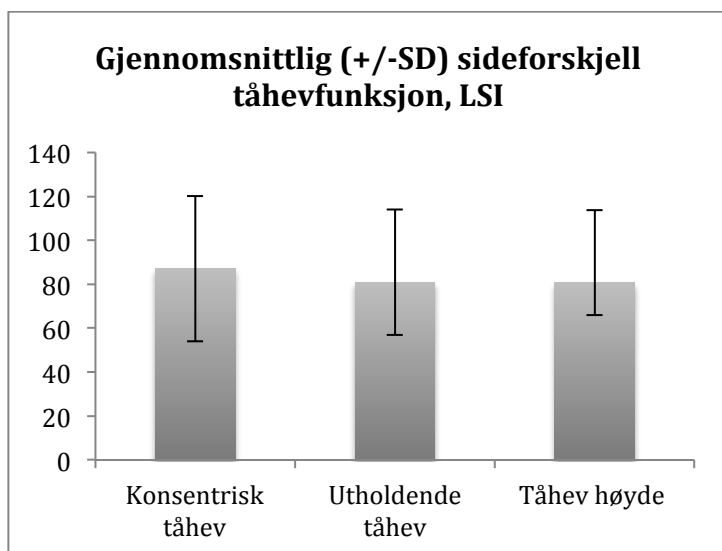
#### 4.3 Sidedforskjell i tåhevfunksjon

Det var statistisk signifikant sidedforskjell for konsentrisk power, utholdende tåhev og tåhev høyde 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur ( $p < 0,001$ ), (tabell 2). Den absolutte sidedforskjellen for tåhevtestene er listet i tabell 2. For konsentrisk power var gjennomsnittet (SD) i LSI  $87,1 \pm 33,2$ , for utholdende tåhev var gjennomsnittet (SD) i LSI  $80,8 \pm 24,1$  og for tåhev høyde var gjennomsnittet (SD) i LSI  $80,6 \pm 14,7$ , (figur 11 og tabell 2).

**Tabell 2:** Sidedforskjeller for tåhevfunksjon. Tåhev variabler for skadet og uskadet side oppgitt i gjennomsnitt med standardavvik (SD), minimum og maksimumsverdier og differansen med 95 % konfidensintervall (95 % KI), p verdier. LSI verdier med standardavvik (SD) i tillegg til minimum og maksimumsverdier 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur.

*N = antall gyldige tester*

	N	Uskadet	Skadet	Differanse (95% KI)	P	LSI tåhev
Konsentrisk power	72	325,1 (153,6) 99,2-999,9	273,9 (150,8) 43-939,9	51,2 (28,0-74,4)	< 0,001	87,1 (33,2) 22,1-223,2
Utholdende tåhev	74	31,6 (11,9) 15-80	25,5 (11,6) 7-60	6,1 (4,1-8,1)	< 0,001	80,8 (24,0) 39,1-137,1
Tåhev høyde	73	13,2 (2,4) 7,8-19,2	10,7 (2,7) 4,9-16,2	2,6 (2,1-3,0)	< 0,001	80,6 (14,7) 41,2-111,6



**Figur 11:** Gjennomsnittet med standardavvik (SD) for konsentrisk power, antall tåhev og tåhev høyde oppgitt i LSI (Limb symmetry index), (skadet / uskadet \*100)

#### 4.4 Sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode

Det var statistisk signifikant sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur, ( $p < 0,001$ ), (tabell 3). For skadet side var gjennomsnittet (SD) på akillessenelengden 19,3 ( $\pm 2,3$ ) cm mens uskadet side var gjennomsnittet (SD) på akillessenelengde på 17,8 ( $\pm 2,2$ ) cm, (tabell 3). Dette tilsvarte absolutt gjennomsnittlig sideforskjell 1,6 (95 % KI: 1,2-1,9) cm, 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur, (tabell 3). I gjennomsnitt (SD) var det prosentvise sideforskjellen i akillessenelengde målt med mediale målemetoden 9,5 ( $\pm 10,0$ ) % (tabell 3 og figur 12).

**Tabell 3:** Akillessenelengde i cm oppgitt som gjennomsnitt for skadet og uskadet side med standardavvik (SD), minimum og maksimumsverdier, differansen med 95 % konfidensintervall (95 % KI), p verdi. Sideforskjell i prosent med (SD) og minimum og maksimumsverdier 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur

	N	Skadet	Uskadet	Differanse (95% KI)	P	Prosentvis sideforskjell
Mediale målemetode	85	19,3 (2,3) 14,0 til 26,0	17,7 (2,2) 13,5 til 24,0	1,6 (1,2-1,9)	< 0,001	9,5 (10,0) -10,2 til 49,3
Midtre målemetode	83	21,4 (2,8) 13,2 til 30,0	19,8 (2,6) 13,7 til 26,8	1,6 (1,2-2,0)	<0,001	8,7 (9,3) -19,2 til 29,5

#### 4.5 Sideforskjeller i akillessenelengde for de som ikke klarte å utføre tåhevtestene

Pasientene som hadde gyldige utholdende tåhevtester hadde statistisk signifikant mindre sideforskjeller i akillessenelengde enn de som ikke klarte å gjennomføre testene ( $p < 0,043$ ), (tabell 4). Det var ingen statistisk signifikant forskjell i akillessenelengde mellom de som hadde gyldige konsentriske power testene og ikke klarte konsentriske power testene ( $p < 0,363$ ), (tabell 4).

**Tabell 4:** Gjennomsnittlig sideforskjell i akillessenelengde for de som ikke klarte tåhevtestene og de som hadde gyldige tester oppgitt i prosent  $\pm$  standardavvik, målt med mediale målemetode.

	N	Klarte ikke utføre testen	Gyldige tester	Differanse (95 % KI)	P
Konsentrisk power	13	11,5 (8,0) 2,9, 33,3	9,1 (8,1) - 10,4, 49,3	2,4 (-3,5 til 8,4)	< 0,363
Utholdende tåhev/ tåhev høyde	12	14,8 (14,0) 0,5, 42,3	8,6 (9,0) - 10,2, 49,3	6,2 (0,2 til 12,39)	< <b>0,043</b>

#### 4.6 Sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i tåhevfunksjon, mediale målemetode

Det var statistisk signifikant negativ korrelasjon ( $r = - 0,364$ ) mellom tåhev høyde (LSI) og prosentvis sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur ( $p < 0,001$ ), (tabell 5). Den negative korrelasjonen viste en sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og sideforskjell i tåhev høyde 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur.

**Tabell 5:** Pearson korrelasjon (Pearson  $r$ ) mellom tåhevfunksjon (LSI) og akillessenelengde målt med mediale målemetode

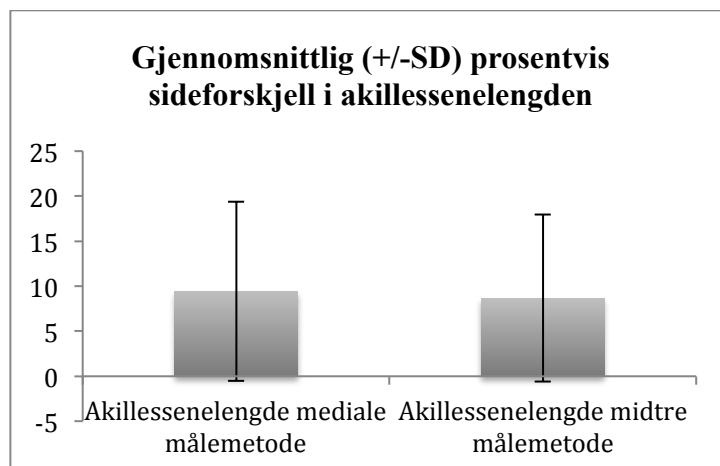
	N	Pearsons $r$	P
Tåhev høyde	73	- <b>0,364</b>	< <b>0,002</b>
Konsentrisk power	72	0,023	< 0,848
Utholdende tåhev	74	- 0,052	< 0,664

#### 4.6.1 Sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og konsentrisk power og utholdende tåhev

Det var ingen statistisk signifikant korrelasjon ( $r = -0,052$ ) mellom LSI for utholdende tåhev og prosentvis sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur ( $p < 0,664$ ) (tabell 5). Det var heller ingen statistisk signifikant korrelasjon ( $r = 0,023$ ) mellom LSI for konsentrisk power og akillessenelengde målt 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur ( $p < 0,848$ ), (tabell 5).

#### 4.7 Sideforskjeller i akillessenelengde målt med midtre målemetode

Det var statistisk signifikant sideforskjell i lengden av akillessenen målt med midtre målemetode 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur, (tabell 3). I gjennomsnitt (SD) var den prosentvise sideforskjell i akillessenelengde målt med midtre målemetoden  $9,0 (\pm 9,3) \%$ , (tabell 3 og figur 12). Absolutte verdier er listet i tabell 3.



**Figur 12:** Gjennomsnittlig sideforskjell av akillessenelengden fremstilt over de to målemetodene som ble anvendt

#### 4.7.1 Sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i tåhevfunksjon, midtre målemetode

Det var ingen statistisk signifikant korrelasjon mellom prosentvis sideforskjell i akillessenelengde målt med midtre målemetode og LSI for konsentrisk power, utholdende tåhev og tåhev høyde, 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (tabell 5).

**Tabell 6:** Pearson korrelasjon (Pearson  $r$ ) mellom sideforskjell i tåhevfunksjon (LSI) og akillessenelengde målt med midtre målemetode.

	<b>N</b>	<b>Pearsons r</b>	<b>P</b>
LSI Tåhev høyde	73	- 0,200	< 0,095
LSI Konsentrisk power	70	0,144	< 0,233
LSI Utholdende tåhev	72	- 0,071	< 0,555

## 5 Diskusjon

I dette kapitlet blir det først oppsummert oppgavens formål og hovedfunn. Videre blir hovedresultatene drøftet og sammenlignet med lignende studier, deretter diskuteres metode valgene for oppgaven. Til slutt blir oppgavens resultater vurdert i et klinisk perspektiv med anbefaling for videre forskning.

### 5.1 Oppsummering av oppgavens formål og hovedfunn

Hovedformålet i denne oppgaven var å belyse sammenhengen mellom sideforskjell i tåhevfunksjon og sideforskjell i akillessenelengde. Ved å benytte akillessenelengde og tåhevfunksjon som variabler var det ønskelig å belyse sammenhengen mellom funksjon og struktur etter en akillesseneruptur. Oppgavens andre formål var å undersøke forskjeller mellom skadet og uskadet side etter en akillesseneruptur. Det siste formålet var å belyse sammenhengen mellom sideforskjeller i tåhev og sideforskjell i akillessenelengde ved bruk av midtre målemetode. Ved bruk av to forskjellige målemetoder var det ønskelig å belyse om styrken av sammenhengen var forskjellig avhengig av hvilken målemetode for akillessenelengde som ble anvendt.

Hovedfunnet i denne masteroppgaven var en svak sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale metode og tåhev høyde ( $r = -0,364$ ,  $p < 0,002$ ). Videre var det ingen statistisk signifikant sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og konsentriske power og utholdende tåhev. Masteroppgaven viste statistisk signifikante sideforskjeller i akillessenelengde målt med begge målemetodene, tåhev høyde, power og utholdende tåhev 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Videre viste resultatene at utvalget som ikke klarte utholdende tåhevtestene hadde signifikant lengre akillessene (6,5 %) sammenlignet med gruppen som klarte å utføre testen ( $p < 0,043$ ). Det var derimot ikke statistisk signifikant sideforskjell i akillessenelengde for utvalget som ikke klarte konsentrisk power testene ( $p < 0,363$ ). Da vi benyttet midtre målemetode fant vi ingen statistisk signifikant sammenheng mellom akillessenelengde og tåhev høyde ( $r = -0,200$ ,  $p < 0,095$ ). Det var heller ingen statistisk signifikant sammenheng mellom sideforskjell i konsentrisk power og utholdende tåhev og akillessenelengde målt med midtre målemetode.

### 5.2 Diskusjon av oppgavens hovedresultater

### 5.2.1 Sammenheng mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon

Oppgavens hovedfunn viste en statistisk signifikant sammenheng mellom prosentvis sideforskjell i akillessenelengde og LSI tåhev høyde ( $r = -0,364$ ,  $p < 0,005$ ). Innen biomedisin varierer effektstørrelsesmålene for hva som kan ansees som moderat korrelasjon. Noen lærebøker anser  $r = 0,450-0,700$  som moderat sammenheng, mens andre referer til at en moderat sammenheng bør ligge mellom  $0,300-0,490$  (Ntoumanis, 2003; O'Donoghue, 2012). Sammenlignet med en tidligere studie som rapporterer det som anses som sterk korrelasjon ( $r = -0,738$ ,  $p < 0,005$ ) viste resultatene fra denne masteroppgaven en langt svakere korrelasjon (Silbernagel, Steele, et al., 2012). En av grunnene til at denne masteroppgaven viste en svakere korrelasjon kan være at vi observerte langt mindre absolutte sideforskjeller i akillessenelengde enn Silbernagel, Steele, et al. (2012). I en studie som ikke har rapportert noen sideforskjeller i akillessenelengde, rapporteres det ingen statistisk signifikant korrelasjon mellom akillessenelengde og totalt tåhev-arbeid (Schepull et al., 2012). Dette kan forsterke teorien om at en moderat akillesseneforlengelse har en svak sammenheng med tåhev høyde, mens en større akillesseneforlengelse har en sterkere sammenheng med tåhev høyde. Det er derfor mulig at sterkere korrelasjoner ville blitt avdekket om utvalget i masteroppgaven hadde hatt større sideforskjell i akillessenelengde.

En annen grunn til den svakere sammenhengen mellom sideforskjell i akillessenelengde og tåhev høyde kan være at denne masteroppgaven har et utvalg som består av både konservative og kirurgisk behandlende pasienter med to forskjellige operasjonsteknikker. Til sammenligning har utvalg som består av en type kirurgisk behandlede pasienter sett en sterkere sammenheng mellom tåhev høyde og akillessenelengde (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Det er dog begrenset som forskning som har belyst sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon for konservativt behandlede pasienter. Det er derfor mulig at det er en sterkere sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon for kirurgisk behandlede pasienter sammenlignet med konservativt behandlede pasienter. Det er også mulig at styrken av sammenhengen varierer mellom operasjonsteknikkene.

På grunn av det store utvalget i denne oppgaven er det viktig å merke seg at selv om korrelasjonen mellom akillessenelengden og tåhev høyden er statistisk signifikant er den ikke nødvendigvis av praktisk relevans (Laake, Olsen, & Benestad, 2008). At korrelasjonen var statistisk signifikant kan derimot være med på å fortelle at effektstørrelsesmålene ikke er tilfeldig (Laake et al., 2008).



Selv om funnene i denne oppgaven viste en sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhev høyde var det ingen statistisk signifikant sammenheng mellom akillessenelengde og stående konsentrisk power eller utholdende tåhev. Dette er sammenlignbart med andre resultater i studier som har undersøkt sammenhengen mellom akillessenelengde og sideforskjeller i sittende isokinetisk muskelstyrke i plantarfleksjon (Kangas et al., 2007).

### **5.2.2 Sideforskjeller akillessenelengde**

For uskadet side varierte akillessenelengden fra 13,5- 24,0 cm. Dette kan sammenlignes med andre studier som også har rapportert store variasjoner i akillessenelengde (11-25 cm) (Doral et al., 2010). På grunn av den store variasjonen i lengden av akillessenen ble det sett som hensiktsmessig å oppgi sideforskjeller i akillessenelengde i prosent av frisk side.

Sideforskjellene i akillessenelengde for utvalget i denne masteroppgaven var statistisk signifikant 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Til tross for en en upublisert studie som viser en sideforskjell på 0,32-0,36 cm har det ikke blitt rapportert noen sideforskjeller i akillessenelengde hos uskadde (Barfod, Riecke, et al., 2015; Brouwer et al., in prep; Silbernagel et al., 2016; Suydam et al., 2015). Gjennomsnittlig (SD) prosentvis sideforskjell i akillessenelengde for utvalget var 9,5, ( $\pm 10$ ) %. Det kan være flere årsaker til den store variasjonen i sideforskjell i akillessenelengde. For det første kan variasjonen gjenspeile at utvalget besto av tre forskjellige behandlingsformer. For det andre kan variasjonen ha oppstått på grunn av variasjoner i målemetoden. Derimot viste evalueringen av scatterplot at det ikke var noen sterkere sammenheng mellom akillessenelengden og tåhevfunksjonen i det verdiene ble mer ekstreme.

På tross av like store absolutte sideforskjeller i akillessenelengde mellom midtre og mediale målemetode, var det ingen statistisk signifikant sammenheng mellom midtre målemetode og tåhev høyde ( $r = - 0,200$ ,  $p < 0,095$ ). Spesielt for midtre målemetode viste resultatene langt større variasjon mellom minimum og maksimumsverdier enn ved mediale målemetode. Dette kan gjenspeile mindre nøyaktighet i midtre målemetode enn ved mediale målemetode. Dette blir understøttet av Brouwer et al., (in prep.) ved at absolutte målefeil rapporteres å være høyere for midtre målemetode enn ved mediale målemetode (1,28 cm kontra 0,90 cm).

### **5.2.3 Sideforskjeller tåhevfunksjon**

Å sammenligne skadet side med uskadet side er som nevnt et viktig kriterium for å vurdere funksjon etter en skade (Tallon, Coleman, Khan, & Maffulli, 2001). Derfor kan det anses som

en styrke å oppgi sideforskjellen i tåhev som LSI (Silbernagel et al., 2006).

Til tross for at det var statistisk signifikant forskjell mellom skadet og uskadet side i utholdende tåhev var sideforskjellene mindre sammenlignet med andre studier. Resultatene for utholdende tåhev og tåhev høyde viste i denne oppgaven gjennomsnittlig LSI = 80,6-87,1 ( $\pm 33,2-14,7$ ) %. Dette er langt mindre sideforskjeller sammenlignet med andre studier som har tatt for seg sideforskjeller tolv mnd. etter akillesseneruptur (LSI = 54-81  $\pm$  [20,0, 13,0] %) (Nilsson-Helander et al., 2010). En av grunnene til dette kan være at utvalget for denne masteroppgaven var hentet fra en større RCT hvor pasientene gjennomgikk en omfattende aktiv rehabilitering inntil tolv mnd. etter rupturen. Gjennomsnittet (SD) for konsentrisk power LSI = 87 ( $\pm 33,2$ ) % er sammenlignbart med andre studier som har målt muskelstyrke på samme måte, (71- 87 [ $\pm 32- 24$ ] %) 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Nilsson-Helander et al., 2010). Til tross for at gjennomsnittet ligger oppimot det som kan anses som normalt for individuell testing, ligger 68,8 % ( $\pm 1$  SD) mellom 53,8-102,2 % i LSI. Dette betyr at det er store forskjeller mellom individer. Videre betyr det at enkelte pasienter ikke har oppnådd mer enn 53,8% av konsentrisk power i tåhev 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. En nyere studie viser at redusert tåhev høyde og redusert totalt tåhev-arbeid fører til økt belastning i kneleddet under løp og hopp, men ikke ved gange (Willy et al., 2017). Det har blitt foreslått at sideforskjellene kan føre til at pasientene er mer utsatt for belastningsskader, dette trenger dog å bli undersøkt nærmere. Andre studier rapporterer at en stor andel pasienter ikke kommer tilbake til det samme aktivitetsnivå som før rupturen (Amin et al., 2013). I fremtidige studier må det undersøkes nærmere om det er sideforskjellen i tåhevfunksjon eller andre strukturelle endringer i akillessenen som er avgjørende for at pasientene ikke kommer tilbake til samme aktivitetsnivået som før akillessenerupturen.

Den store variasjonen i sideforskjeller mellom individer fremkommer tydelig i minimum- og maksimumsverdiene for konsentrisk power. Dette kan forklares ved at oppgaven inkluderte både seks og tolv mnd. tester. Pasienten med minimumsverdien hadde tilsvarende lave verdier for det uskadde benet og testen ble avbrutt pga smerter i skuldrene under testen. Til tross for denne pasienten er det fortsatt en stor variasjon i minimum og maksimumsverdier, dette kan tyde på at det er stor forskjell i muskelstyrke mellom seks mnd. og tolv mnd. tester. De tre svakeste konsentriske powertestene var alle seks mnd. og hadde LSI < 30 %. En pasient med LSI = 29,1 % for konsentrisk power testen hadde derimot, LSI = 90,5 % i utholdende tåhevtest. Dette kan bety at konsentrisk powertesten er utilstrekkelig alene og bør brukes sammen med et variert testbatteri for avdekke funksjon til muskulatur og akillessene og etter

en akillesseneruptur (Silbernagel et al., 2006).

### **5.3 Metodiske betraktninger**

#### **5.3.1 Studiedesign**

Denne masteroppgaven er en observasjonsstudie med tverrsnittdesign. Utvalget fra denne masteroppgaven er hentet fra en trearmet randomisert studie som sammenligner effekten av konservativ behandling versus åpen kirurgi og mini-invasiv kirurgi. På grunn av studiedesign belyser ikke oppgaven et kausalitetsforhold, men en mulig sammenheng mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon. Styrken av sammenhengen mellom to variabler kan være med på å danne hypoteser som kan testes i fremtidige studier (Laake et al., 2008). Dette studiedesignet ble valgt fordi hovedformålet med oppgaven var å belyse sideforskjeller 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur og ikke undersøke endringer over tid. Tidligere studier har rapportert endringer i tåhevfunksjon fra 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Nilsson-Helander et al., 2010). Dette kan bety at seks mnd. testene kan forandre seg utover forløpet og at sideforskjellene i tåhev hadde vært annerledes dersom hele utvalget hadde bestått av tolv mnd. tester. Den største akillesseneforlengelsen oppstår frem til tre mnd. etter en akillesseneruptur og det er rapportert minimale endringer fra seks til tolv mnd. etter en akillesseneruptur (3,0-2,6 cm (1,2-1,4)) (Kangas et al., 2007; Nystrom & Holmlund, 1983; Silbernagel, Steele, et al., 2012). Av den grunn er det lite sannsynlig at akillessenelengde viser store endringer utover forløpet.

#### **5.3.2 Utvalg**

Sammenlignet med en tidligere studie som har sett på sammenhengen mellom akillessenelengde målt med ultralyd og tåhev høyde, har denne masteroppgaven drøyt åtte ganger så stort utvalg (Silbernagel, Steele, et al., 2012). På grunnlag av størrelsen av utvalget kan vi med større sikkerhet uttale oss om sammenhengen mellom variablene i masteroppgaven (Laake et al., 2008). Utvalget er hentet ut fra populasjonen tilhørende Ahus universitetssykehus, Oslo universitetssykehus, Sykehuset Østfold Fredrikstad og Vestre Viken HF Drammensykehus. Dette tilsvarer ¼ av Norges befolkning. Variasjonen mellom by og land kan anses som en styrke ved generalisering til andre populasjoner med akillessenerupturer. Utvalget for masteroppgaven hadde et bredt spekter i alder fra 24- 60 år og funnene i oppgaven burde derfor kunne generaliseres til den samme aldersgruppen. Fordelingen kvinne : mann var i denne masteroppgaven 3:7, dette er noe høyere andel kvinner

enn menn sammenlignet med tidligere studier som har rapportert en fordeling 1:3 (Ganestam et al., 2015). Dette samsvarer med andre studier som har sett en økning i akillessenerupturer blant kvinner (Lantto et al., 2015).

Utvalg som har overvekt av menn bør man være forsiktig med å generalisere til kvinner. At kun 30,6 % av utvalget besto av kvinner betyr at vi ikke hadde hatt nok styrke til å påvise statistisk signifikant sammenheng mellom akillessenelengde og tåhev høyde spesifikt for kvinner. Tidligere studier har rapportert at menn har bedre tåhev høyde og mindre smerter etter en kirurgisk behandling av akillessenerupturer (Silbernagel et al., 2015). Fremtidige studier bør derfor undersøke nærmere konsekvensene av akillessenerupturer spesifikt for kvinner.

I underkant av 20 % av utvalget hadde fedme dette er tilsvarende andre landsdekkende tall som viser at 17-22 % menn i alderen 40-45 år hadde fedme i år 2006-2008 (Moholdt, Wisloff, Nilsen, & Slordahl, 2008). KMI verdiene for fedme er også sammenlignbare med resten av Europa og Amerika (World Health Organization, 2017). Denne masteroppgaven registrerte ikke vekt ved baseline og man vet derfor ikke om kroppsvekten for utvalget har økt under rehabiliteringsperioden. Da tidligere studier har rapportert at det ikke er statistisk signifikant sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og KMI ble ikke disse variablene undersøkt nærmere (Kangas et al., 2007).

### **5.3.3 Styrkeberegning**

Styrkeberegningen ble regnet ut i forhold til alle tre hypotesene for å kunne avdekke minimum av hva som kan anses som moderat effektstørrelse ( $r = 0,450$ ) (O'Donoghue, 2012). Vi regnet ut at vi ville trenge utvalgsstørrelse på 36 personer for å avdekke en moderat effektstørrelse. Det ble inkludert flere enn 36 personer fordi datainnsamlingen for masteroppgaven foregikk i tidsrommet 06.06-21.11.2016 og alle pasienter som var innkalt til test i hovedstudien i denne perioden ble inkludert i dette datamaterialet. Risikoen ved at vi inkluderte flere pasienter i den statistiske analysen enn hva vi hadde regnet oss frem til var at vi fikk et statistisk signifikant resultat som var av mindre klinisk betydning. Utvalget ble regnet ut hypotesen om at sammenhengen mellom sideforskjellene i akillessenelengde og tåhevfunksjonen kunne gå begge veier. Styrkeberegningen for denne masteroppgaven er basert på korrelasjon og ikke for sideforskjeller mellom grupper. Den ikke statistisk signifikante sideforskjellen i akillessenelengde mellom de som ikke klarte de konsentriske

powertestene (ugyldige tester) og de som klarte testene kan derfor være et resultat av for få deltakere (type 2 feil).

Det ble valgt å ikke å undersøke sammenhengen ved å dele opp utvalget mellom seks og tolv mnd. tester da dette allerede er beskrevet tidligere i litteraturen (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Av den grunn ble det heller undersøkt sammenhengen mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell tåhevfunksjon uavhengig om målepunktet var seks eller tolv mnd. etter akillessenerupturen. Vi følte oss trygge på å undersøke sammenhengen for begge målepunktene fordi tidligere studier har rapportert små endringer sideforskjeller i akillessenelengde mellom seks og tolv mnd.

#### **5.3.4 Akillessenelengde målt med ultralyd**

I denne oppgaven ble målet for hele akillessenen anvendt som mål på akillessenelengden. Tidligere studier som har målt hele akillessenen har hatt som tradisjon å oppgi sideforskjeller i akillessenelengden som absolutte sideforskjeller. For enkelt å kunne sammenligne sideforskjeller i denne masteroppgaven med andre studier er det derfor oppgitt absolutte sideforskjeller i tillegg relative sideforskjeller.

Landemerkene som er anvendt i midtre målemetode har i tidligere studier vist høy validitet for lengdemål av uskadde akillessener (Silbernagel et al., 2016). Korrelasjonen mellom landemerkene for midtre målemetode og lengdemål av dissekert akillessene (gullstandarden) har i tidligere studier vist en ICC = 0,89 (Silbernagel et al., 2016). Dette styrker den interne validiteten til denne oppgaven ved at vi måler det vi ønsker å måle. Validiteten i denne masteroppgaven trues av at målemetoden som er anvendt er validert og reliabilitetstestet på uskadede akillessener.

ICC for mediale målemetode har blitt rapportert å være 0,96 (Brouwer et al., in prep). Reliabilitetsstudien til Brouwer et al., (in prep) viser høyere reliabilitet for mediale enn midtre målemetode. Av den grunn ble mediale målemetode anvendt som hovedproblemstilling for masteroppgaven. Det er en styrke for masteroppgaven at testlederne ble opplært i ultralydmetoden direkte fra forskerne som har utviklet ultralydmetodene. Det er også en styrke at både mediale og midtre målemetoden har vist en høy test-retest reliabilitet. Det er derimot uvisst om testlederne for denne masteroppgaven har samme grad av reliabilitet som forskerne i reliabilitetsstudien for målemetodene. Dersom reliabiliteten for testlederne i denne oppgaven er like god som i reliabilitetsstudien betyr det at dersom sideforskjellen er mer enn

1,36 cm så kan man anta at det foreligger en forlengelse av senen. Det forutsetter imidlertid at det ikke var noen sideforskjell før akillessenerupturen. Selv om de fleste pasienter ikke har sideforskjell i akillessenelengde før akillessenerupturen, er det en og annen som har det (Brouwer et al., in prep). Man bør derfor være forsiktig med å konkludere med at det foreligger en sideforskjell for enkeltpasienter, men når man sammenlikner store grupper kan små sideforskjeller i forkant av rupturen være av mindre betydning.

At testlederne ikke var blindet for resultatene av de funksjonelle testene kan medføre at testlederne kan ha vært forutinntatt for lengden av akillessenen. Dette kan føre til at måleresultatene av akillessenelengden kan være skjeve og en bias for målemetoden. Det faktum at det var flere testledere kan derimot anses som en styrke for å unngå subjektiv bias. Testlederne i denne masteroppgaven har rapportert vanskeligheter med å identifisere det proksimale landemerket ved den midtre målemetoden på skadet side (*figur 7*). De ugyldige ultralydtestene ( $n = 3$ ) var alle seks mnd. tester, noe som kan gjenspeile at disse var vanskeligere å identifisere enn tolv mnd. testene. Det kan være flere grunner til vanskeligheter med å identifisere det proksimale landemerket. En av grunnene kan være utilstrekkelig erfaring ved bruk av ultralyd hos testlederne. En annen grunn kan være forandringer i senestrukturen og muskelfibrene etter en akillesseneruptur som gjør det vanskelig å definere hvor de første distale muskelfibrene starter. Tidligere studier har også antydnet at det kan være større vanskeligheter med å identifisere de proksimale landemerkene etter en akillesseneruptur sammenlignet med uskadet akillessener, studiene har ikke spekulert i årsakene til dette (Silbernagel et al., 2016).

Sett at validiteten og reliabiliteten av lengdemål av akillessenelengden er like høy for akillessenerupturer som for uskadede sener, kan målemetoden ansees som en anbefalt målemetode for å måle akillessenelengden. Lengdemål av akillessenen med ultralyd er billig sammenlignet med andre målemetoder som RSA og MR til å måle akillessenelengde. I tillegg kan ultralyd anses som en ufarlig målemetode da den ikke bryter huden som for eksempel RSA.

### **5.3.5 Tåhevfunksjon**

Konsentrisk power har i tidligere studier blitt validert for å kunne oppdage sideforskjeller i underekstremiteten (Silbernagel et al., 2006). Dersom konsentrisk powertest anvendes uten et større testbatteri rapporteres det at konsentrisk powertest har en validitet på 33-48 % ved

akillesenetendinopatier (Silbernagel et al., 2006). Evnen til å oppdage sideforskjeller etter rupturer kan derimot være annerledes. Det er sannsynlig at evnen til å oppdage sideforskjeller er sterkere etter en akillesseneruptur enn ved akillesenetendinopatier. Konsentrisk powertest har ved tidligere studier vist en test-retest reliabilitet  $ICC = 0,73$  (Silbernagel et al., 2006). Det er derimot uvisst om testlederne i denne masteroppgaven oppnådde samme grad av reliabilitet som forskerne som utviklet testbatteriet og videre reliabilitetstestet testen. Konsentrisk powertest har blitt rapportert å ha noe svakere reliabilitet sammenlignet med andre validerte tester som anvendes for å vurdere sideforskjeller i under-ekstremiteten (Silbernagel et al., 2006). Da litteraturen varierer på hva som anses som høy reliabilitet kan konsentrisk powertesten anses å ligge mellom tvilsom til god reliabilitet (Laake et al., 2008; O'Donoghue, 2012).

I denne masteroppgaven valgte vi å måle gjennomsnittlig muskelstyrke i hele bevegelsesbanen (total power) for å registrere muskelstyrken i hele den konsentriske banen av plantarfleksjon. Andre studier har rapportert at muskelstyrke i endepunktet av plantarfleksjonen er redusert med inntil 34 % sammenlignet med uskadet side (Mullaney et al., 2006). Det er mulig at resultatene i masteroppgaven ville vært annerledes om vi hadde målt muskelstyrke i enden av bevegelsesbanen og ikke total power. I fremtidige studier bør det undersøkes om det er sideforskjeller i akillesenelengde, eller andre faktorer som for eksempel utilstrekkelig rehabilitering i enden av bevegelsesbanen som er årsaken til den reduserte muskelstyrken.

Til tross for dårligere reliabilitet for konsentrisk powertest sammenlignet med andre validerte funksjonelle tester var det flere grunner til å anvende testen. En av grunnene var at tidligere studier har rapportert at det er en styrke å gjennomføre funksjonelle tester i stående vektbærende stilling for å frem sideforskjeller etter en akillesseneruptur (Silbernagel et al., 2006). Tidligere er det rapportert en ikke statistisk signifikante sammenheng mellom sideforskjeller i sittende isokinetisk muskelstyrke og akillesenelengde (Kangas et al., 2007). Vi ville derfor se om sammenhengen var annerledes når den ble testet i stående vektbærende stilling. Grunnen til at det ble valgt å måle den konsentriske delen av bevegelsesbanen var at vi hadde erfaring med økt risiko for flere ugyldige seks mnd. tester dersom vi inkluderte den eksentriske delen av bevegelsesbanen. Dersom vi kun skulle anvende tolv mnd. testene måtte vi ha ekskludert over halvparten av utvalget noe som ville økt risikoen for å gjøre type to feil.

Sideforskjellene i tåhevfunksjon viste en stor variasjon mellom minimum og

maksimumsverdiene. Det kan være flere grunner til det store variasjonen. For det første kan variasjonen være et uttrykk for variasjoner i målemetoden. Variasjoner i målemetoden kan gjenspeile dårlig reliabilitet for målemetoden. For det andre kan variasjonen mellom minimum og maksimumsverdiene være et resultat av at vi inkluderte både seks og tolv mnd. tester. Ved seks mnd. testene var det flere pasienter som ikke klarte testen (11,8 %) sammenlignet med tolv mnd. testene (2,4 %).

Utholdende tåhev har i tidligere studier vist å kunne reflektere ADL bedre enn konsentrisk muskelstyrke (Silbernagel et al., 2010). Av den grunn er det viktig å skille mellom å muskelstyrke i konsentrisk tåhev og utholdende tåhev når man undersøker funksjon etter en akillesseneruptur.

Tidligere studier har rapportert langt bedre utholdende tåhev (LSI = 84-95 %) enn tåhev høyde (LSI = 61-76 %) 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur (Silbernagel, Steele, et al., 2012). Dette kan sammenlignes med sideforskjellen i utholdende tåhev i denne masteroppgaven (LSI =  $80,8 \pm 24,0$  %). Derimot viser denne oppgaven langt høyere LSI verdier for tåhev høyde (LSI =  $80,6 \pm 14,7$  %) enn Silbernagel, Steele, et al. (2012). I studier som rapporterer tilsvarende sideforskjell i tåhev høyde (LSI = 80,6 %) som våre resultater er det rapportert ingen sideforskjeller i akillessenelengde (Schepull & Aspenberg, 2013). Dette kan bety at i studier hvor det er mindre sideforskjeller i akillessenelengde rapporteres mindre sideforskjeller i tåhev høyde. En av grunnene til funnene i denne oppgaven viste mindre sideforskjell i tåhev høyde enn Silbernagel, Steele, et al. (2012) kan være at en av intervensjonene i hovedstudien fører til mindre sideforskjeller. En annen grunn kan være at utvalget i denne oppgaven gjennomgikk et omfattende rehabiliteringsprogram i forbindelse med hovedstudien.

Variasjonen i minimum og maksimumsverdiene i utholdende tåhev kan i likhet med resultatene for de andre tåhevfunksjonstestene være på grunn av at vi inkluderte både seks og tolv mnd. tester. Variasjonen kan også ha oppstått på grunn av forskjeller mellom hva testlederne for hva de anså som utmattelse og valgte å avbryte utholdende tåhevtesten. Tidligere studier har understreket viktigheten av å ha en god testprotokoll med tydelig forklaring på hva som anses som utmattelse (Moller et al., 2005). Testprotokollen i masteroppgaven ble utviklet av forskerne som har utviklet testbatteriet og videre validitet og reliabilitetstestet testene. Dette kan anses som en styrke for å oppnå tilsvarende reliabilitet som tidligere studier. Til tross for at testprotokollen forklarte nøye når testen skulle avbrytes



pga utmattelse kan det ha oppstått variasjoner testlederne imellom. Variasjonen kan ha oppstått fordi testprotokollen besto av flere kriterier som måtte vurderes individuelt for hver testdeltaker. Utholdende tåhevtest hvor både, antall repetisjoner og tåhev høyde er anvendt rapporteres å ha god reliabilitet ( $ICC = 0,78-0,84$ ) (Moller et al., 2005). Reliabiliteten kan derimot være annerledes ved flere testledere og av den grunn burde intra-tester reliabiliteten har blitt undersøkt for målemetoden for denne masteroppgaven.

Ved individuell testing har tidligere studier foreslått 25 tåhev repetisjoner som et kriterium for hva som er normalt for uskadede, gjennomsnittet er foreslått likt for kvinner og menn (Lunsford & Perry, 1995). Nyere studier har drevet bort fra denne grensen og anser  $LSI \geq 90$  % som normalt (Silbernagel et al., 2006).

Tåhevfunksjonstestene i denne oppgaven kan anses som mer funksjonelle tester enn andre sittende tåhevtester og kan anbefales for å vurdere funksjon etter en akillesseneruptur. Utholdende tåhevtesten kan enkelt utføres ved bruk av en metronom på smarttelefonen. Tåhev høyde målt med målebånd i en enkel tåhev har i tidligere studier vist god reliabilitet (Silbernagel et al., 2010). Utholdende tåhev og tåhev høydetestene kan derfor anbefales i klinisk praksis for å vurdere individuelle sideforskjeller etter en akillesseneruptur.

#### **5.4 Klinisk betydning og videre forskning**

I denne masteroppgaven var det kun en svak sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i tåhev høyde. Oppgaven viste ingen statistisk signifikant sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i konsentrisk power, samt utholdende tåhev. Det betyr at en moderat sideforskjell i akillessenelengde ikke er av betydning for konsentrisk power og utholdende tåhev i dette materialet. Moderat sideforskjell i akillessenelengde er derimot av svak betydning for tåhev høyden. Klinisk betyr dette at flertallet av pasienter med sideforskjell i akillessenelengde kan oppnå samme grad tåhev som pasienter uten sideforskjell. Dette er viktig informasjon til både klinikere og pasienter dersom man skal forespeile evnen til å utføre tåhev hos pasienter med akillesseneforlengelse. At pasienter med akillesseneforlengelse kan oppnå samme grad av tåhevfunksjon er viktig informasjon til fysioterapeuter ved opptrening av pasientene etter en akillesseneruptur. Klinikere bør være oppmerksom på den svake sammenhengen mellom akillessenelengde og tåhev høyde ved å begrense akillessenelengden. Tidligere studier rapporterer at det er mulig å begrense akillessenelengden ved å anvende tidlig rehabilitering og kontrollert bevegelse i

mellom uke 2-8 (Kangas et al., 2007). Det er dog et viktig poeng at det i denne masteroppgaven undersøkte sideforskjeller i lengde av hele akillessenen. Mål på avstanden mellom seneendene kan muligens vise andre sammenhenger mellom sideforskjell i akillessenelengde og sideforskjell i tåhevfunksjon (Maquirriain, 2011).

De fleste pasientene i dette utvalget hadde signifikante sideforskjeller i tåhevfunksjon. Dette er tilsvarende resultater fra andre studier som har anvendt vektbæring fra dag 14 postoperativt og tidlig kontrollert bevegelse. Resultatene for denne masteroppgaven viser at dagens behandling ikke fører til normalisering av tåhev høyde, utholdenhet og konsentrisk power seks og tolv mnd. etter en akillesseneruptur. For at pasientene skal få en realistisk bilde av rehabiliteringens varighet er dette viktig informasjon som bør formidles pasienten. Det er også viktig at fysioterapeuter er oppmerksomme på sideforskjellen i tåhev og tar tak i dette under rehabiliteringen av pasientene. Dette bør gjøres tidlig i rehabiliteringen for at sideforskjellene ikke skal forbli varige da det er rapportert ikke statistiske signifikante forbedringer i tåhevfunksjon fra 12-24 mnd. (Olsson et al., 2011). Tidligere forskning antyder at tolv mnd. testene i utvalget er utsatt for varige sideforskjeller i tåhev høyde og utholdende tåhev (Horstmann et al., 2012; Olsson et al., 2011). På grunnlag av risikoen for varig svak tåhevfunksjon trenger vi bedre behandlinger for akillessenerupturer.

Da denne masteroppgaven viste en svak sammenheng mellom akillessenelengde og tåhev høyde man ikke utelukke at akillessenelengden er av betydning for tåhev høyden. Sammenlignet med andre studier var den absolutte sideforskjellen i akillessenelengde moderat sammenlignet med tidligere studier (Schepull & Aspenberg, 2013; Silbernagel, Steele, et al., 2012). Store sideforskjeller i akillessenelengen er assosiert med sideforskjeller i gange og løping (Silbernagel, Willy, et al., 2012; Suydam et al., 2015). Det bør derfor i fremtidige studier undersøkes om en moderat akillesseneforlengelse har en annen påvirkning på gange og løp sammenlignet med studier som rapporterer store sideforskjeller i akillessenelengde.

Sideforskjell i tåhevfunksjon assosieres med høyere grad pasientrapporterte symptomer og mindre grad av fysisk aktivitet (Olsson, Karlsson, et al., 2014). På grunnlag av dette bør det tidlig i behandlingsforløpet igangsettes intervensjoner som normaliserer sideforskjellen i tåhev under rehabiliteringen. For dette trenger vi flere intervensjons studier med tydelig beskrivelse av rehabiliteringsprotokoller slik at man kan sammenligne effekten av tiltakene for å normalisere tåhevfunksjon.

På grunnlag av svak til ingen statistisk signifikant sammenheng mellom akillessenelengde og tåhevfunksjon kan man anta at det er andre faktorer enn akillessenelengde som er årsaken til at de fleste pasientene har nedsatt tåhevfunksjon.

Selv om denne masteroppgaven ikke viste sammenheng mellom struktur og funksjon i tåhev bør det ikke utelukkes at andre strukturelle sideforskjeller som elastisitet og stivhet i akillessenen påvirker funksjon i tåhev (Geremia et al., 2015). Klinikere bør derfor være oppmerksom på at andre strukturelle sideforskjeller enn akillessenelengden kan være assosiert med sideforskjeller i tåhevfunksjonen.

Som tidligere nevnt var verken tåhev høyde, utholdenhet eller konsentrisk power normalisert ved 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Dette betyr at rehabiliteringen er langvarig. For å kartlegge årsakene til at de fleste pasientene har nedsatt tåhevfunksjon bør man i fremtidige studier evaluere pasientens motivasjon og compliance til å gjennomføre rehabiliteringsprotokollen.

Muskulære faktorer kan også være av betydning for sideforskjellen 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Tidligere studier har rapportert at utilstrekkelig muskelstyrke i enden av plantarfleksjon er assosiert med reduksjon i tåhev høyde (Mullaney et al., 2006). Det kan derfor se ut til at fokus på opptrening av muskelstyrken i endepunktet av plantarfleksjon er av stor betydning. Fremtidige studier bør undersøke effekten av om ytterligere rehabilitering i endepunktet av plantarfleksjonen kan påvirke sideforskjellene i tåhev høyden.

Konsentrisk power kan anses som et viktig klinisk mål, da det å kunne produsere rask og høy konsentrisk muskelstyrke er viktig i mange eksplosive idretter samt i forebyggende trening (Kraemer et al., 2002). Det bør derfor utvikles og undersøkes alternative rehabiliteringsprotokoller for å oppnå normalisert konsentrisk power 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur.

Å produsere høy konsentrisk power kan for enkelte pasienter være forbundet med frykt for re-ruptur, da bevegelsen ofte gjenspeiler skademekanismen ved en akillesseneruptur (Gross & Nunley, 2016). Klinikere bør derfor forsøke å kartlegge pasientens frykt for bevegelse slik at pasientene kan få den hjelpen de trenger for å kunne gjenoppta en normalisert tåhevfunksjon. Å kartlegge frykt for bevegelse (kinesiofobi) som en følge av akillesseneruptur bør undersøkes i fremtidige studier for å kartlegge om dette er en avgjørende faktor for sideforskjell tåhevfunksjon.

Ved evaluering av tåhevfunksjon bør klinikerer være oppmerksom på at ved store sideforskjeller er pasientene utsatt for ytterligere belastning i kneleddet under løping og hopping (Willy et al., 2017). Sideforskjeller i tåhev høyde og utholdende tåhev har blitt antatt å øke risikoen for belastningsskader rundt kneleddet (Willy et al., 2017). Sideforskjellene kan derfor medfølge alvorlig konsekvenser for pasienter som skal tilbake til aktiviteter og yrker som innebærer løp og hopp. Vi vet derimot ikke om belastningen på kneleddet er forandrer seg ved høyere LSI verdier enn det som er rapportert i tidligere studier. Både utholdende tåhevtest og tåhev høydetest er valide tester som enkelt kan utføres i klinikken. Resultatet av testene kan brukes til å gi informasjon til pasientene om hvilke utfordringer som er assosiert med å starte opp med hopping og løping ved sideforskjeller i tåhevfunksjon. Fremtidige studier bør også undersøke om sideforskjeller i tåhevfunksjon er assosiert med økt belastning i andre ledd i underekstremiteten. Videre bør det utføres prospektive studier som evaluerer risikoen for belastningsskader ved sideforskjeller i tåhevfunksjon og akillessenelengde. Resultatene i denne masteroppgaven hentyder at man i fremtiden bør ha mer fokus på å gjenoppta normal tåhevfunksjon enn å begrense akillesseneforlengelse. For å oppnå en normalisert tåhevfunksjon 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur trenger pasienten bedre behandling enn det vi tilbyr i dag.

## **6 Konklusjon**

Funnene i denne masteroppgaven støtter hypotesen om sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og sideforskjell i tåhev høyde 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Derimot støtter ikke funnene i denne masteroppgaven hypotesen om sammenheng mellom sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og sideforskjell i utholdende tåhev og konsentrisk power. Funnene støtter heller ikke hypotesen om sammenheng mellom sideforskjell akillessenelengde målt med midtre målemetode og sideforskjell i tåhevfunksjon 6-12 mnd. etter en akillesseneruptur. Hovedfunnet var en svak negativ korrelasjon mellom sideforskjell i akillessenelengde målt med mediale målemetode og sideforskjell i tåhev høyde.

## Litteraturliste

- Agres, A. N., Duda, G. N., Gehlen, T. J., Arampatzis, A., Taylor, W. R., & Manegold, S. (2015). Increased unilateral tendon stiffness and its effect on gait 2-6 years after Achilles tendon rupture. *Scand J Med Sci Sports*, 25(6), 860-867. doi:10.1111/sms.12456
- Amin, N. H., Old, A. B., Tabb, L. P., Garg, R., Toossi, N., & Cerynik, D. L. (2013). Performance outcomes after repair of complete achilles tendon ruptures in national basketball association players. *Am J Sports Med*, 41(8), 1864-1868. doi:10.1177/0363546513490659
- Aspenberg, P. (2007). Stimulation of tendon repair: mechanical loading, GDFs and platelets. A mini-review. *Int Orthop*, 31(6), 783-789. doi:10.1007/s00264-007-0398-6
- Bahr, R., & Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*, 39(6), 324-329. doi:10.1136/bjism.2005.018341
- Bahr, R., McCrory, P., Bolic, T., & Prøis, L.-A. (2014). *Idrettsskader : diagnostikk og behandling*. Bergen: Fagbokforl.
- Barfod, K. W. (2014). Achilles tendon rupture; assessment of nonoperative treatment. *Dan Med J*, 61(4), B4837.
- Barfod, K. W., Bencke, J., Lauridsen, H. B., Ban, I., Ebskov, L., & Troelsen, A. (2014). Nonoperative dynamic treatment of acute achilles tendon rupture: the influence of early weight-bearing on clinical outcome: a blinded, randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*, 96(18), 1497-1503. doi:10.2106/jbjs.m.01273
- Barfod, K. W., Nielsen, F., Helander, K. N., Mattila, V. M., Tingby, O., Boesen, A., & Troelsen, A. (2013). Treatment of acute Achilles tendon rupture in Scandinavia does not

adhere to evidence-based guidelines: a cross-sectional questionnaire-based study of 138 departments. *J Foot Ankle Surg*, 52(5), 629-633.  
doi:10.1053/j.jfas.2013.04.012

Barfod, K. W., Riecke, A. F., Boesen, A., Hansen, P., Maier, J. F., Dossing, S., & Troelsen, A. (2015). Validation of a novel ultrasound measurement of achilles tendon length. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23(11), 3398-3406. doi:10.1007/s00167-014-3175-2

Beyer, N., & Magnusson, P. (2003). *Målemetoder i fysioterapi*. København: Munksgaard.  
Booth, F. W. (1987). Physiologic and biochemical effects of immobilization on muscle. *Clin Orthop Relat Res*(219), 15-20.

Bostick, G. P., Jomha, N. M., Suchak, A. A., & Beaupre, L. A. (2010). Factors associated with calf muscle endurance recovery 1 year after achilles tendon rupture repair. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40(6), 345-351. doi:10.2519/jospt.2010.3204

Brouwer, F.E., Myhrvold, B.S., Benth, S.J, Hoelsbrekken, E.S. (in prep) Ultrasound measurements of Achilles tendon length using skin markins or extended field of view imaging: a test-retest and inter-tester reliability sudy.

Brumann, M., Baumbach, S. F., Mutschler, W., & Polzer, H. (2014). Accelerated rehabilitation following Achilles tendon repair after acute rupture - Development of an evidence-based treatment protocol. *Injury*, 45(11), 1782-1790.  
doi:10.1016/j.injury.2014.06.022

Butler, E. E., & Dominy, N. J. (2016). Architecture and functional ecology of the human gastrocnemius muscle-tendon unit. *J Anat*, 228(4), 561-568.  
doi:10.1111/joa.12432

Carmont, M. R., Grävare Silbernagel, K., Brorsson, A., Olsson, N., Maffulli, N., & Karlsson, J. (2015). The Achilles tendon resting angle as an indirect measure of Achilles tendon length following rupture, repair, and rehabilitation. *Asia-Pacific Journal of*

*Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, 2(2), 49-55.

doi:10.1016/j.asmart.2014.12.002

Carmont, M. R., Silbernagel, K. G., Mathy, A., Mulji, Y., Karlsson, J., & Maffulli, N. (2013). Reliability of Achilles tendon resting angle and calf circumference measurement techniques. *Foot Ankle Surg*, 19(4), 245-249. doi:10.1016/j.fas.2013.06.007

Cetti, R., Henriksen, L. O., & Jacobsen, K. S. (1994). A new treatment of ruptured Achilles tendons. A prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res*(308), 155-165.

Claessen, F. M., de Vos, R. J., Reijman, M., & Meuffels, D. E. (2014). Predictors of primary Achilles tendon ruptures. *Sports Med*, 44(9), 1241-1259. doi:10.1007/s40279-014-0200-z

Costa, M. L., Logan, K., Heylings, D., Donell, S. T., & Tucker, K. (2006). The effect of achilles tendon lengthening on ankle dorsiflexion: a cadaver study. *Foot Ankle Int*, 27(6), 414-417.

Dahl, H. A., Rinvik, E., & Schreiner, K. E. (1996). *Bevegelsesapparatets funksjonelle anatomi*. Oslo: Cappelen akademisk forl.

De la Fuente, C., Pena y Lillo, R., Carreno, G., & Marambio, H. (2016). Prospective randomized clinical trial of aggressive rehabilitation after acute Achilles tendon ruptures repaired with Dresden technique. *Foot (Edinb)*, 26, 15-22. doi:10.1016/j.foot.2015.10.003

Don, R., Ranavolo, A., Cacchio, A., Serrao, M., Costabile, F., Iachelli, M., . . . Santilli, V. (2007). Relationship between recovery of calf-muscle biomechanical properties and gait pattern following surgery for achilles tendon rupture. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 22(2), 211-220. doi:10.1016/j.clinbiomech.2006.10.001

Doral, M. N., Alam, M., Bozkurt, M., Turhan, E., Atay, O. A., Donmez, G., & Maffulli, N. (2010). Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(5), 638-643. doi:10.1007/s00167-010-1083-7

- Flint, J. H., Wade, A. M., Giuliani, J., & Rue, J. P. (2014). Defining the terms acute and chronic in orthopaedic sports injuries: a systematic review. *Am J Sports Med*, 42(1), 235-241. doi:10.1177/0363546513490656
- Ganestam, A., Kallemose, T., Troelsen, A., & Barfod, K. W. (2015). Increasing incidence of acute Achilles tendon rupture and a noticeable decline in surgical treatment from 1994 to 2013. A nationwide registry study of 33,160 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. doi:10.1007/s00167-015-3544-5
- Garras, D. N., Raikin, S. M., Bhat, S. B., Taweel, N., & Karanjia, H. (2012). MRI is unnecessary for diagnosing acute Achilles tendon ruptures: clinical diagnostic criteria. *Clin Orthop Relat Res*, 470(8), 2268-2273. doi:10.1007/s11999-012-2355-y
- Gelberman, R. H., Menon, J., Gonsalves, M., & Akeson, W. H. (1980). The effects of mobilization on the vascularization of healing flexor tendons in dogs. *Clin Orthop Relat Res*(153), 283-289.
- Geremia, J. M., Bobbert, M. F., Casa Nova, M., Ott, R. D., Lemos Fde, A., Lupion Rde, O., . . . Vaz, M. A. (2015). The structural and mechanical properties of the Achilles tendon 2 years after surgical repair. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 30(5), 485-492. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.03.005
- Gross, C. E., & Nunley, J. A., 2nd. (2016). Acute Achilles Tendon Ruptures. *Foot Ankle Int*, 37(2), 233-239. doi:10.1177/1071100715619606
- Gulati, V., Jaggard, M., Al-Nammari, S. S., Uzoigwe, C., Gulati, P., Ismail, N., . . . Gupte, C. (2015). Management of achilles tendon injury: A current concepts systematic review. *World J Orthop*, 6(4), 380-386. doi:10.5312/wjo.v6.i4.380



- Haggmark, T., Liedberg, H., Eriksson, E., & Wredmark, T. (1986). Calf muscle atrophy and muscle function after non-operative vs operative treatment of achilles tendon ruptures. *Orthopedics*, 9(2), 160-164.
- Holm, C., Kjaer, M., & Eliasson, P. (2015). Achilles tendon rupture--treatment and complications: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*, 25(1), e1-10. doi:10.1111/sms.12209
- Horstmann, T., Lukas, C., Merk, J., Brauner, T., & Mundermann, A. (2012). Deficits 10-years after Achilles tendon repair. *Int J Sports Med*, 33(6), 474-479. doi:10.1055/s-0032-1301932
- Hulley, S. B. (2013). *Designing clinical research* (4th ed. ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Huttunen, T. T., Kannus, P., Rolf, C., Fellander-Tsai, L., & Mattila, V. M. (2014). Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am J Sports Med*, 42(10), 2419-2423. doi:10.1177/0363546514540599
- Jiang, N., Wang, B., Chen, A., Dong, F., & Yu, B. (2012). Operative versus nonoperative treatment for acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis based on current evidence. *Int Orthop*, 36(4), 765-773. doi:10.1007/s00264-011-1431-3
- Kangas, J., Pajala, A., Ohtonen, P., & Leppilahti, J. (2007). Achilles tendon elongation after rupture repair: a randomized comparison of 2 postoperative regimens. *Am J Sports Med*, 35(1), 59-64. doi:10.1177/0363546506293255
- Kannus, P., Jozsa, L., Natri, A., & Jarvinen, M. (1997). Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports*, 7(2), 67-71.
- Kearney, R. S., McGuinness, K. R., Achten, J., & Costa, M. L. (2012). A systematic review of early rehabilitation methods following a rupture of the Achilles tendon. *Physiotherapy*, 98(1), 24-32. doi:10.1016/j.physio.2011.04.349

- Kendall, F. P., & McCreary, E. K. (1983). *Muscles : testing and function* (3rd ed. ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Khan, R. J., Fick, D., Keogh, A., Crawford, J., Brammar, T., & Parker, M. (2005). Treatment of acute achilles tendon ruptures. A meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am*, *87*(10), 2202-2210. doi:10.2106/jbjs.d.03049
- Komi, P. V., Fukashiro, S., & Jarvinen, M. (1992). Biomechanical loading of Achilles tendon during normal locomotion. *Clin Sports Med*, *11*(3), 521-531.
- Kongsgaard, M., Aagaard, P., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2005). Structural Achilles tendon properties in athletes subjected to different exercise modes and in Achilles tendon rupture patients. *J Appl Physiol* (1985), *99*(5), 1965-1971. doi:10.1152/jappphysiol.00384.2005
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., . . . Triplett-McBride, T. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, *34*(2), 364-380.
- Krapf, D., Kaipel, M., & Majewski, M. (2012). Structural and biomechanical characteristics after early mobilization in an Achilles tendon rupture model: operative versus nonoperative treatment. *Orthopedics*, *35*(9), e1383-1388. doi:10.3928/01477447-20120822-26
- Lantto, I., Heikkinen, J., Flinkkila, T., Ohtonen, P., & Leppilahti, J. (2015). Epidemiology of Achilles tendon ruptures: increasing incidence over a 33-year period. *Scand J Med Sci Sports*, *25*(1), e133-138. doi:10.1111/sms.12253
- Lunsford, B. R., & Perry, J. (1995). The standing heel-rise test for ankle plantar flexion: criterion for normal. *Phys Ther*, *75*(8), 694-698.

- Laake, P., Olsen, B. R., & Benestad, H. B. (2008). *Forskning i medisin og biofag* (2. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Maffulli, N. (1998). The clinical diagnosis of subcutaneous tear of the Achilles tendon. A prospective study in 174 patients. *Am J Sports Med*, 26(2), 266-270.
- Magnusson, S. P., Narici, M. V., Maganaris, C. N., & Kjaer, M. (2008). Human tendon behaviour and adaptation, in vivo. *J Physiol*, 586(1), 71-81.  
doi:10.1113/jphysiol.2007.139105
- Maquirriain, J. (2011). Achilles tendon rupture: avoiding tendon lengthening during surgical repair and rehabilitation. *Yale J Biol Med*, 84(3), 289-300.
- Mark-Christensen, T., Troelsen, A., Kallemose, T., & Barfod, K. W. (2016). Functional rehabilitation of patients with acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of current evidence. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24(6), 1852-1859.  
doi:10.1007/s00167-014-3180-5
- McCormack, R., & Bovard, J. (2015). Early functional rehabilitation or cast immobilisation for the postoperative management of acute Achilles tendon rupture? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*, 49(20), 1329-1335. doi:10.1136/bjsports-2015-094935
- Moholdt, T., Wisloff, U., Nilsen, T. I., & Slordahl, S. A. (2008). Physical activity and mortality in men and women with coronary heart disease: a prospective population-based cohort study in Norway (the HUNT study). *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 15(6), 639-645. doi:10.1097/HJR.0b013e3283101671
- Moller, M., Lind, K., Movin, T., & Karlsson, J. (2002). Calf muscle function after Achilles tendon rupture. A prospective, randomised study comparing surgical and non-surgical treatment. *Scand J Med Sci Sports*, 12(1), 9-16.

- Moller, M., Lind, K., Styf, J., & Karlsson, J. (2005). The reliability of isokinetic testing of the ankle joint and a heel-raise test for endurance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13(1), 60-71. doi:10.1007/s00167-003-0441-0
- Mortensen, H. M., Skov, O., & Jensen, P. E. (1999). Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg Am*, 81(7), 983-990.
- Mullaney, M. J., McHugh, M. P., Tyler, T. F., Nicholas, S. J., & Lee, S. J. (2006). Weakness in end-range plantar flexion after Achilles tendon repair. *Am J Sports Med*, 34(7), 1120-1125. doi:10.1177/0363546505284186
- Nilsson-Helander, K., Silbernagel, K. G., Thomee, R., Faxen, E., Olsson, N., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2010). Acute achilles tendon rupture: a randomized, controlled study comparing surgical and nonsurgical treatments using validated outcome measures. *Am J Sports Med*, 38(11), 2186-2193. doi:10.1177/0363546510376052
- Ntoumanis, N. (2003). *A Step-by-Step Guide to SPSS for Sport and Exercise Studies : A Step-by-Step Guide for Students (1)*. Abingdon: Abingdon, Oxon, US: Taylor and Francis.
- Nystrom, B., & Holmlund, D. (1983). Separation of tendon ends after suture of achilles tendon. *Acta Orthop Scand*, 54(4), 620-621.
- O'Donoghue, P. (2012). *Statistics for Sport and Exercise Studies : An Introduction Statistics for Sport and Exercise Studies*
- Olsson, N., Karlsson, J., Eriksson, B. I., Brorsson, A., Lundberg, M., & Silbernagel, K. G. (2014). Ability to perform a single heel-rise is significantly related to patient-reported outcome after Achilles tendon rupture. *Scand J Med Sci Sports*, 24(1), 152-158. doi:10.1111/j.1600-0838.2012.01497.x

- Olsson, N., Nilsson-Helander, K., Karlsson, J., Eriksson, B. I., Thomee, R., Faxen, E., & Silbernagel, K. G. (2011). Major functional deficits persist 2 years after acute Achilles tendon rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *19*(8), 1385-1393. doi:10.1007/s00167-011-1511-3
- Olsson, N., Petzold, M., Brorsson, A., Karlsson, J., Eriksson, B. I., & Silbernagel, K. G. (2014). Predictors of Clinical Outcome After Acute Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med*, *42*(6), 1448-1455. doi:10.1177/0363546514527409
- Raikin, S. M., Garras, D. N., & Krapchev, P. V. (2013). Achilles tendon injuries in a United States population. *Foot Ankle Int*, *34*(4), 475-480. doi:10.1177/1071100713477621
- Rockett, M. S., Waitches, G., Sudakoff, G., & Brage, M. (1998). Use of ultrasonography versus magnetic resonance imaging for tendon abnormalities around the ankle. *Foot Ankle Int*, *19*(9), 604-612.
- Rosso, C., Vavken, P., Polzer, C., Buckland, D. M., Studler, U., Weisskopf, L., . . . Valderrabano, V. (2013). Long-term outcomes of muscle volume and Achilles tendon length after Achilles tendon ruptures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *21*(6), 1369-1377. doi:10.1007/s00167-013-2407-1
- Ryan, E. D., Rosenberg, J. G., Scharville, M. J., Sobolewski, E. J., Thompson, B. J., & King, G. E. (2013). Test-retest reliability and the minimal detectable change for achilles tendon length: a panoramic ultrasound assessment. *Ultrasound Med Biol*, *39*(12), 2488-2491. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2013.06.013
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R., & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening : i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Schepull, T., & Aspenberg, P. (2013). Early controlled tension improves the material properties of healing human achilles tendons after ruptures: a randomized trial. *Am J Sports Med*, *41*(11), 2550-2557. doi:10.1177/0363546513501785

- Schepull, T., Kvist, J., Andersson, C., & Aspenberg, P. (2007). Mechanical properties during healing of Achilles tendon ruptures to predict final outcome: a pilot Roentgen stereophotogrammetric analysis in 10 patients. *BMC Musculoskeletal Disord*, 8, 116. doi:10.1186/1471-2474-8-116
- Schepull, T., Kvist, J., & Aspenberg, P. (2012). Early E-modulus of healing Achilles tendons correlates with late function: similar results with or without surgery. *Scand J Med Sci Sports*, 22(1), 18-23. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01154.x
- Scott, B. W., & al Chalabi, A. (1992). How the Simmonds-Thompson test works. *J Bone Joint Surg Br*, 74(2), 314-315.
- Selvik, G. (1990). Roentgen stereophotogrammetric analysis. *Acta Radiol*, 31(2), 113-126.
- Silbernagel, K. G., Brorsson, A., Olsson, N., Eriksson, B. I., Karlsson, J., & Nilsson-Helander, K. (2015). Sex Differences in Outcome After an Acute Achilles Tendon Rupture. *Orthop J Sports Med*, 3(6), 2325967115586768. doi:10.1177/2325967115586768
- Silbernagel, K. G., Gustavsson, A., Thomee, R., & Karlsson, J. (2006). Evaluation of lower leg function in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(11), 1207-1217. doi:10.1007/s00167-006-0150-6
- Silbernagel, K. G., Nilsson-Helander, K., Thomee, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2010). A new measurement of heel-rise endurance with the ability to detect functional deficits in patients with Achilles tendon rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(2), 258-264. doi:10.1007/s00167-009-0889-7
- Silbernagel, K. G., Shelley, K., Powell, S., & Varrecchia, S. (2016). Extended field of view ultrasound imaging to evaluate Achilles tendon length and thickness: a reliability and validity study. *Muscles Ligaments Tendons J*, 6(1), 104-110. doi:10.11138/mltj/2016.6.1.104

- Silbernagel, K. G., Steele, R., & Manal, K. (2012). Deficits in heel-rise height and achilles tendon elongation occur in patients recovering from an Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med*, 40(7), 1564-1571. doi:10.1177/0363546512447926
- Silbernagel, K. G., Willy, R., & Davis, I. (2012). Preinjury and postinjury running analysis along with measurements of strength and tendon length in a patient with a surgically repaired Achilles tendon rupture. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(6), 521-529. doi:10.2519/jospt.2012.3913
- Soroceanu, A., Sidhwa, F., Aarabi, S., Kaufman, A., & Glazebrook, M. (2012). Surgical versus nonsurgical treatment of acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am*, 94(23), 2136-2143. doi:10.2106/jbjs.k.00917
- Staron, R. S., Karapondo, D. L., Kraemer, W. J., Fry, A. C., Gordon, S. E., Falkel, J. E., . . . Hikida, R. S. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol* (1985), 76(3), 1247-1255.
- Suydam, S. M., Buchanan, T. S., Manal, K., & Silbernagel, K. G. (2015). Compensatory muscle activation caused by tendon lengthening post-Achilles tendon rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23(3), 868-874. doi:10.1007/s00167-013-2512-1
- Tallon, C., Coleman, B. D., Khan, K. M., & Maffulli, N. (2001). Outcome of surgery for chronic Achilles tendinopathy. A critical review. *Am J Sports Med*, 29(3), 315-320. doi:10.1177/03635465010290031101
- Valkering, K. P., Aufwerber, S., Ranuccio, F., Lunini, E., Edman, G., & Ackermann, P. W. (2016). Functional weight-bearing mobilization after Achilles tendon rupture enhances early healing response: a single-blinded randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. doi:10.1007/s00167-016-4270-3

- Van der Eng, D. M., Schepers, T., Goslings, J. C., & Schep, N. W. (2013). Rerupture rate after early weightbearing in operative versus conservative treatment of Achilles tendon ruptures: a meta-analysis. *J Foot Ankle Surg*, *52*(5), 622-628. doi:10.1053/j.jfas.2013.03.027
- Van Dyck, D., Cerin, E., De Bourdeaudhuij, I., Hinckson, E., Reis, R. S., Davey, R., . . . Sallis, J. F. (2015). International study of objectively measured physical activity and sedentary time with body mass index and obesity: IPEN adult study. *Int J Obes (Lond)*, *39*(2), 199-207. doi:10.1038/ijo.2014.115
- Voigt, M., Bojsen-Moller, F., Simonsen, E. B., & Dyhre-Poulsen, P. (1995). The influence of tendon Young's modulus, dimensions and instantaneous moment arms on the efficiency of human movement. *J Biomech*, *28*(3), 281-291.
- Voleti, P. B., Buckley, M. R., & Soslowky, L. J. (2012). Tendon healing: repair and regeneration. *Annu Rev Biomed Eng*, *14*, 47-71. doi:10.1146/annurev-bioeng-071811-150122
- Wang, H. K., Chiang, H., Chen, W. S., Shih, T. T., Huang, Y. C., & Jiang, C. C. (2013). Early neuromechanical outcomes of the triceps surae muscle-tendon after an Achilles' tendon repair. *Arch Phys Med Rehabil*, *94*(8), 1590-1598. doi:10.1016/j.apmr.2013.01.015
- Wang, V. M., Banack, T. M., Tsai, C. W., Flatow, E. L., & Jepsen, K. J. (2006). Variability in tendon and knee joint biomechanics among inbred mouse strains. *J Orthop Res*, *24*(6), 1200-1207. doi:10.1002/jor.20167
- Westin, O., Nilsson Helander, K., Gravare Silbernagel, K., Moller, M., Kalebo, P., & Karlsson, J. (2016). Acute Ultrasonography Investigation to Predict Reruptures and Outcomes in Patients With an Achilles Tendon Rupture. *Orthop J Sports Med*, *4*(10), 2325967116667920. doi:10.1177/2325967116667920



Willy, R. W., Brorsson, A., Powell, H. C., Willson, J. D., Tranberg, R., & Gravare Silbernagel, K. (2017). Elevated Knee Joint Kinetics and Reduced Ankle Kinetics Are Present During Jogging and Hopping After Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med*, 45(5), 1124-1133. doi:10.1177/0363546516685055

World Health Organization. (2017). Global Health Observatory (GHO) data. *Obesity Situation and trends*. Retrieved from [http://www.who.int/gho/ncd/risk\\_factors/obesity\\_text/en/](http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/obesity_text/en/)

Zellers, J. A., Carmont, M. R., & Gravare Silbernagel, K. (2016). Return to play post-Achilles tendon rupture: a systematic review and meta-analysis of rate and measures of return to play. *Br J Sports Med*. doi:10.1136/bjsports-2016-096106

Zhang, H., Tang, H., He, Q., Wei, Q., Tong, D., Wang, C., . . . Ji, F. (2015). Surgical Versus Conservative Intervention for Acute Achilles Tendon Rupture: A PRISMA-Compliant Systematic Review of Overlapping Meta-Analyses. *Medicine (Baltimore)*, 94(45), e1951. doi:10.1097/md.0000000000001951

## Tabelloversikt

<b>Tabell 1:</b> Deltakerkarakteristika .....	48
<b>Tabell 2:</b> Sideforskjeller for tåhevfunksjon. ....	50
<b>Tabell 3:</b> Akillessenelengde for skadet og uskadet side .....	51
<b>Tabell 4:</b> Sideforskjell i akillessenelengde for de som ikke klarte tåhevttestene.....	52
<b>Tabell 5:</b> Korrelasjon mellom tåhevfunksjon og akillessenelengde målt med mediale målemetode .....	52
<b>Tabell 6:</b> Korrelasjon mellom sideforskjell i tåhevfunksjon og akillessenelengde målt med midtre målemetode .....	54

## Figuroversikt

<i>Figur 1: Anatomisk bilde av m.tricipes surae og akillessenen.</i> .....	12
<i>Figur 2 :Stress-lengde kurve</i> .....	15
<i>Figur 3: Muskelforkortning ved kontraksjon ved akillesseneforlengelse.</i> .....	23
<i>Figur 4: Konsentrisk powertest.</i> .....	38
<i>Figur 5: Utholdende tåhevttest og tåhev høydetest</i> .....	39
<i>Figur 6: Distale landemerke.</i> .....	42
<i>Figur 7: Midtre målemetode.</i> .....	42
<i>Figur 8 :Mediale målemetode</i> .....	43
<i>Figur 9: Flytskjema over utvalget og drop-out fra studien</i> .....	47
<i>Figur 10: Flytskjema for inkluderte og ekskluderte tester i oppgavens analyser</i> .....	49
<i>Figur 11: Gjennomsnittlig sideforskjell i tåhevfunksjon</i> .....	51
<i>Figur 12: Gjennomsnittlig sideforskjell av akillessenelengden</i> .....	53

## Forkortelser

<b>ATRS</b>	Achilles tendon rupture scale. Spørreskjema som tar for seg pasientrapporterte symptomer og funksjon i dagliglivet.
<b>EMG</b>	Elektromyografisk måling.
<b>ICC</b>	Intraklasse korrelasjons koeffisient.
<b>KI</b>	Konfidensintervall.
<b>MDC</b>	Minimal detectable change.
<b>MR</b>	Magnetisk Resonanstomografi.
<b>PAS</b>	Physical activity scale. Spørreskjema som tar for pasientrapportert funksjon ved idrett og fysisk aktivitet.
<b>RSA</b>	Radiostereometrisk analyse.
<b>SD</b>	± Standardavvik.

## Vedlegg

- Vedlegg 1 Testprotokoll
- Vedlegg 2 Godkjenning REK
- Vedlegg 3 Informasjon om vedtak
- Vedlegg 4 Endringsmelding om ultralydmålinger av akillessenen i tillegg til ny prosjektarbeider; undertegnede.
- Vedlegg 5 Samtykke erklæring

## Testprotokoll Achillesstudien

### TEST DET FRISKE BENET FØRST

Testdato: \_\_\_\_\_ Testleder: \_\_\_\_\_ Testdag: 6 mnd 12 mnd

Navn(Idnummer): \_\_\_\_\_ Fødselsdato: \_\_\_\_\_

Skostørrelse: Høyde uten sko: Vekt med sko:

Skadet side: Høyre Venstre

Spørreskjema/Infopad: ATRS SF36 FAOS

VAS i hvile \_\_\_\_\_

VAS aktivitet \_\_\_\_\_

Hvilevinkel (målt med plate og digitalinklinometer . Liggende på magen med pølle under begge ben. Midten av pøllen skal ligge 13 cm fra nedre kant av lat. malleol): Høyre: \_\_\_\_\_ Venstre: \_\_\_\_\_

Silfverskiølds test oskadet side: positiv negativ

Bevegelse ankel stående (uten sko): Høyre: \_\_\_\_\_ Venstre: \_\_\_\_\_

Oppvarming: Sykkel i 10 minutter. Motstand 3-5. 60-70 rpm. 3 x 10 tåhev begge ben.

### Hinking

Instruer at de skal stusse som om de hopper hoppetau. Armene langs siden. Vekselsvis høyre/venstre ben. Gjennomfør 25 per ben.

HØYRE	1	2	VENSTRE	1	2
Frekvens			Frekvens		
Høyde			Høyde		
Spenstkvot			Spenstkvot		

### Fallhopp 1 ben

HØYRE	Kontaktid (ms)	Høyde (cm)	VENSTRE	Kontaktid (ms)	Høyde (cm)
1			1		
2			2		
3			3		

### VAS

#### UL akillesene:

Panorama		Midt		Medialt	
Høyre	Venstre	Høyre	Venstre	Høyre	Venstre

## Forskningsprosjekt

### **Behandlingsresultater hos pasienter med akillessenerupturer: En studie som sammenligner konservativ behandling med åpen og miniinvasiv kirurgi.**

Vitenskapelig tittel:

Acute Achilles tendon rupture: Open and minimally invasive surgery compared to non-operative treatment.

Prosjektbeskrivelse:

Akillessenerupturer (ASR) kan behandles både kirurgisk og ved immobilisering i gips, men det foreligger ingen enighet om hvilken behandlingsmåte som gir de beste resultatene. I Norge har man ofte anbefalt operasjon på bakgrunn av enkelte studier som viser at risikoen for ny ruptur er lavere ved kirurgisk behandling. Imidlertid har det vist seg at resultatene ved ikke-operativ behandling kan bedres ved å tillate tidlig belastning i gips eller ortose. Dette er av betydning siden operasjon kan medføre komplikasjoner i form av sårproblemer og infeksjoner, miniinvasiv operasjonsteknikk kan riktignok redusere denne risikoen. Prosjektgruppen ønsker å finne svar på hvilken metode som gir de beste behandlingsresultatene ved akillessenerupturer. De har derfor utarbeidet en multisenter prospektiv randomisert studie som sammenlikner ikke-operativ behandling med åpen og miniinvasiv kirurgi. Resultatene kan medføre et paradigmeskifte innen behandlingen av ASR. Helseopplysninger som samles inn er direkte knyttet opp mot endepunktene i studien. Hovedendepunktet ved studien er behandlingsresultatene målt ved Achilles Tendon Total Rupture Score (ATRS). Dette er et pasientrapporteringsinstrument med god reliabilitet, validitet og sensitivitet for måling av behandlingsresultatene hos pasienter med akillessenerupturer. ATRS vil kombineres med SF36 som begge registrerer subjektive behandlingsresultatene og derved gir et mål på hvor fornøyde pasientene er med behandlingen. I tillegg testes pasientens evne til dorsal og plantarfleksjon av ankelleddet samt styrke ved plantarfleksjon. Prosjektgruppen vil også måle omkretsen av leggen, noe som er et hyppig brukt endepunkt ved tilsvarende studier. Sekundært ønsker de å sammenlikne risikoen for komplikasjoner som rerupturer og sårproblemer samt registrere opplevelsen av smerte målt ved Visual Analog Scale (VAS). Alle pasienter som tilfredsstiller inklusjonskriteriene skal gis muntlig og skriftlig informasjon som redegjør det for de tre behandlingsalternativene samt risiko for komplikasjoner og forventet prognose før eventuelt samtykke innhentes. Dersom pasientene ikke ønsker og delta i studien vil de tilbys behandling med åpen kirurgisk teknikk som er standard behandlingsmetode per i dag ved de fire institusjonene som deltar i studien. Pasientene som samtykker til prosjektdeltakelse undersøkes ved behandlingsstart, etter 6 og 12 måneder. I tillegg vil pasientene komme til rutinekontroller etter 2, 5, og 8 uker samt kontroll hos fysioterapeut etter 12 uker  
(Redigert av REK)

Ref. nr.: 2012/530

Prosjektstart: 01.09.2012

Prosjektlutt: 31.08.2015

Behandlingsstatus: Godkjent

Forskningsstatus: Pågående

Prosjektleder: Ståle Myhrvold

Forskningsansvarlig(e): Akershus Universitetssykehus

Initiativtaker: Bidragsforskning

Finansieringskilder:

Det planlegges å søke om interne forskningsmidler utlyst ved Ahus i tillegg til midler fra Sophies Minde og Helse Sør-Øst.

### Vedlegg 3: Informasjon om vedtak



---

<b>Region:</b>	<b>Saksbehandler:</b>	<b>Telefon:</b>	<b>Vår dato:</b>	<b>Vår referanse:</b>
REK sør-øst	Gjøril Bergva	22845529	03.05.2012	2012/530/REK sør-øst D
			<b>Deres dato:</b>	<b>Deres referanse:</b>
			27.03.2012	

Vår referanse må oppgis ved alle henvendelser

Til Ståle Bergman Myhrvold

#### **2012/530 D Behandlingsresultater hos pasienter med akillessenerupturer: En studie som sammenligner konservativ behandling med åpen og miniinvasiv kirurgi.**

Vi viser til søknad om forhåndsgodkjenning av ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden ble behandlet av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk i møtet 12.04.2012.

**Prosjektleder:** Ståle Bergman Myhrvold  
**Forskningsansvarlig:** Akershus universitetssykehus ved øverste administrative ledelse

#### **Prosjektomtale**

*Akillessenerupturer (ASR) kan behandles både kirurgisk og ved immobilisering i gips, men det foreligger ingen enighet om hvilken behandlingsmåte som gir de beste resultatene. I Norge har man ofte anbefalt operasjon på bakgrunn av enkelte studier som viser at risikoen for ny ruptur er lavere ved kirurgisk behandling. Imidlertid har det vist seg at resultatene ved ikke-operativ behandling kan bedres ved å tillate tidlig belastning i gips eller ortose. Dette er av betydning siden operasjon kan medføre komplikasjoner i form av sårproblemer og infeksjoner, miniinvasiv operasjonsteknikk kan riktignok redusere denne risikoen.*

*Prosjektgruppen ønsker å finne svar på hvilken metode som gir de beste behandlingsresultatene ved akillessenerupturer. De har derfor utarbeidet en multisenter prospektiv randomisert studie som sammenlikner ikke-operativ behandling med åpen og miniinvasiv kirurgi. Resultatene kan medføre et paradigmeskifte innen behandlingen av ASR.*

*Helseopplysninger som samles inn er direkte knyttet opp mot endepunktene i studien.*

*Hovedendepunktet ved studien er behandlingsresultatene målt ved Achilles Tendon Total Rupture Score (ATRS). Dette er et pasientrapporteringsinstrument med god reliabilitet, validitet og sensitivitet for måling av behandlingsresultatene hos pasienter med akillessenerupturer. ATRS vil kombineres med SF36 som begge registrerer subjektive behandlingsresultatene og derved gir et mål på hvor fornøyde pasientene er med behandlingen. I tillegg testes pasientens evne til dorsal og plantarfleksjon av ankelleddet samt styrke ved plantarfleksjon. Prosjektgruppen vil også måle omkretsen av leggen, noe som er et hyppig brukt endepunkt ved tilsvarende studier. Sekundært ønsker de å sammenlikne risikoen for komplikasjoner som rerupturer og sårproblemer samt registrere opplevelsen av smerte målt ved Visual Analog Scale (VAS).*

*Alle pasienter som tilfredsstillter inklusjonskriteriene skal gis muntlig og skriftlig informasjon som redegjør det for de tre behandlingalternativene samt risiko for komplikasjoner og forventet prognose før eventuelt samtykke innhentes. Dersom pasientene ikke ønsker og delta i studien vil de tilbys behandling med åpen kirurgisk teknikk som er standard behandlingsmetode per i dag ved de fire institusjonene som deltar i studien.*

---

<b>Besøksadresse:</b> Gullhaug torg 4A, Nydalen, 0484 Oslo	<b>Telefon:</b> 22845511 <b>E-post:</b> post@helseforskning.etikkom.no <b>Web:</b> http://helseforskning.etikkom.no/	All post og e-post som inngår i saksbehandlingen, bes adressert til REK sør-øst og ikke til enkelte personer	Kindly address all mail and e-mails to the Regional Ethics Committee, REK sør-øst, not to individual staff
--	--	--	--

*Vedlegg 4: Endringsmelding for ultralydmålinger og prosjektmedarbeider; undertegnede*



Region:  
REK sør-øst

Saksbehandler:  
Leena Heinonen

Vår dato:  
07.06.2016

Vår referanse:  
2012/530  
REK sør-øst D

Deres dato:  
25.05.2016

Deres referanse:

Vår referanse må oppgis ved alle henvendelser

Ståle Bergman Myhrvold

Akershus universitetssykehus HF

**2012/530 Behandlingsresultater hos pasienter med akillessenerupturer: En studie som sammenligner konservativ behandling med åpen og miniinvasiv kirurgi.**

**Forskningsansvarlig:** Akershus universitetssykehus HF, Oslo universitetssykehus HF, Sykehuset Østfold, Vestre Viken HF

**Prosjektleder:** Ståle Bergman Myhrvold

Vi viser til søknad om prosjektendring datert 25.05.2016 for ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden er behandlet av leder for REK sør-øst D på fullmakt, med hjemmel i helseforskningsloven § 11.

Endringene innebærer:

-Ny prosjektmedarbeider som angitt

-Innhenting av nye data fra samme utvalgsgrupper. Måling av senelengden ved hjelp av ultralyd på frisk og skadet side hos pasienter som har gjennomgått akillesseneruptur.

**Vurdering**

REK har vurdert de omsøkte endringene, og har ingen forskningsetiske innvendinger til endringene slik de er beskrevet i skjema for prosjektendring.

**Vedtak**

REK godkjenner prosjektet slik det nå foreligger, jfr. helseforskningsloven § 11, annet ledd.

Godkjenningen er gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknad, endringssøknad, oppdatert protokoll og de bestemmelser som følger av helseforskningsloven med forskrifter.

**Klageadgang**

REKs vedtak kan påklages, jf. forvaltningslovens § 28 flg. Eventuell klage sendes til REK sør-øst D.

Klagefristen er tre uker fra du mottar dette brevet. Dersom vedtaket opprettholdes av REK sør-øst D, sendes klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag for endelig vurdering.

Vi ber om at alle henvendelser sendes inn på korrekt skjema via vår saksportal:

<http://helseforskning.etikkom.no>. Dersom det ikke finnes passende skjema kan henvendelsen rettes på e-post til: [post@helseforskning.etikkom.no](mailto:post@helseforskning.etikkom.no).

Vennligst oppgi vårt referansenummer i korrespondansen.

Besøksadresse:  
Gullhaugveien 1-3, 0484 Oslo

Telefon: 22845511  
E-post: [post@helseforskning.etikkom.no](mailto:post@helseforskning.etikkom.no)  
Web: <http://helseforskning.etikkom.no/>

All post og e-post som inngår i saksbehandlingen, bes adressert til REK sør-øst og ikke til enkelte personer

Kindly address all mail and e-mails to the Regional Ethics Committee, REK sør-øst, not to individual staff



## Samtykke til deltakelse i studien

Avrivninger av akillessenen– en studie som sammenlikner behandling uten operasjon med behandling med åpen og mini-åpen kirurgi

Jeg er villig til å delta i studien

-----  
(Signatur prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien og at pasienten har fått skjemaet "samtykke til deltakelse i studien".

-----  
(Signatur lege ansvarlig for inklusjon, dato)





