



Afstuderen

Het effect van sarcopenie en
training op de spiergeometrie van
de m. vastus lateralis.

*Opleiding Bewegingstechnologie,
Haagse Hogeschool*

Jolijn Brummelkamp - 10048928

Lianne Giesbertz - 10005218

18 juni 2014



Afstuderen

Het effect van sarcopenie en training op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis.

*Opleiding Bewegingstechnologie,
Haagse Hogeschool*

Jolijn Brummelkamp - 10048928

Lianne Giesbertz - 10005218

18 juni 2014

Afstudeerbegeleiders

Herre Faber & Daphne Wezenberg

Voorwoord

Wij, Jolijn Brummelkamp en Lianne Giesbertz, zijn studenten Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool. Deze thesis is geschreven naar aanleiding van de zestien-weeken durende afstudeerperiode vanuit onze opleiding. De opdracht voor dit onderzoek komt vanuit de Vrije Universiteit Amsterdam, faculteit Bewegingswetenschappen. Wij zijn beide geïnteresseerd in het vakgebied anatomie, waar wij ons verder in willen ontwikkelen. Deze opdracht heeft met dit vakgebied te maken.

Tijdens de afstudeerperiode hebben we veel hulp en steun gekregen van meerdere personen. Wij willen iedereen bedanken die aan dit afstudeerverslag hebben bijgedragen. Ten eerste onze afstudeerbegeleiders vanuit de Haagse Hogeschool, Herre Faber en Daphne Wezenberg; voor het begeleiden, de aanvullingen en het verbeteren van deze thesis. Daarnaast bedanken wij Henk Schutte en Richard Jaspers vanuit de Vrije Universiteit Amsterdam voor de begeleiding en voor het samenstellen van deze opdracht. Tenslotte willen wij de medewerkers van de snijzaal van de Vrije Universiteit in Amsterdam bedanken voor de behulpzaamheid tijdens onze aanwezigheid.

Den Haag, 18 juni 2014

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inhoudsopgave	4
Samenvatting	5
Verklarende woordenlijst	6
Afkortingen	6
1. Inleiding	7
2. Onderzoeksmethode	9
2.1. <i>Methode literatuuronderzoek</i>	9
2.1.1. <i>Morfologie van de m. vastus lateralis</i>	9
2.1.2. <i>Literatuuronderzoek</i>	11
2.1.2.1. <i>De systematische methode</i>	11
2.2. <i>Parallellogrammodellen, effecten van sarcopenie</i>	12
3. Resultaten	13
3.1. <i>Resultaten – Morfologie van de m. vastus lateralis</i>	13
3.2. <i>Resultaten – Literatuuronderzoek</i>	14
3.2.1. <i>Veroudering</i>	14
3.2.1.1. <i>Effecten van veroudering</i>	14
3.2.1.2. <i>Effecten door inactiviteit</i>	16
3.2.1.3. <i>Krachtvermindering door inactiviteit of veroudering op zich?</i>	18
3.2.1.4. <i>Effect van activiteit op sarcopenie</i>	18
3.2.2. <i>Training</i>	18
3.2.2.1. <i>Spijkracht</i>	19
3.2.2.2. <i>Effecten van training tijdens veroudering</i>	19
3.2.2.3. <i>Excentrische training of concentrische training?</i>	20
3.2.2.4. <i>Trainingsduur</i>	20
3.2.2.5. <i>Effecten van training op de spiergeometrie tijdens veroudering</i>	21
3.3. <i>Parallellogrammodellen, effecten van sarcopenie</i>	23
3.3.1. <i>Afname fysiologische dwarsdoorsnede</i>	23
3.3.2. <i>Afname fascikellengte</i>	24
4. Discussie	25
4.1. <i>Morfologie van de m. vastus lateralis</i>	25
4.2. <i>Literatuuronderzoek</i>	25
4.3. <i>Parallellogrammodellen, effecten van sarcopenie</i>	30
5. Conclusie	30
Literatuurlijst	31
Bijlagen	34
Bijlage I <i>Parallellogrammodel, effecten van sarcopenie</i>	34
BI.1. <i>Afname fysiologische dwarsdoorsnede</i>	34
BI.2. <i>Afname fascikellengte</i>	36
Bijlage II <i>Zoektermen</i>	39
Bijlage III <i>Afstudeerleerdoelen</i>	53
BIII.1. <i>Reflectieverslag Lianne</i>	53
BIII.2. <i>Reflectieverslag Jolijn</i>	55

Samenvatting

DOELSTELLING. In deze literatuurstudie worden de effecten van sarcopenie en training op de spiergeometrie van de musculus vastus lateralis (m. vastus lateralis) onderzocht. Het doel is om een review te schrijven van bestaande artikelen om zo te onderzoeken wat het effect is van sarcopenie en training op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis.

METHODE. Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn er twee onderzoeksmethoden verricht. Het is van belang om de spiergeometrie van de m. vastus lateralis volledig te begrijpen voordat het literatuuronderzoek wordt uitgevoerd. Om deze reden is er een parallellogrammodel opgesteld van de m. vastus lateralis. Na het opstellen van het parallellogrammodel wordt er een literatuurstudie uitgevoerd om inzicht te krijgen in de veranderingen van de spiergeometrie tijdens sarcopenie en door training. Tijdens het literatuuronderzoek wordt er gebruik gemaakt van de systematische methode. Na de literatuurstudie is het mogelijk om de gevonden veranderingen van de spiergeometrie tijdens sarcopenie en door training weer te geven aan de hand van een parallellogrammodel. Hierdoor is het mogelijk om de resultaten uit de literatuurstudie te vergelijken met de aanpassingen die gevonden zijn aan de hand van de modellen.

RESULTATEN. De resultaten uit dit onderzoek zijn een parallellogrammodel van de m. vastus lateralis, de effecten die sarcopenie en training hebben op de spiergeometrie en parallellogrammodellen waar de effecten op de spiergeometrie zichtbaar zijn en worden vergeleken met de resultaten uit de literatuurstudie. Het is duidelijk dat sarcopenie, en het daaraan gelieerde verlies aan spiermassa als gevolg van veroudering ervoor zorgt dat de waardes van de morfologische parameters van de spiergeometrie afnemen. Door training is het mogelijk om dit tegen te werken.

CONCLUSIE. Er is gebleken dat de waardes van de morfologische parameters van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis bij sarcopenie afnemen en bij training doen toenemen. Daarnaast is er gebleken dat ouderen met sarcopenie de ontstane atrofie kunnen doen verminderen door middel van training.

Verklarende woordenlijst

Anatomische dwarsdoorsnede – De doorsnede loodrecht op de longitudinale as van de spier in het transversale vlak, in vierkante centimeter.

Atrofie – Vermindering van spiermassa.

Fascikel – Een spiervezel, heeft een aanhechting op de diepe- en superficiale aponeurose.

Fascikel lengte – De lengte van een fascikel in centimeter.

Fysiologische dwarsdoorsnede – De doorsnede loodrecht op het fascikel verloop, in vierkante centimeter.

Morfologische parameters – De parameters van de spiergeometrie.

Parallellogrammodellen – Worden gebruikt als tweedimensionale spiermodellen.

Pennate hoek – De kleinste hoek tussen de aponeurose en de fascikel in graden.

Sarcopenie – Verlies van spiermassa als gevolg van veroudering, het is geen aandoening.

Spierbuik – Deel van de spier zonder pezen, welke kan contraheren.

Spierdikte – De diepte van de spier, deze kan variëren op verschillende plaatsen in de spier, in centimeter.

Spiergeometrie – Enkele parameters welke de architectuur van de spier bepalen, namelijk: de dwarsdoorsnedes (fysiologisch en anatomisch) en de oriëntatie van de fascikels, de lengtes en pennate hoeken.

Spierpeescomplex – Bestaande uit een spierbuik en een oorsprongs- en insertiepees.

Spiervolume – Volume van de spier, in kubieke centimeter.

Unipennaat – Een gevederde spier, een spier waarbij de fascikels schuin aanhechten aan de pees.

Afkortingen

ADD	– Anatomische dwarsdoorsnede
CC	– Centrale compartiment
CT	– Concentrische training
DDC	– Diepe distale compartiment
DPC	– Diepe proximale compartiment
ET	– Excentrische training
FDD	– Fysiologische dwarsdoorsnede
FL	– Fascikel lengte
m.	– Musculus
PH	– Pennate hoek
RT	– Resistance training
SPC	– Superficiale proximale compartiment
SPD	– Spierdikte
SPV	– Spiervolume
ST	– Strength training

1. Inleiding

Gezien de vergrijzing is het begrijpelijk dat er veel aandacht is voor de bewegingsproblematiek van ouderen. Vergrijzing gaat gepaard met een verscheidenheid aan chronische aandoeningen, zoals diabetes, hartfalen en artritis. Het aantal chronische aandoeningen zijn in de periode van 2004 – 2011 met 12% toegenomen (Gijsen et al., 2014). Tegenwoordig zijn de behandelingen voor deze chronische aandoeningen effectiever. De levensverwachting van de bevolking neemt toe, waardoor ook de vergrijzing toeneemt (Gijsen et al., 2014). Er wordt in België verwacht dat het aantal ouderen boven de tachtig jaar met vijf procent gaat toenemen, in de periode van 2010 – 2050 (Bautmans et al., 2009). Met deze verwachte toenames is het van groot belang om meer inzicht te verkrijgen in het verouderingsproces.

Veroudering wordt geassocieerd met een afname van het spiervolume, de spierkracht (Esmarck et al., 2001), de spiermassa en het bot (Taaffe & Marcus, 2000). Deze afname beïnvloedt het dagelijkse leven van ouderen. De kwaliteit van het leven en de zelfstandigheid van ouderen neemt af, de mobiliteit verslechtert en het risico op valincidenten neemt toe (Sakuma et al., 2014; Taaffe & Marcus, 2000).

Sarcopenie is een term waarmee spiermassa vermindering wordt aangeduid als gevolg van veroudering (Narici et al., 2008; Sakuma et al., 2014; Taaffe & Marcus, 2000). Het is een significant gezondheidsprobleem dat de helft van de oudere populatie treft (DeRuisseau et al., 2013). In het onderzoek van Marcell et al. (2014) wordt beschreven dat meer dan de helft van de ouderen (>80 jaar) genoeg spiermassa heeft verloren, dat het beschouwd kan worden als sarcopenie. Sarcopenie, en het daaraan gelieerde verlies aan spiermassa, gaat gepaard met spierkracht vermindering (Taaffe & Marcus, 2000; Sakuma et al., 2014). De vermindering van spiermassa en spierkracht hebben een ingrijpende invloed op het basaal metabolisme van de mens, deze wordt lager, waardoor de energiebalans wordt verstoord.

De spiermassa van ouderen is over het algemeen minder in de onderste extremiteit dan bij jongeren. Vermindering van de spiermassa, ook wel atrofie genoemd (Sakuma et al., 2014), en krachtsverlies blijken het grootst te zijn in de extensoren van de onderste ledematen (Hortobagyi et al., 2000). De extensoren van de knie, de m. quadriceps femoris, is de belangrijkste spiergroep die er onder andere voor zorgt dat we kunnen lopen. De m. quadriceps femoris is de grootste en sterkste extensor van het lichaam en bestaat uit vier gedeelten: de m. rectus femoris, de m. vastus lateralis, de m. vastus medialis en de m. vastus intermedialis. De m. vastus lateralis is de grootste spier van de m. quadriceps femoris (Lohman, 2008; Vieira, 2011). Krachtverlies van deze spier heeft nadelige gevolgen in het dagelijkse leven. De m. vastus lateralis is bij ouderen (83.2 ± 6.2 jaar, 13.9 ± 4.03 mm) significant dunner dan bij jongeren (19.8 ± 0.8 jaar, 22.0 ± 3.25 mm) (Ikezoe et al., 2011).

Om meer inzicht te verkrijgen in de veranderingen van de m. vastus lateralis tijdens het verouderingsproces, is het van belang om de spiergeometrie van deze spier te begrijpen. Onder spiergeometrie verstaat men de morfologische parameters welke de architectuur van de spier bepalen, namelijk: de dwarsdoorsnedes (fysiologisch en anatomisch) en de oriëntatie van de fascikels, de lengtes en hoeken (de pennate hoek) (Linden et al., 1998a). Veel onderzoeken beschrijven de veranderingen van de spiergeometrie als gevolg van sarcopenie. Daarnaast zijn er ook onderzoekers die de veranderingen van de spiergeometrie van ouderen bepalen door jongeren enkele weken te immobiliseren (Kawakami et al., 2001; Suetta et al., 2009). Deze onderzoekers verwachten een vergelijkbaar resultaat bij het immobiliseren, als bij het verouderingsproces.

Daarnaast wordt er veel onderzoek gedaan naar sarcopenie in combinatie met training. In deze onderzoeken wordt gesproken over het effect van training op de spiergeometrie tijdens veroudering. Er wordt echter niet gesproken hoe en waarom het effect van veroudering en training op de spiergeometrie plaatsvindt (Blazevich et al., 2007). Wel is er vastgesteld dat tijdens veroudering de waardes van de morfologische parameters van de spiergeometrie afnemen (Bautmans et al., 2009; Suetta et al., 2009). Daarnaast is er bekend dat spieren kunnen adapteren aan de functionele behoeftes van het lichaam (D'Antona et al., 2006). Een van die adaptaties is die van de spiergeometrie, welke adapteert aan de krachttraining die uitgevoerd wordt.

De m. vastus lateralis is een complexe (Becker et al., 2010) en unipennate spier (Becker et al., 2010; D'Antona et al., 2006). Becker et al. (2010) hebben naar aanleiding van deze complexiteit een anatomische studie gedaan naar deze spier. De m. vastus lateralis is door de onderzoekers onderverdeeld in vier compartimenten, het centrale compartiment, het superficiale proximale compartiment, het diepe proximale compartiment en het diepe distale compartiment. De fysiologische dwarsdoorsnedes, de fascikellengtes en de pennate hoeken zijn per compartiment bepaald. De verhoudingen hoe deze compartimenten ten opzichte van elkaar liggen in de spierbuik is echter onbekend. Daarnaast hebben Becker et al. (2010) niet vermeld hoe de fascikel richting van de m. vastus lateralis loopt. Dit is wel bekend uit het onderzoek van D'Antona et al. (2006) en verloopt van dorsodistaal naar ventroproximaal. In het onderzoek van Senaratne et al. (2014) is de fascikel richting van de m. vastus lateralis onderzocht bij dieren. In dit onderzoek loopt de fascikel richting echter van dorsoproximaal naar ventrodistaal. Door deze verschillen is het noodzakelijk om nogmaals de fascikel richting te bepalen.

Tegenwoordig worden spieren beschreven door middel van tweedimensionale spiermodellen. Deze parallellogrammodellen worden gebruikt om de spiergeometrie en veranderingen hiervan te verduidelijken (D'Antona et al., 2006). Momenteel zijn er versimpelde modellen bekend van de m. vastus lateralis als geheel (D'Antona et al., 2006). De spiergeometrie van de compartimenten van de m. vastus lateralis is echter nog niet verduidelijkt met een tweedimensionaal parallellogrammodel.

Het effect van sarcopenie op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis is niet direct te bepalen. Een model kan verduidelijken wat de invloeden zijn op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis tijdens sarcopenie en training. Dit onderzoek stelt een tweedimensionaal parallellogrammodel op van de m. vastus lateralis, welke zich richt op de vier compartimenten van deze spier. Het parallellogrammodel van de m. vastus lateralis is de eerste stap om een goed beeld te verkrijgen van de spier. Wanneer dit duidelijk is, kan dit toegepast worden tijdens het literatuuronderzoek naar de veranderingen van de spiergeometrie tijdens sarcopenie en door training. De conclusies die getrokken worden uit het literatuuronderzoek kunnen gevalideerd worden met een parallellogrammodel.

Wanneer er aangetoond kan worden dat de spiergeometrie verandert door krachttraining tijdens veroudering, is er een vernieuwd inzicht om in het vervolg onderzoek te doen naar de methode om sarcopenie te verminderen of zelfs te voorkómen.

Het doel van dit literatuuronderzoek is om een review te schrijven van bestaande artikelen en zo te onderzoeken wat het effect is van sarcopenie en training op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis.

De verwachting is dat de morfologische parameters van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis veranderen tijdens veroudering en ook na training. Deze verwachting is gebaseerd op de onderzoeken van Bautmans et al. (2009) en Suetta et al. (2009). Daarnaast wordt er verwacht dat door training het optreden van sarcopenie verminderd kan worden (D'Antona et al., 2006).

2. Onderzoeksmethode

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden worden er in dit onderzoek twee verschillende onderzoeksmethoden verricht, waarbij de nadruk gelegd wordt op het literatuuronderzoek. Om het literatuuronderzoek uit te voeren, is het van belang de spiergeometrie van de m. vastus lateralis te begrijpen. Allereerst wordt er een parallellogrammodel opgesteld. Het parallellogrammodel van de onderzochte spier is de eerste stap om een goed beeld te verkrijgen van de spier. Na deze verduidelijking wordt dit model toegepast tijdens het literatuuronderzoek naar de veranderingen van de spiergeometrie tijdens sarcopenie en door training.

2.1. Methode literatuuronderzoek

2.1.1. Morfologie van de m. vastus lateralis

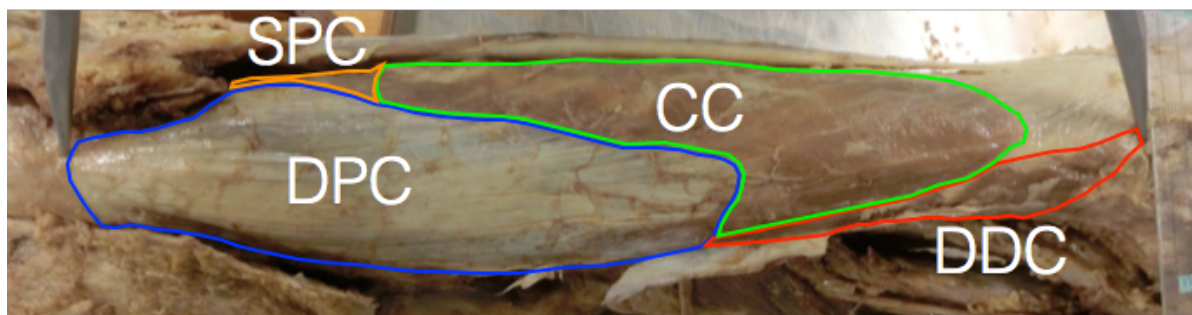
Materialen en methode

In de snijzaal aan de Vrije Universiteit Amsterdam is een onderzoek gedaan om de lengtes van en de verhoudingen tussen de vier compartimenten van de m. vastus lateralis te bepalen. Voor dit onderzoek is één preparaat beschikbaar gesteld van het vrouwelijke geslacht; lichaamslengte: 160,7 cm, totale beenlengte (trochanter major tot laterale malleolus): 79,6 cm en bovenbeenlengte (van trochanter major tot epicondylus lateralis): 37,9 cm.

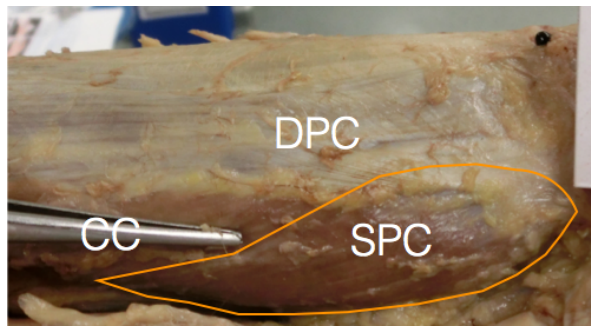
Daarnaast is er gebruik gemaakt van een camera (Casio HS EX-ZR1000), een liniaal, een geodriehoek, een nanometer, naalden en ImageJ, een softwareprogramma waarmee schaalmetingen uitgevoerd kunnen worden op de verkregen foto's. Dit softwareprogramma wordt ook gebruikt in het onderzoek van Randhawa & Wakeling (2013) en Reeves et al. (2009) om de fascikellengte, pennate hoek en spierdikte te bepalen uit een foto.

Om de vier compartimenten, gedefinieerd door Becker et al. (2010), van de m. vastus lateralis te verwerken in het parallellogrammodel, worden de lengtes van elk compartiment bepaald in vitro. De ligging van de compartimenten ten opzichte van elkaar kan vervolgens worden bepaald, zie figuur 2.1a t/m e voor de ligging van de compartimenten.

Van ieder compartiment zijn foto's gemaakt met een nanometer of een geodriehoek in beeld, om per foto de schaal te bepalen. Deze afbeeldingen worden geanalyseerd aan de hand van het softwareprogramma ImageJ. In dit programma wordt de lengte van elk compartiment met de hand gemeten. Op het oog wordt gekeken waar de compartimenten beginnen en eindigen. Het begin en eindpunt per compartiment is niet duidelijk zichtbaar op het preparaat, waardoor er per meting een foutmarge kan zitten in de lengtemeting. Om deze reden zijn er van elk compartiment twee foto's geanalyseerd. Iedere foto is door twee onderzoekers vijfmaal geanalyseerd, waardoor er tien metingen zijn uitgevoerd per foto.



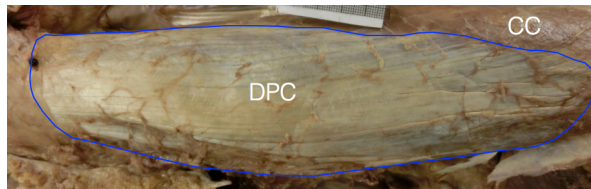
2.1a.



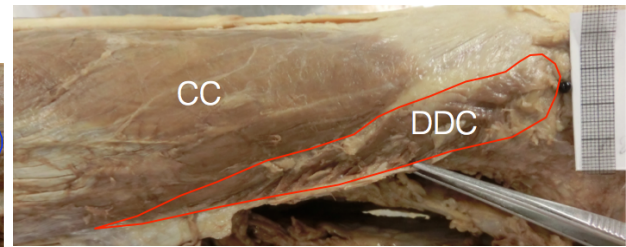
2.1b.



2.1c.



2.1d.

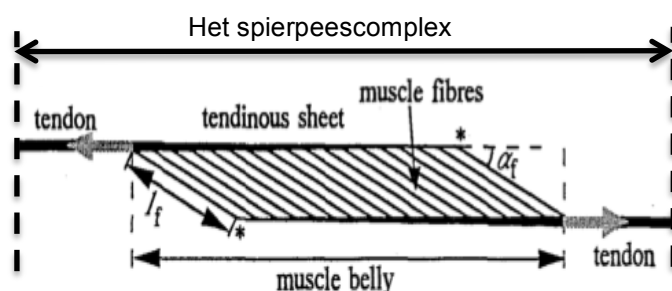


2.1e.

Figuur 2.1. De compartimenten van de m. vastus lateralis zijn hier weergegeven. Figuur 2.1a geeft de gehele m. vastus lateralis weer met de vier compartimenten. Dit is een laterale weergave van het rechterbeen, links is proximaal en rechts is distaal. Aan het proximale uiteinde van de diepe proximale compartiment (DPC) ligt de trochanter major. Aan de distale uiteinde van de diepe distale compartiment (DDC) ligt de laterale zijde van de patella. In figuur 2.1b is de superficiale proximale compartiment (SPC) weergegeven. Dit is een mediale weergave, rechts is proximaal en links is distaal. Ventraal ligt de DPC en distaal gelegen de CC. In figuur 2.1c is het centrale compartiment weergegeven, welke te zien is als de oppervlakkige spierbuik van de m. vastus lateralis, hierbij is links proximaal en rechts distaal, en het is een laterale weergave. In 2.1d is de diepe proximale compartiment (DPC) zichtbaar, een laterale weergave waarbij links proximaal is en rechts distaal. De DPC is onder de aponeurose gelegen. Op het preparaat wordt deze peesplaat gebruikt om de DPC weer te geven. En tot slot is in figuur 2.1e de diepe distale compartiment (DDC) weergegeven. Deze loopt gedeeltelijk onder de CP door.

Zoals beschreven varieert de fascikel richting van de m. vastus lateralis in verschillende onderzoeken, om deze reden dient deze nogmaals onderzocht te worden. Er wordt een lengtedoorsnede gemaakt in het midden van de onderzochte spier, de fascikel richting is zichtbaar en kan worden bepaald. Vervolgens wordt hier een foto van gemaakt, welke is weergegeven in de resultaten. Hieruit is op te maken hoe de fascikels in de m. vastus lateralis lopen.

Hoe het parallellogrammodel getekend dient te worden is bepaald uit het artikel van Leeuwen en Spoor (1996) en Maganaris (2004), zie figuur 2.2.



Figuur 2.2. Een parallellogrammodel van een unipennate spier, welke lijkt op de m. vastus lateralis. Dit figuur is naar Leeuwen en Spoor (1996).

2.1.2. Literatuuronderzoek

Na het opstellen van het parallellogrammodel is het duidelijk geworden hoe de spiergeometrie van de m. vastus lateralis eruit ziet. Tijdens het literatuuronderzoek wordt inzicht verkregen in de veranderingen van de spiergeometrie tijdens sarcopenie en door training. Deze veranderingen op de spiergeometrie kunnen naderhand met een parallellogrammodel van de m. vastus lateralis weergegeven worden. Het literatuuronderzoek wordt uitgevoerd door de systematische methode.

2.1.2.1. De systematische methode

Met de systematische methode wordt naar literatuur gezocht aan de hand van zoektermen over het onderzoeksonderwerp. Voor het verkrijgen van literatuur is er in dit onderzoek gebruik gemaakt van verschillende databases, namelijk ScienceDirect, Pubmed, Medline, Wiley Online Library en SpringerLink. In deze databases worden specifieke zoektermen gebruikt om de onderzoeksvraag te beantwoorden, namelijk:

- "Muscle architecture" AND elderly
- Sarcopenia AND elderly AND atrophy AND muscle
- Aging AND eccentric AND fascicle AND architecture
- "Skeletal muscle" AND training AND "muscle architecture" AND elderly
- "Effects of strength" AND training AND muscle fibers
- "Resistance exercise" AND older adults AND Reliability
- Training architecture "vastus lateralis"
- Strength training "vastus lateralis" fascikel elderly

Per zoekterm wordt gekeken of deze artikelen in de verschillende databases vóórkomen. Vervolgens wordt er gekeken of de verkregen literatuur relevant is naar aanleiding van de titel. Het aantal relevante literatuur wordt genoteerd per database, hierna wordt de dubbel verkregen literatuur eruit gehaald, zie bijlage II.

De verkregen literatuur wordt vervolgens geselecteerd op relevantie. Hierbij wordt de inhoud van de samenvatting uitvoerig gelezen. Daarbij wordt er gekeken of de inhoud van de samenvatting relevante informatie bevat voor het onderzoek, hierbij is de spiergeometrie tijdens sarcopenie en door training van groot belang. De samenvattingen van de artikelen worden beoordeeld op het volgende; het artikel dient over het verouderingsproces te gaan of een vergelijkbaar proces bij jongeren, zoals immobilisatie. Daarnaast is het noodzakelijk dat de artikelen de spiergeometrie onderzoeken bij ouderen, of een vergelijkbaar proces bij jongeren. Ook is de m. vastus lateralis erg belangrijk bij het beoordelen van de artikelen. Ook dienen de artikelen over de veranderingen van de spiergeometrie door training alleen met ouderen en over de m. vastus lateralis uitgevoerd te zijn.

Na het selecteren van de literatuur op relevantie, blijven de meest relevante artikelen over, hierdoor wordt de informatie steeds verder afgebakend. Vervolgens wordt de sneeuwbalmethode toegepast. Met de sneeuwbalmethode wordt de referentielijst van de overgebleven artikelen onderzocht naar andere relevante literatuur. Dit resulteert in nieuwe artikelen of dubbele artikelen. De dubbele artikelen worden eruit gehaald. Uit de overgebleven artikelen wordt in de inhoud gekeken of deze ook daadwerkelijk gebruikt kunnen worden en relevant zijn om de onderzoeksvraag te beantwoorden.

2.2. Parallellogrammodellen, effecten van sarcopenie

Om de resultaten van de verschillende literatuuronderzoeken te controleren worden er parallellogrammodellen van een unipennate spier gemaakt. Hier worden de effecten van veroudering op toegepast om zo te kijken wat er moet veranderen in de spiergeometrie. De conclusies van deze parallellogrammodellen worden vergeleken met de resultaten van de verschillende literatuuronderzoeken.

Er wordt gekeken naar de aanpassingen die nodig zijn in een unipennate spier, waarbij:

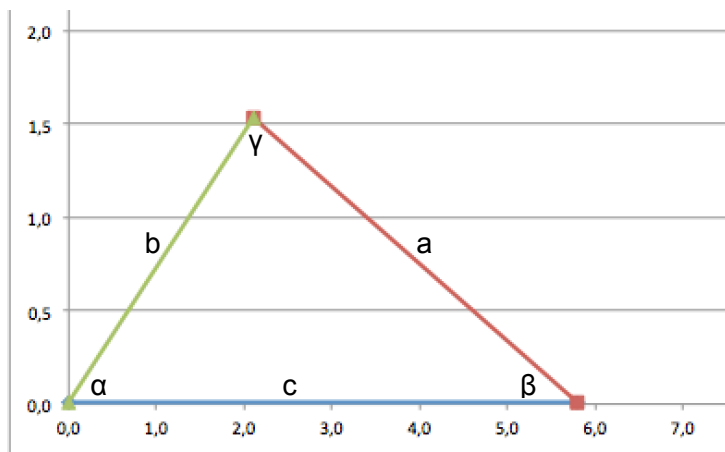
- De origo- en insertiepees onder een hoek met de aponeurose staan;
- De origo- en insertiepees doorlopen in de aponeurose, zoals bij de m. vastus lateralis het geval is

wanneer:

- De fysiologische dwarsdoorsnede afneemt, verlies van sarcomeren die parallel met elkaar staan;
- De fascikellengte afneemt, verlies van sarcomeren die in serie met elkaar staan.

Aangezien niet alle literatuuronderzoeken de effecten van veroudering op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis hebben onderzocht, wordt er ook een parallellogrammodel gebruikt waarbij de aponeurose en pees wel onder een hoek staan. Zo wordt duidelijk of de veranderingen in de spiergeometrie hierdoor van elkaar verschillen.

Aan de hand van de cosinusregel en de driehoek (bovenste helft van een parallellogrammodel) van figuur 2.3, kunnen de verschillende parameters en hoeken berekend worden, zie bijlage I.



$$\begin{aligned}
 a^2 &= b^2 + c^2 - 2bc * \cos \alpha \\
 b^2 &= c^2 + a^2 - 2ca * \cos \beta \\
 c^2 &= a^2 + b^2 - 2ab * \cos \gamma
 \end{aligned}$$

Figuur 2.3
 Bovenste helft van een parallellogrammodel
 a = fascikel
 b = aponeurose
 c = verbindingslijn tussen de aponeurose en de fascikel

Cosinusregel

3. Resultaten

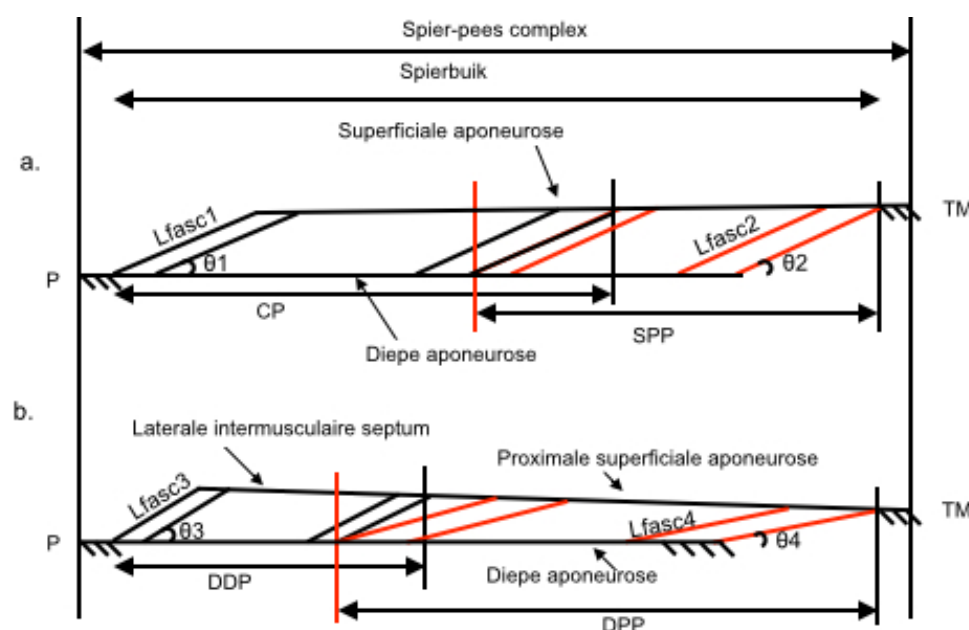
3.1. Resultaten – Morfologie van de m. vastus lateralis

In figuur 3.1 is het verloop van de fascikel richting weergegeven, namelijk van dorsodistaal naar ventroproximaal, dit blijkt ook uit het onderzoek van D'Antona et al. (2006).



Figuur 3.1. Dit is een lengtedoorsnede van de m. vastus lateralis in het midden van de spier. Deze foto is dwars genomen op de helft van de totale lengte van de onderzochte spier (100% van de spier is genomen vanaf de trochanter major naar de epicondylus lateralis). De fascikel loopt van de diepe aponeurose naar ventroproximaal.

Het centrale compartiment en het superficiale proximale compartiment zijn twee oppervlakkige compartimenten die aan de mediale zijde van de m. vastus lateralis liggen. Tijdens het snijzaal onderzoek is geconstateerd dat het centrale compartiment en superficiale proximale compartiment in elkaars verlengde liggen, weergegeven in figuur 3.2a. Hetzelfde geldt voor het diepe distale compartiment en diepe proximale compartiment, deze compartimenten van de m. vastus lateralis zijn dorsolateraal gelegen. Ook deze compartimenten lopen in elkaars verlengde, weergegeven in figuur 3.2b.



Figuur 3.2. Parallellogrammodel van de m. vastus lateralis op basis van Becker et al. (2010) en dit onderzoek. Hierbij is de patella weergegeven met P en de trochanter major weergegeven met TM.

3.2a: Mediale zijde m. vastus lateralis met CP en SPP

3.2b: Laterale zijde m. vastus lateralis met DDP en DPP

Lfasc1: fascikellengte CP

θ1: pennate hoek CP

Lfasc2: fascikellengte SPP

θ2: pennate hoek SPP

Lfasc3: fascikellengte DDP

θ3: pennate hoek DDP

Lfasc4: fascikellengte DPP

θ4: pennate hoek DPP

3.2. Resultaten – Literatuuronderzoek

In dit literatuuronderzoek wordt allereerst het effect van sarcopenie op de spiergeometrie van onder andere de m. vastus lateralis onderzocht. Vervolgens het effect van training op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis. De resultaten van het aantal daadwerkelijk gebruikte artikelen per zoekterm staat weergegeven in tabel 3.1. Hoe de zoektocht is verlopen naar deze daadwerkelijk gebruikte artikelen staat in bijlage II uitgebreid weergegeven. Hierin staat per zoekterm het aantal gevonden artikelen, welke na het lezen van de samenvatting overbleven en waar er in de referentielijst werd gekeken naar andere relevante artikelen. Van de 103 literatuuronderzoeken die gevonden werden, zijn slechts 32 op relevantie geselecteerd voor dit literatuuronderzoek.

Tabel 3.1. De resultaten van het aantal daadwerkelijke gebruikte artikelen per zoekterm.

Zoektermen	Aantal daadwerkelijk gebruikt
"Muscle architecture" AND elderly	15
Sarcopenia AND elderly AND atrophy AND muscle	7
Aging AND eccentric AND fascicle AND architecture	16
"Skeletal muscle" AND training AND "muscle architecture" AND elderly	17
"Effects of strength" AND training AND muscle fibers	7
"Resistance exercise" AND older adults AND Reliability	3
Training architecture "vastus lateralis"	13
Strength training "vastus lateralis" fascikel elderly	3
Het totaal aantal daadwerkelijk gebruikte artikelen (minus het aantal dubbele van alle zoektermen bij elkaar)	32

3.2.1. Veroudering

Veroudering gaat gepaard met een verlies van mobiliteit en dus een achteruitgang in de kwaliteit van het dagelijkse leven. Het verlies van mobiliteit is voor een groot gedeelte te wijten aan de afname van spiermassa, genaamd sarcopenie (Narici et al., 2008).

3.2.1.1. Effecten van veroudering

Er zijn een aantal effecten die tijdens het verouderingsproces invloed hebben op de skeletspieren. Hierdoor vindt er sarcopenie plaats, dit is de hoofdoorzaak van spierzwakte op oudere leeftijd (Narici et al., 2008). De veranderingen die gepaard gaan met sarcopenie zijn:

- Verlies van motoneuronen, hierdoor neemt het aantal fascikels aanzienlijk af (Narici et al., 2008).
- Afname van de specifieke spanning van een enkele fascikel (Narici et al., 2003 ; Narici et al., 2008).
- Verminderde agonist en verhoogde antagonist activiteit, er is een verhoging in de co-activatie van antagonist (Narici et al., 2003 ; Narici et al., 2008).
- Afname in het vermogen om motorunits te activeren (Narici et al., 2003).
- Veranderingen van de spiergeometrie.

Spiergeometrie

De verandering van de spiergeometrie tijdens veroudering is verantwoordelijk voor vijftig procent verlies in spierkracht (Narici et al., 2008). In de literatuur bestaat consensus over het feit dat veroudering een groot effect heeft op de spiergeometrie. Er wordt gekeken naar veranderingen van de volgende parameters tijdens veroudering: het spiervolume, de fysiologische dwarsdoorsnede, de fascikellengte, de pennate hoek, de spierdikte en de anatomische dwarsdoorsnede. Niet al deze parameters zijn in elk artikel onderzocht.

In tabel 3.2 is te zien welke parameters in welk onderzoek onderzocht zijn en of deze toeneemt, afneemt of gelijk blijft tijdens veroudering.

Tabel 3.2. Veranderingen van de spiergeometrie bij ouderen uit verschillende literatuuronderzoeken.

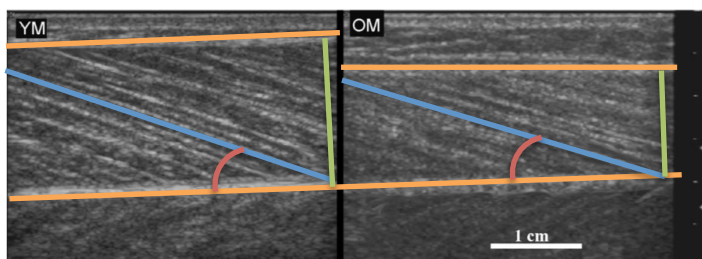
Afname: <, toename: >, gelijk gebleven: =.

Veranderingen spiergeometrie bij ouderen						
Onderzoek	spier-volume	fysiologische dwars-doorsnede	fascikel-lengte	pennate hoek	spier dikte	anatomische dwars-doorsnede
Bleakney and Maffulli (2002)			<	<		
Kawakami et al. (2001)		<		=		
Kubo et al. (2003)			=	<	<	
Morse et al. (2005)	<	<	<	<		
Narici et al. (2003)	<	<	<	<		<
Narici et al. (2008)	<		<	<		
Narici and Cerretelli (1998)			<	<		<
Power et al. (2013)			<	<		
Randhawa et al. (2013)	<		<	<	<	
Suetta et al. (2009)	<	<	<	<		

In welke mate het spiervolume afneemt, hangt af van het gecombineerde effect van de afname in fysiologische dwarsdoorsnede en de afname van de fascikellengte (Morse et al., 2005). De fysiologische dwarsdoorsnede is de belangrijkste determinant van de spierkracht. Hieruit blijkt dat de spiergeometrie wel degelijk invloed heeft op het genereren van kracht door de spier (Kawakami et al., 2001). Doordat de fysiologische dwarsdoorsnede afneemt tijdens veroudering, neemt de spierkracht ook af (Narici et al., 2003). De afname in fysiologische dwarsdoorsnede is het resultaat van het verlies van sarcomeren die parallel met elkaar staan (Morse et al., 2005) en wordt beïnvloed door de afname van het spiervolume (Narici et al., 2003).

De afname van de fascikellengte (zie figuur 3.3) heeft geen invloed op het verlies aan spierkracht, maar wel op de afname van de maximale verkortingssnelheid (Narici et al., 2003). Dit is het resultaat van het verlies van in serie geschakelde sarcomeren (Morse et al., 2005; Narici et al., 2011; Reeves et al., 2006). Bij een kortere fascikellengte moeten de sarcomeren sneller contraheren om een gelijke totale verkortingssnelheid te genereren als een langere fascikel. Het verlies van sarcomeren in serie treedt op aan de distale en proximale einden van de fascikel. Dit gebeurt door een vergelijkbaar mechanisme als wanneer sarcomeren in serie verdwijnen door inactiviteit (Narici et al., 2003).

In het onderzoek van Kawakami et al. (2001) is aangetoond dat de pennate hoek invloed heeft op de krachtoverbrenging van fascikels naar de pees. Dit betekent dat de pennate hoek invloed heeft op het genereren van spierkracht. Een afname van de pennate hoek tijdens veroudering (zie figuur 3.3) resulteert in een afname van het genereren van de spierkracht, maar niet van de arbeid (Kawakami et al., 2001). De afname van de pennate hoek tijdens sarcopenie kan verwacht worden door de vermindering van het aantal fascikels en de afname van de fascikellengte (Narici et al., 2003).



Figuur 3.3. Een sagittaal echobeeld van de m. gastrocnemius medialis. Links van een jongere man (YM), rechts van een oudere man (OM). Er is duidelijk te zien dat in het echobeeld van de oudere man de fascikellengte (blauw) en de pennate hoek (rood) kleiner zijn dan bij de jongere man. Ook de spierdikte (groen) is duidelijk afgenomen. (Narici et al., 2003)

Er is een relatie tussen de pennate hoek en de fysiologische dwarsdoorsnede gevonden in het onderzoek van Blazeovich et al. (2006, 2007). In het onderzoek van Kawakami et al. (1995) is aangetoond dat een toename van de pennate hoek door training een resultaat is van de toename van het spiervolume en de fysiologische dwarsdoorsnede.

Door een toename van de pennate hoek hechten fascikels aan op een groter gedeelte van de pees. Het is echter nadelig voor de krachtoverbrenging van de fascikels naar de pees. Dit komt door de verminderde krachtcomponent van de fascikels tot de werklijn van de spier.

Ook in het onderzoek van Kawakami et al. (1993) is er geconcludeerd dat een toename van de pennate hoek een nadelig gevolg heeft voor het produceren van kracht. Ook hier is gebleken dat dit leidt tot meer fascikels die aanhechten op de pees, waardoor het spiervolume toeneemt gevolgd door een toename van de fysiologische dwarsdoorsnede.

In beide onderzoeken is echter gekeken naar het gevolg van een toename in de pennate hoeken door training. Men kan veronderstellen dat omgekeerd hetzelfde gebeurt, dus dat een afname van de pennate hoek tijdens veroudering een gevolg is van de afname in spiervolume en fysiologische dwarsdoorsnede.

Er wordt gesuggereerd dat een toename van de in parallel- en in serie geschakelde sarcomeren resulteert in een toename van de spierdikte (Narici et al., 2011). Het is aannemelijk om de verandering van spierdikte te gebruiken om de spiermassa en de hoeveelheid optredende atrofie te schatten (Ikezoe et al., 2011). Ook werd er beschreven in de publicatie van Ikezoe et al. (2011) dat meerdere onderzoeken de mate van atrofie onderzocht hebben aan de hand van de bepaling van de spierdikte. Bij een afname van spierdikte werd atrofie verondersteld.

3.2.1.2. Effecten door inactiviteit

Er zijn ook onderzoeken gedaan naar de effecten van inactiviteit op de skeletspieren. In het onderzoek van Kawakami et al. (2001) kregen negen gezonde mannen bedrust opgelegd voor 20 dagen. Vijf van deze mannen voerden tijdens deze bedrust elke dag krachtoefeningen uit voor de onderste extremiteit, terwijl de andere vier mannen dat niet deden. Zo werd er gekeken of de krachtoefeningen atrofie van de skeletspieren kan voorkómen tijdens bedrust. De resultaten van dit onderzoek zijn te zien in tabel 3.3.

Tabel 3.3. Resultaten onderzoek Kawakami et al. (2001).

	Met oefeningen			Zonder oefeningen		
	Voor	Na	Vershil (%)	Voor	Na	Vershil (%)
Knie extensie kracht (N)	731.6	738.0	0.5	607.8	546.0	-10.9
Fys. dwarsdoorsnede (cm²)	296.8	285.3	-3.8*	268.2	247.2	-7.8
Neurale activiteit (%)	91.9	92.3	0.5	86.0	80.2	-6.5
Pennate hoek VL (°)	17.7	17.6	-0.2*	19.8	19.5	-1.4*

*Er is geen significante toename gevonden

In bovenstaande tabel is duidelijk te zien dat er spieratrofie en spierkrachtvermindering optreedt na twintig dagen bedrust. Spieratrofie en spierkrachtvermindering komen in mindere mate voor of kunnen zelfs worden voorkómen door krachtoefeningen uit te voeren tijdens bedrust. Morree et al. (2006) beschreef dat twee weken bedrust leidt tot tien procent afname van de totale spiermassa.

De afname van spierkracht als gevolg van bedrust wordt beïnvloed door een verminderd vermogen om motorunits te activeren. De krachtoefeningen die uitgevoerd werden door vijf van de mannen waren effectief als tegenmaat (Kawakami et al., 2001). In een ander onderzoek (Suetta et al., 2009) werd één been bij de proefpersonen twee weken lang geïmmobiliseerd (in 30 graden knieflexie), dit werd gevolgd door vier weken training.

Er werd gekeken of er een verschil was in de effecten die door de immobilisatie en de training werden veroorzaakt tussen jongere en oudere mannen. Om de morfologische parameters van de spiergeometrie te meten is er gebruik gemaakt van echobeelden, hierbij zijn de proefpersonen in zittende positie gemeten (90 graden heup- en knieflexie). De resultaten van dit onderzoek zijn te zien in tabel 3.4.

Tabel 3.4. Resultaten onderzoek Suetta et al. (2009)

	Jongere mannen			Oudere mannen		
	Voor	Na immobilisatie	Na training	Voor	Na immobilisatie	Na training
Max. Kracht (Nm)	214	171 (-19.8)	226 (+24.3*)	139	118 (-15.7)	145 (+18.6*)
Spier activatie (%)	91.6	90.6 (-1.1 ; =)	95.2 (+4.8>)	88.6	80,2 (-9.9)	90.6 (+11.5*)
Spiervolume (cm ³)	1841.3	1676.9 (-8.9)	1813.7 (+8.2*)	1633.1	1545.0 (-5.2)	1605.5 (+3.8;<)
Fysiologische dwarsdoorsnede (cm ²)	164.4	157.5 (-4.2 ; =)	173.1 (+10.6)	135.8	139.7 (+2.8 ; =)	143.0 (+2.3 ; =)
Pennate hoek (°)	10.4	9.4 (-9.3)	10.5 (+12)	9.0	8.4 (-6.5)	8.6 (+4.5)
Fascikellengte (mm)	11.7	10.5 (-10.3)	11.0 (+4.5)	11.9	11.1 (-6.7)	11.4 (+2.6)
Specifieke kracht (N/(cm ²))	47.9	40.1 (-16.6)	48.4 (+17.2*)	33.0	25.3 (-23.1)	32.2 (+21.4*)

=: niveau onveranderd, *: terug op oude niveau, < lager dan oude niveau, > hoger dan oude niveau.

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat immobilisatie bij ouderen een groter effect heeft op de activatie van de motorunits, terwijl bij jongeren het een groter effect heeft op de spiergeometrie, zie tabel 3.4. Het is ook duidelijk dat oudere mannen een verzwakte reactie hebben op de training na de immobilisatie vergeleken met de jongere mannen.

De bevindingen van dit onderzoek zijn als volgt:

- De jongere mannen lieten een grotere spieratrofie en grotere verschillen in de pennate hoek van de m. vastus lateralis na een periode van immobilisatie zien in vergelijking met de oudere mannen.
- Ouderen bleken een verminderde capaciteit te hebben om spiervolume en spiergeometrie te herstellen door middel van training na een periode van immobilisatie ten opzichte van jongeren.
- Immobilisatie leidt tot verminderde spieractivatie bij ouderen, terwijl dit bij jongeren niet het geval is.

Uit bovenstaande punten is op te maken dat veroudering gepaard gaat met een verzwakt vermogen om te herstellen van spieratrofie als gevolg van immobilisatie. Ook hebben ouderen een langere tijd nodig om te herstellen van periodes van immobilisatie in vergelijking met jongeren.

3.2.1.3. Krachtvermindering door inactiviteit of veroudering op zich?

Komt het verlies van spiermassa bij ouderen puur door het minder bewegen of heeft het verouderingsproces hier zelf invloed op? Dit is een vraag die belangrijk is om te beantwoorden voor dit onderzoek, aangezien het effect van training op het verlies van spiermassa anders zal zijn als het verouderingsproces zelf al een aandeel heeft in het verlies van de spiermassa.

In het onderzoek van Narici et al. (2008) zijn de mechanismen onderzocht die leiden tot het verlies van spiermassa tijdens veroudering. Deze zijn eerder in dit hoofdstuk al besproken. Het is onwaarschijnlijk dat de veranderingen in spiergeometrie een gevolg zijn van inactiviteit, meer waarschijnlijk is dat ze door het verouderingsproces zelf worden veroorzaakt. Doordat het verouderingsproces spierzwakte veroorzaakt is het logisch dat ouderen minder actief zijn, waardoor spierzwakte sneller toeneemt (Narici et al., 2008).

In het onderzoek van Narici et al. (2003) hebben de onderzoekers de spiergeometrie van jongeren en ouderen met elkaar vergeleken. Hieruit bleek dat veroudering een significant effect heeft op de architectuur van skeletspieren, de parameters waren allen afgenomen bij ouderen ten opzichte van jongeren. Deze structurele veranderingen hebben nadelige gevolgen voor de spierfunctie op oudere leeftijd. Aangezien de ouderen die deelgenomen hebben aan dit onderzoek nog allemaal fysiek actief waren, is het zeer onwaarschijnlijk dat deze veranderingen in spiergeometrie een gevolg van inactiviteit zijn (Narici et al., 2003).

Aan de hand van de resultaten uit deze twee onderzoeken wordt er aangenomen dat de veranderingen in spiergeometrie meestal toegeschreven kunnen worden aan het effect van veroudering op zich en in mindere mate door inactiviteit.

3.2.1.4. Effect van activiteit op sarcopenie

Zoals eerder vermeld hoort de vermindering van spiermassa voor een deel bij het ouder worden. De inactiviteit van ouderen leidt tot een snellere afname van de spiermassa (Ikezoe et al., 2011), hierdoor vind er een versnelde atrofie plaats. Tijdens het ouder worden krijgt men hoe dan ook te maken met atrofie, de inactiviteit van ouderen versnelt het atrofie-proces.

LSA (Life-Space Assessment) wordt in meerdere literatuuronderzoeken gedefinieerd als de afstand die ouderen regelmatig af leggen om activiteiten uit te voeren in een bepaalde tijd. LSA is een mogelijkheid om de mobiliteit van ouderen te beoordelen (Peel et al., 2005). Er is geen correlatie gevonden tussen de LSA van ouderen en de spierdikte van de m. vastus lateralis, $r = -0.167$ $(-0.599-0.341)$ en $p=0.522$. Er is sprake van een significante correlatie bij $p < 0.05$ (Ikezoe et al., 2011). Naast de afname van mobiliteit bij ouderen neemt ook de spierdikte van de m. vastus lateralis ten opzichte van jongeren af, in dit onderzoek betreft de afname 36.8%. Er is dus geen sprake van een correlatie tussen de LSA en de spierdikte van de m. vastus lateralis.

3.2.2. Training

Met training wil men zijn of haar lichamelijke prestatievermogen verbeteren. Het lichamelijke prestatievermogen bestaat uit vijf eigenschappen: kracht, snelheid, uithoudingsvermogen, lenigheid en coördinatie. De vijf eigenschappen van het lichamelijke prestatievermogen worden ook wel gedefinieerd als de grondmotorische eigenschappen (Morree et al., 2006).

3.2.2.1. Spierkracht

In dit onderzoek wordt dieper ingegaan op één grond motorische eigenschap, namelijk kracht. Met kracht (in Newton, N) wordt in de inspanningsfysiologie voornamelijk gesproken over spierkracht. Spierkracht kan men trainen op verschillende wijzen, door middel van: maximale kracht, snel kracht, explosieve kracht (gelijk aan snelheid) en uithoudingsvermogen (Morree et al., 2006), zie tabel 3.5.

Tabel 3.5. De algemene richtlijnen voor krachttraining beschreven door Morree et al. (2006).

	Belasting (% van Fmax)	Herhalingen (aantal)	Series (aantal)	Hersteltijd (min. of s.)
→ Maximale kracht (anaeroob)	90-95	1-3	4-6	2-4 min.
→ Snelkracht (anaeroob)	75-90	8-12	3-5	1.5-2 min.
→ Snelkracht / uithoudingsvermogen (aeroob/anaeroob)	50-75	10-15	3-5	45-09 s.
Snelheid / uithoudingsvermogen (aeroob)	≤50	10-50	3-5	≤45 s.

Voor het vergroten van de maximale spierkracht, moeten volgens Morree et al. (2006) de trainingen groter zijn dan vijftig procent van zijn of haar maximale kracht (Fmax). Dit geldt onder andere ook voor ouderen. Wanneer ouderen zich hieraan houden, zal dit spierhypertrofie opleveren. Deze vijftig procent van de maximale kracht is een trainingsprikkel voor het lichaam, ook wel overload genoemd (Morree et al., 2006). Na verloop van tijd is er een hogere trainingsprikkel nodig om de genoemde vijftig procent van de maximale kracht te blijven behalen en het trainingseffect te vergroten, dit wordt gedefinieerd als afnemende meeropbrengst (Morree et al., 2006). Het trainingseffect kan verdwijnen wanneer ouderen overmatig trainen (supercompensatie), te weinig gaan trainen of zelfs stoppen met trainen (reversibiliteit). Het is dus van belang dat ouderen constant in beweging blijven en hun oefeningen blijven verrichten (Morree et al., 2006).

In tabel 3.5 zijn de algemene richtlijnen voor krachttraining weergegeven. De pijlen aan de linkerkant van de tabel geven weer welke krachttrainingstypen voor ouderen het meeste effect hebben op de spierhypertrofie.

3.2.2.2. Effecten van training tijdens veroudering

Strength training (ST) is een Engelse term en heeft een remmende werking op de atrofie en op de spierkrachtvermindering bij ouderen (Esmarck et al., 2001). Het is bekend dat strength training een effectieve methode is om adaptaties, zoals atrofie, in het spierstelsel te voorkomen (Narici et al., 2011; Raj et al., 2010; Taaffe & Marcus, 2000).

De Engelse term resistance training (RT) wordt veelal gebruikt bij trainingsonderzoeken van ouderen. Resistance training is een training waarbij er herhaalde spiercontracties worden uitgevoerd tegen weerstand, welke hoger zijn dan de gebruikelijke dagelijkse activiteiten.

Het blijkt dat resistance training bij ouderen een effectieve methode is om spierzwakte tijdens veroudering tegen te gaan (Grosicki et al., 2014; Reeves et al., 2009). Deze manier van trainen zorgt voor positieve morfologische adaptaties van het spierstelsel, voor de vergroting van spierhypertrofie, voor toename van spierkracht (Grosicki et al., 2014; Suetta et al., 2008) en verbeterde fysieke functies van ouderen (Grosicki et al., 2014). Ook is bekend dat spieren zich snel adapteren na resistance training (Hunter et al., 2004).

Daarnaast schreven Hunter et al. (2004) dat strength training de spiermassa doet toenemen. In dit geval zal de spieratrofie afnemen en de spierhypertrofie toenemen. Deze toename van spierkwaliteit is te danken aan de toename van de activatie van de motorunits (Hunter et al., 2004).

3.2.2.3. Excentrische training of concentrische training?

Excentrische (ET) en concentrische training (CT) resulteren beide in een significante toename van de waarden van de morfologische parameters (Blazevich et al., 2007). Er is gebleken dat excentrische training een beter effect op de spiergeometrie heeft dan concentrische training (Baroni et al., 2013; Blazevich et al., 2006). Blazevich et al. (2006) beschreven dat bij excentrische training een verbetering van 42.8% was waargenomen in tegenstelling tot de concentrische training, welke een verbetering had van slechts 8.7%. Daarnaast schreven Baroni et al. (2013), Raj et al. (2011) en Suetta et al. (2008) dat excentrische training een grotere respons heeft op de spierhypertrofie dan concentrische training.

Het is bewezen dat excentrische training van knie-extensoren zorgt voor een toename van spierkracht en spiermassa in de m. vastus lateralis. Daarnaast wordt er gesuggereerd dat ouderen die excentrische trainingen uitvoeren, het beste kunnen trainen met korte perioden (Baroni et al., 2013).

Tijdens veroudering wordt excentrische training vaak gebruikt om de effecten van veroudering tegen te gaan. Daarnaast wordt deze training veel gebruikt in de revalidatie, om zo de schade aan het spierstelsel zo goed als mogelijk te herstellen (Baroni et al., 2013).

Daarnaast kan excentrische training meerdere voordelen bieden voor ouderen. Zo zorgt excentrische training voor een toename van loopsnelheid, verlaging van valrisico's en een versterking van functionele capaciteiten (Raj et al., 2011). Excentrische training kan met een lagere trainingsfrequentie gebruikt worden om hetzelfde doel te bereiken als bij concentrische training. Voor ouderen is de drempel daardoor lager om te gaan en/of te blijven trainen (Raj et al., 2011; Scanlon et al., 2014).

Reeves et al. (2009) onderzochten twee typen groepen, waarvan één groep excentrisch ging trainen en de andere groep excentrisch gecombineerd met concentrisch ging trainen. Hieruit bleek dat er bij beide type trainingen adaptaties plaatsvonden van de morfologische parameters, zie tabel 3.7.

3.2.2.4. Trainingsduur

Tien weken excentrisch trainen van de knie-extensoren is bij jongeren voldoende voor een toename van de spierdikte in de m. vastus lateralis (Blazevich et al., 2007), ouderen doen hier echter langer over, namelijk 14 tot 16 weken (Blazevich et al., 2006; Raj et al., 2011). Uit het onderzoek van Baroni et al. (2013) bleek echter dat excentrische training van de knie-extensoren met een tijdsduur van vier weken al voldoende is voor het opwekken van adaptaties in de m. vastus lateralis. Terwijl Blazevich et al. (2006) beschrijven dat een trainingsduur korter dan vier weken nauwelijks of niet resulteert in spierhypertrofie. In dit onderzoek beschreven Blazevich et al. (2006) dat er geen verandering was opgetreden in de spierdiktes, pennate hoeken of fascikellengtes na vijf weken trainen. Blazevich et al. (2006) en Baroni et al. (2013) hebben beide trainingseffecten op de spiergeometrie onderzocht bij jongeren van ongeveer 20 – 25 jaar oud. Volgens Scanlon et al. (2014) was zes weken trainen al voldoende voor veranderingen in de spiergeometrie na training bij ouderen.

3.2.2.5. Effecten van training op de spiergeometrie tijdens veroudering

Er is geen verschil waargenomen tussen de morfologische parameters tussen jonge mannen en vrouwen na training (Blazevich et al., 2006). Over het algemeen is gebleken dat de waarden van de morfologische parameters toenemen door training. Enkele (specifieke) trainingen geven een snellere toename dan andere trainingen. In tabel 3.6 zijn de veranderingen van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis tijdens sarcopenie weergegeven. Hierbij zijn alle trainingen minimaal uitgevoerd met vijftig procent van de maximale kracht, welke zorgt voor spierhypertrofie, zie paragraaf 3.2.2.1.

Tabel 3.6. Procentuele verschillen van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis door training bij ouderen uit verschillende literatuuronderzoeken. ST: Strenght training, RT: Resistance training, CT: concentrisch trainen, ET: excentrisch trainen.

Procentuele verschillen spiergeometrie na training, bij ouderen							
Onderzoek	Trainings-duur	Spier-volume	Fys. dwars-doorsnede	Fascikel-lengte	Pennate hoek	Spier-dikte	Anatomische dwars-doorsnede
Narici et al. (2011)	12 weken			ST: +5.4%	ST: +3.4%	ST: +7.1%	
Raj et al. (2010)	9 weken			RT+ ST: +**	RT+ST +**		
Raj et al. (2011)	16 weken			CT+ET: +4% ET: +5%	CT+ET: -8% ET: +3%	CT+ET: +2% ET: +5%	
Reeves et al. (2004a)	14 weken	+6.3%	-4.6%*	+10.7%			+3-10%
Reeves et al. (2004b)	14 weken			+8-10%	+10-16%		
Reeves et al. (2005)	14 weken			ST +8% Iso: +10%			
Reeves et al. (2009)	14 weken			CT+ET: +8% ET: +20%	CT+ET: +35% ET: +5%	CT+ET: +12% ET: +11%	
Scanlon et al. (2014)	6 weken	RT: +7.4%	RT: +14.30%	RT: +6%*	RT: +3.3%*	RT: -7.3%*	
Suetta et al. (2008)	12 weken				RT: +22%	RT: +14.8%	RT: +12%

*Er is geen significante toename gevonden, **Er is geen procentuele toename bekend.

Een contractie is een duidelijke stimulus voor de verandering van fascikels. Een korte periode van excentrische training zorgt voor een toename van de fascikellengte (Baroni et al., 2013; Blazevich et al., 2007). Daarnaast neemt de fascikellengte toe na een gecombineerde training van concentrische en excentrische contracties. Training welke alleen excentrische contracties bevat heeft geleid tot een grotere toename in de fascikellengte (20% vs. 8%). In tabel 3.6 zijn overige literatuuronderzoeken weergegeven waar de fascikellengte na training toeneemt.

Het aantal sarcomeren in serie neemt na training toe (Blazevich et al., 2007). De toename van de fascikellengte gaat gepaard met de toename van in serie-geschakelde sarcomeren (Reeves et al., 2006, 2009). Reeves et al. (2006, 2009) geven aan dat de toename van pennate hoeken gepaard gaat met de toename van de parallel-geschakelde sarcomeren. Andere stimuli voor de toename van parallel-geschakelde sarcomeren zijn onder andere mechanische stress en metabolische stress.

Na een zware resistance training concludeerden Blazevich et al. (2007) dat de pennate hoeken na 14-16 weken trainen toenamen. Wanneer de training minder dan 14 weken duurde gaf dit geen effect op de verandering van de pennate hoek (Blazevich et al., 2006).

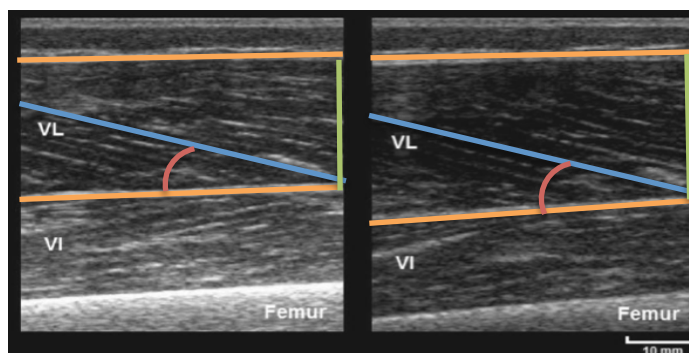
Bij een vergroting van de pennate hoek neemt de fysiologische dwarsdoorsnede (Baroni et al., 2013; Blazevich et al., 2006), de spierdiktes en ook de krachtcapaciteit toe (Blazevich et al., 2006). De toename van de pennate hoek correleert sterk met de toename van de spierdikte ($r=0.733$, $P<0.05$), na twaalf weken resistance training (Suetta et al., 2008).

Eerder is beschreven dat bij een afname van de spierdikte atrofie werd verondersteld. Het omgekeerde is ook aannemelijk. Een toename van spierdikte kan dus duiden op spierhypertrofie. Excentrische training van de m. vastus lateralis kan onder andere zorgen voor deze toename (Baroni et al., 2013).

Er is een sterke correlatie ($r^2>0.90$) gevonden tussen de spierdikte en de fysiologische dwarsdoorsnedes, beide namen niet toe na vijf weken training in het onderzoek van Blazevich et al. (2006). In tegenstelling tot Narici et al. (2011) hebben Suetta et al. (2008) geen relatie gevonden tussen de spierdikte en de anatomische dwarsdoorsnede. Narici et al. (2011) beschreven dat een toename van de spierdikte gelijk is aan de toename van de anatomische dwarsdoorsnede.

In figuur 3.4 is een echobeeld weergegeven, voor en na twaalf weken excentrische training bij jongeren, van m. vastus lateralis (VL) en m. vastus intermedius (VI). Deze verandering is vergelijkbaar met ouderen. In tabel 3.6 is te zien dat de meeste morfologische parameters van de spiergeometrie toenemen na training bij ouderen. In figuur 3.4 is weergegeven dat bij de m. vastus lateralis de fascikellengtes en spierdiktes toegenomen zijn na excentrische training, de pennate hoeken zijn onveranderd gebleven. Het is echter nog onduidelijk of de fascikellengte en spierdikte tegelijkertijd groeien en of de ene toename een effect heeft op de andere toename.

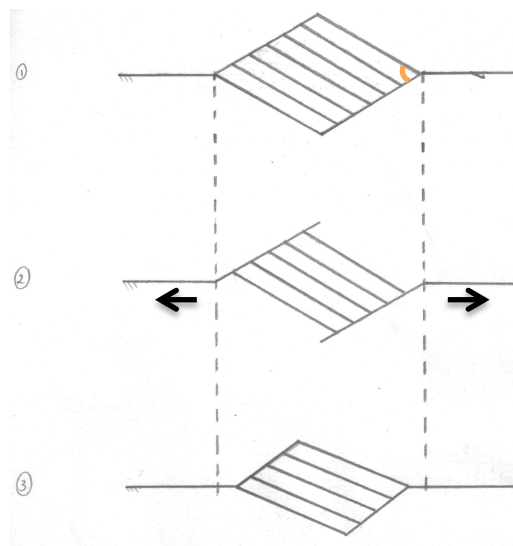
Reeves et al. (2009) beschreven dat de toename van spierdikte een oorzaak is van de toename van fascikellengte en pennate hoeken. Baroni et al. (2013) beweren echter dat de toename van spierdikte een oorzaak is van alleen de toename van fascikellengte.



Figuur 3.4. In dit figuur is een echografiebeeld weergegeven van de m. vastus lateralis (VL) en de m. vastus intermedius (VI). In figuur 10a is het echobeeld weergegeven voorafgaand van de training, pre-training. In figuur 10b is het echobeeld weergegeven na 12 weken excentrische training, post-training. Na training is er een toename van de fascikellengte (blauw) en de spierdikte (groen). De pennate hoek (rood) blijft onveranderd. Dit figuur komt uit Baroni et al. (2013).

3.3. Parallellogrammodellen, effecten van sarcopenie

3.3.1. Afname fysiologische dwarsdoorsnede

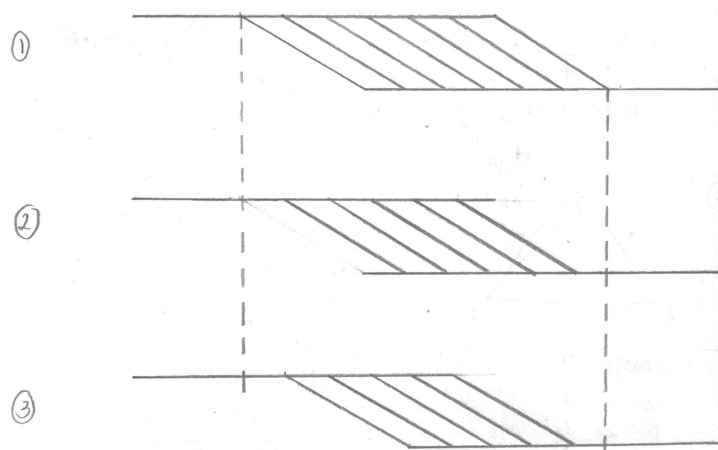


Figuur 3.5

1. unipennate spier, waarbij de aponeurose en pees onder een hoek staan. Oranje boogje: pennate hoek.
2. Afname van de fysiologische dwarsdoorsnede, fascikels verdwijnen
3. Aanpassing, delen van de aponeurose, waar eerst de verdwenen fascikels aan vast zaten worden door de trekrichting recht getrokken (zie pijlen) en horen nu bij de pees. Hierbij moet de oppervlakte tussen 2 & 3 gelijk blijven, de lengte van de aponeurose blijft gelijk tussen 2 & 3. Er is dus maar 1 fascikellengte mogelijk, zie bijlage BI.1.

In figuur 3.5 is te zien wat er met de spier gebeurt wanneer de fysiologische dwarsdoorsnede afneemt. De pennate hoek, zie figuur 3.5-1, is de kleinste hoek tussen de fascikel en de aponeurose, deze is in figuur 3.5 met 0.86% toegenomen tussen situatie 1 en 3, zie bijlage BI.1 voor de gehele uitwerking. Deze berekeningen zijn herhaald met verschillende waarden, om te controleren of bij deze waarden een toename of afname in de pennate hoek plaatsvindt. Hieruit is gebleken dat bij verschillende waarden ook een toename of afname in de pennate hoek kan plaatsvinden. Daarnaast is duidelijk waar te nemen dat de hoek tussen de fascikel en de pees is toegenomen, zie bijlage BI.1.

Er bestaan ook unipennate spieren waarbij de aponeurose geen hoek maakt met de origo- en/of insertiepees, zoals bij de m. vastus lateralis het geval is. Er wordt gekeken wat hierbij het effect is van een kleinere fysiologische dwarsdoorsnede, zie figuur 3.6.

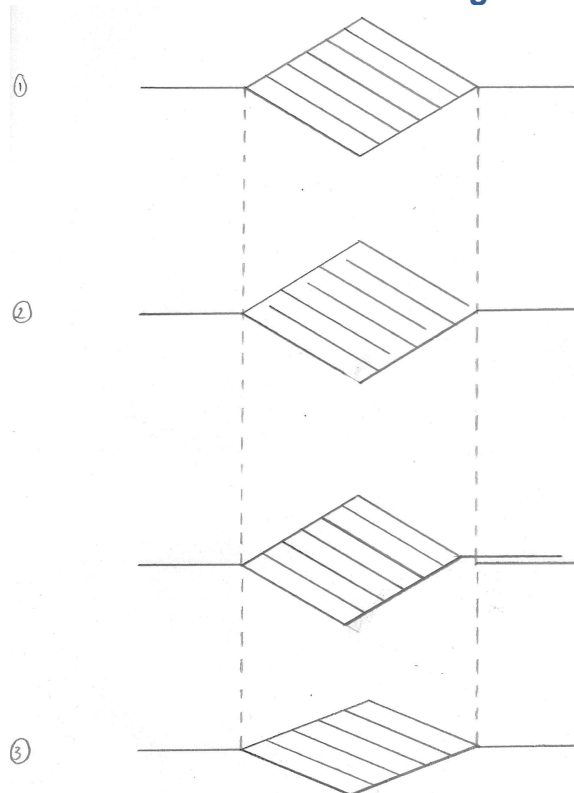


Figuur 3.6

1. Unipennate spier, waarbij de aponeurose en pees in elkaar doorlopen
2. Afname van de fysiologische dwarsdoorsnede, fascikels verdwijnen
3. Aanpassing aan de afname van de fysiologische dwarsdoorsnede. Doordat de aponeurose en pees in elkaar doorlopen wordt de aponeurose waar eerste de verdwenen fascikels aan vast zaten pees. De uiteindes zullen verdwijnen. Zoals te zien veranderd alleen de fysiologische dwarsdoorsnede, de rest van de parameters kan gelijk blijven.

Hieruit is op te maken dat wanneer bij een unipennate spier, waarbij de aponeurose en pees in elkaar doorlopen, de fysiologische dwarsdoorsnede afneemt er geen veranderingen hoeven plaats te vinden in de overige morfologische parameters.

3.3.2. Afname fascikellengte



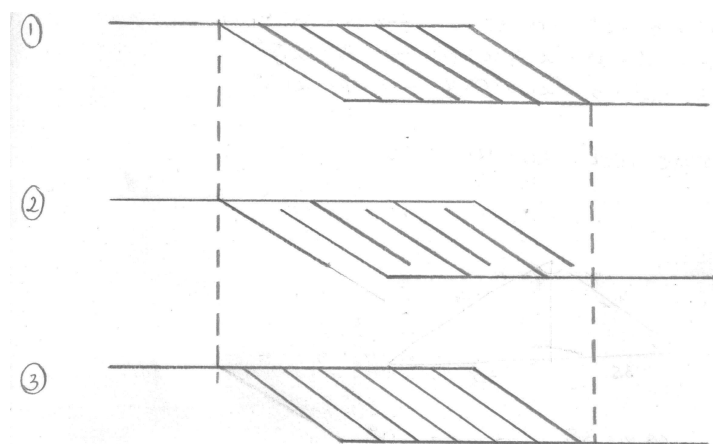
Figuur 3.7

1. Unipennate spier, waarbij de aponeurose en pees onder een hoek staan
2. Afname van de fascikellengte door verlies van sarcomeren in serie aan de proximale en distale uiteindes van de fascikel.
3. Aanpassing aan de afname van de fascikellengte. De lengte van de aponeurose blijft gelijk en de pezen moeten op dezelfde plaats blijven tussen situatie 1 & 3. Dus ook de afstand tussen de pezen blijft gelijk. Het is duidelijk dat in situatie 3 de spierdikte is afgenomen en de pennate hoek kleiner is geworden

In figuur 3.7 is te zien wat er met de spier gebeurt wanneer de fascikellengte afneemt. De pennate hoek is met 26.9% afgenomen tussen situatie 1 en 3, de spierdikte is met 36.04% afgenomen tussen situatie 1 en 3. Ook de hoek tussen de fascikel en de pees neemt duidelijk toe, zie bijlage BI.2 voor de gehele uitwerking.

Hieruit is op te maken dat wanneer bij een unipennate spier, waarbij de aponeurose en pees in een hoek met elkaar staan en de fascikellengte afneemt, er een afname in de pennate hoek en in de spierdikte moet plaatsvinden.

Ook hier is gekeken naar het effect van de kortere fascikellengte op unipennate spieren waarbij de aponeurose geen hoek maakt met de origo- en/of insertiepees, zoals bij de m. vastus lateralis het geval is.



Figuur 3.8

1. Unipennate spier, waarbij de aponeurose en pees in elkaar doorlopen
2. Afname van de fascikellengte door verlies van sarcomeren in serie aan de proximale en distale uiteindes van de fascikel.
3. Aanpassing aan de afname van de fascikellengte. De lengte van de aponeurose blijft gelijk en de pezen moeten op dezelfde plaats blijven tussen situatie 1 & 3. Dus ook de afstand tussen de pezen blijft gelijk. Dit betekent dat de spierdikte onveranderd blijft. Het is duidelijk dat in situatie 3 de pennate hoek groter is geworden, zie bijlage BI.2, figuur BII.7.

Hieruit is op te maken dat wanneer bij een unipennate spier, waarbij de aponeurose en pees in elkaar doorlopen, de fascikellengte afneemt, de pennate hoek groter moet worden zodat de spierdikte gelijk blijft.

4. Discussie

4.1. Morfologie van de m. vastus lateralis

De morfologie van de m. vastus lateralis is in beeld gebracht aan de hand van een parallellogrammodel. Het model is nu een uitgebreider tweedimensionaal spiermodel van de m. vastus lateralis en meer waarheidsgetrouw dan het model welke in het artikel van D'Antona et al. (2006) beschreven staat. Het model is nu gecombineerd met de vier compartimenten van de onderzochte spier door Becker et al. (2010). Toch blijft dit model een versimpeling van de werkelijkheid. De fascikels (Blazevich et al., 2006; Randhawa et al., 2013) en de superficiale en diepe aponeurose (van der Linden et al., 1998a) zijn als rechte lijnen verondersteld, terwijl ze normaliter in een curve liggen. De fascikellengtes kunnen in werkelijkheid tot 6% langer zijn, dan dat ze als rechte lijnen worden voorgesteld (Randhawa et al., 2013). De fascikellengte en pennate hoeken kunnen hierdoor afwijken. Daarnaast is het exacte begin en einde van de compartimenten niet duidelijk zichtbaar op het preparaat.

Tijdens de metingen in de snijzaal was slechts één preparaat beschikbaar. De verkregen informatie werd verwerkt samen met de informatie uit Becker et al. (2010), waar men gebruik maakte van tien preparaten. De preparaten van Becker et al. (2010) waren allen ouderen van 80 jaar (SD: 5,7), de leeftijd van het preparaat uit dit onderzoek is onbekend.

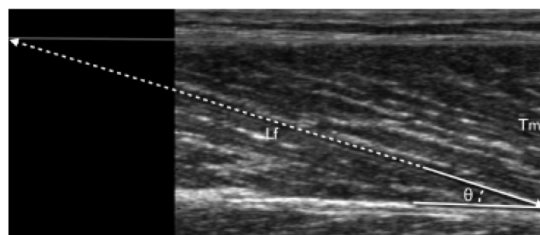
Om de fouten zo klein mogelijk te houden werden er per compartiment twee tot drie foto's genomen. Per foto werd vijfmaal gemeten door twee onderzoekers, met het softwareprogramma ImageJ. De meting wordt uitgevoerd "op het blote oog". Beide onderzoekers kunnen het begin en einde per compartiment anders interpreteren. Om deze reden hebben er vele metingen plaatsgevonden om een beter gemiddelde te krijgen. De gemeten lengte per compartiment wordt op deze wijze betrouwbaarder. De foto's per compartiment zijn loodrecht genomen. De m. vastus lateralis loopt gekromd over het bovenbeen en niet alle delen van de spier zullen loodrecht staan in het fotobeeld, hier kan een foutmarge inzitten.

4.2. Literatuuronderzoek

Echografie methode

In de onderzoeken die gebruikt zijn in deze literatuurstudie zijn bepaalde morfologische parameters van de spiergeometrie gemeten aan de hand van echografie. Dit zijn de fascikellengte, de pennate hoek en de spierdikte. De fysiologische-, anatomische dwarsdoorsnede en het spiervolume kunnen niet gemeten worden aan de hand van tweedimensionale echografie, hier is MRI voor gebruikt.

De verschillende methodes die in de onderzoeken gebruikt zijn om de fascikellengte, pennate hoek en de spierdikte te meten, wijken van elkaar af. In 2014 is voor het meten van de fascikellengte een methode ontdekt zodat de fascikellengte betrouwbaar gemeten kan worden als deze niet geheel in het echobeeld zichtbaar is (Ando et al., 2014). De onderzoeken die gebruikt zijn voor deze literatuurstudie maken echter nog geen gebruik van deze nieuwe methode. De methode die in deze onderzoeken wordt gebruikt geeft grotere foutmarges.



Figuur 4.1. Sagittaal echobeeld van de m. vastus lateralis. Hier is te zien hoe de fascikellengte wordt gemeten door het doortrekken van de fascikel tot de aponeurose (Narici et al., 2011).

Bij de m. vastus lateralis zijn de fascikellengtes niet in het geheel op het echobeeld te zien. De fascikellengte wordt in het onderzoek van Randhawa & Wakeling (2013) en Reeves et al. (2009) doorgetrokken tot de aponeurose, zodat zo de gehele fascikellengte wordt gemeten, zie figuur 4.1. Het is bekend dat deze methode een foutmarge van ongeveer 4% oplevert. Ook in het onderzoek van Reeves et al. (2004b) wordt de fascikellengte via deze methode gemeten. Hier is echter een foutmarge bepaald van 2-7%. Wanneer de metingen op dezelfde wijze worden uitgevoerd tijdens het onderzoek kan men de procentuele veranderingen in spiergeometrie wel bepalen. Of de morfologische parameter toeneemt of afneemt is juist, alleen de mate van verandering zal echter een verkeerd beeld geven van de werkelijke waarde vanwege het meten met de onjuiste methode.

Voor het meten van de pennate hoeken worden wel de nieuwste methodes gebruikt. Hierbij wordt de hoek tussen de fascikel en de aponeurose gemeten. Toch geven deze methodes nog foutmarges. Hierdoor kan het zijn dat de verandering in pennate hoek die gevonden wordt, er misschien helemaal niet is. Of dat er geen significante verandering in pennate hoek gevonden wordt, omdat de foutmarges te groot zijn.

Er zijn onderzoeken die een verandering in de pennate hoeken hebben gevonden bij veroudering en/of training, maar er zijn ook onderzoeken die geen toename of afname van de pennate hoeken hebben gevonden. Wat de precieze oorzaak van deze verschillen is, is lastig te bepalen. Maar een mogelijke oorzaak voor deze verschillen kunnen de foutmarges zijn tijdens het analyseren van de echobeelden. Bij enkele onderzoeken neemt de pennate hoek toe met slechts 0.1-5.1 graden, terwijl het analyseren van de echobeelden zelf zorgt voor een minimale foutmarge van 1.22 graden. De verandering in de pennate hoek is soms minder of gelijk aan deze foutmarge. Sommige onderzoeken spreken evengoed van een verandering van de pennate hoek, terwijl andere literatuuronderzoeken een verandering kleiner of gelijk aan de foutmarge niet als een adaptatie van de pennate hoek zien (Baroni et al., 2013).

Het meten van de spierdikte gebeurt in de onderzoeken met de volgende methode, het meten van de afstand tussen de diepe en superficiële aponeurose, loodrecht op één van de aponeurose. De spierdikte is goed waarneembaar op de echobeelden en hierdoor is de foutmarge minimaal.

Rustlengte meting methode

In de gebruikte literatuur worden de morfologische parameters van de spier met behulp van echografie en MRI gemeten. Dit gebeurt echter niet in de rustlengte van de spier, maar vaak in liggende positie (extensie) of zittende positie (90 graden heup- en knieflexie), zoals in het onderzoek van Suetta et al. (2009). Door de morfologische parameters van de spier in rustlengte te meten is het mogelijk om deze met elkaar te vergelijken. In de rustlengte kan de spier maximale kracht produceren.

Het is bekend dat het maximaal mogelijke verkortingspercentage vanuit de rustlengte 33% is, en het maximale verlengingspercentage 55% (Koes & Riezebos, 1985). Hiermee is het mogelijk om de rustlengte van een spier te bepalen.

Klein Horsman et al. (2007) hebben de optimale fascikellengtes van de m. vastus lateralis onderzocht. Bij deze optimale fascikel lengtes kan de spier maximaal kracht genereren. Deze waarden zijn weergegeven in tabel 4.1.

Spier	Lopt (cm)
m. vastus lat. (inferior)	4.2
m. vastus lat. (superior)	9.1

Tabel 4.1. Optimale fascikellengte (Lopt) van de m. vastus lateralis
(Klein Horsman et al., 2007)

Literatuuronderzoek – veroudering

In tabel 3.2 zijn de veranderingen in spiergeometrie bij veroudering van verschillende onderzoeken weergegeven. Hier is te zien dat veelal dezelfde resultaten verkregen zijn. Er zijn echter twee resultaten die afwijken van anderen.

- Bij het onderzoek van Kawakami et al. (2001) is te zien dat de pennate hoek gelijk is gebleven. Er heeft wel een afname van de pennate hoek plaatsgevonden, deze was echter niet significant. De afname in dit onderzoek was op zijn hoogst één graden. In dit onderzoek is dit niet waargenomen als een adaptatie van de pennate hoek.
- In het onderzoek van Kubo et al. (2003) zijn geen significante verschillen van de fascikellengte gevonden door veroudering.

Door tabel 3.2 is het duidelijk geworden dat de waardes van de morfologische parameters van de spiergeometrie allemaal afnemen tijdens veroudering. In de literatuur die gebruikt is voor het opstellen van tabel 3.2 wordt vaak de verandering van de pennate hoek besproken door veroudering. In deze artikelen wordt echter de richting van de fascikels niet benoemd.

In het onderzoek van Suetta et al. (2009) werden ouderen twee weken lang geïmmobiliseerd, dit werd gevolgd door vier weken training, zie tabel 3.4. Opvallend is dat er geen significant verschil is in de fysiologische dwarsdoorsnede na immobilisatie. Ook na training is er geen significant verschil van de fysiologische dwarsdoorsnede. Dit terwijl de spierkracht en spieractivatie na immobilisatie wel afnemen en na training toenemen. Uit andere literatuuronderzoeken is gebleken dat de fysiologische dwarsdoorsnede een relatie heeft met de pennate hoek. Het is opvallend dat de pennate hoek in het onderzoek van Suetta et al. (2009) afneemt na immobilisatie en toeneemt na training. Hieruit blijkt dat in dit onderzoek geen relatie is gevonden tussen de fysiologische dwarsdoorsnede en de pennate hoek.

Er zijn tegenstrijdige resultaten uit de gevonden literatuuronderzoeken. Dit kan mogelijk komen door het feit dat in het onderzoek van Suetta et al. (2009) onderzoek is gedaan naar immobilisatie bij ouderen, en niet het verouderingsproces op zich. Een vervolgonderzoek kan deze conclusie bevestigen.

Literatuuronderzoek – training

De mate van door training geïnduceerde veranderingen zijn spier specifiek. Dit laatste kan indirect ondersteund worden door de resultaten van Henriksson-Larsen et al. (1992), welke hebben aangetoond dat er geen samenhang is tussen de afname van de pennate hoek en afname van de fysiologische dwarsdoorsnede bij de m. vastus lateralis (Kawakami et al., 1995). In het onderzoek van Blazeovich et al. (2006, 2007) is er wel een relatie gevonden tussen de pennate hoeken en de fysiologische dwarsdoorsnedes bij de knie-extensoren. Hier is echter niet apart gekeken naar de m. vastus lateralis, maar als m. quadriceps femoris als geheel.

Er is een relatie tussen de pennate hoek en de fysiologische dwarsdoorsnede gevonden in het onderzoek van Blazeovich et al. (2006, 2007). In het onderzoek van Kawakami et al. (1995) is aangetoond dat een toename van de pennate hoek samenhangt met de toename van het spiervolume en de fysiologische dwarsdoorsnede. Door een toename van de pennate hoek hechten fascikels aan op een groter gedeelte van de pees. Het is echter nadelig voor de krachtoverbrenging van de fascikels naar de pees, dit is onder andere een oorzaak van de verminderde krachtcomponent van de fascikels tot de werklijn van de spier.

Excentrische training vs. Concentrische training

Excentrische en concentrische training hebben beide een positieve invloed op de adaptaties van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis. De meeste artikelen gaven aan dat excentrische training een beter effect heeft dan concentrische training. Raj et al. (2011) bewees dat excentrische training voor ouderen beter is; de loopsnelheid gaat vooruit en het valrisico neemt af. Daarnaast toonden Raj et al. (2011) en Scanlon et al. (2014) aan dat excentrische training met een lagere intensiteit getraind kan worden om hetzelfde te bereiken, welke aantrekkelijker zal zijn voor ouderen.

Trainingsduur

Daarnaast is uit de resultaten gebleken dat de effecten van trainingsduur bij vele literatuuronderzoeken variëren. Blazeovich et al. (2006) en Raj et al. (2011) beschreven dat 14 – 16 weken trainen voldoende is voor ouderen voor een toename van de waardes van de morfologische parameters. De onderzochte literatuuronderzoeken, welke een toename hebben van deze parameters, hadden allen een trainingsduur tussen 12 – 16 weken. Hieruit is gebleken dat twaalf weken trainen zorgt voor een significante toename van de waardes van de morfologische parameters van de m. vastus lateralis bij ouderen. Scanlon et al. (2014) zijn de enige waar de proefpersonen maar een trainingsduur hadden van zes weken. Deze zes weken gaven wel een toename in de waardes van de morfologische parameters van de m. vastus lateralis, hier was echter alleen de fysiologische dwarsdoorsnede significant toegenomen.

Daarnaast is het van belang dat toekomstige literatuuronderzoeken meer aandacht leggen op het type training dat uitgevoerd wordt, het bereik van de beweging (range of motion), de hoeksnelheid en de inhoud van de training (trainingsvolume). Om vervolgens hiermee onderzoek te doen naar het adaptatie vermogen. In de onderzochte literatuuronderzoeken variëren de types training.

In tabel 3.7 zijn de morfologische parameters van de m. vastus lateralis van ouderen weergegeven na training. Al deze ouderen hebben getraind op vijftig procent van de maximale kracht, wat zorgt voor spierhypertrofie. Dit is ook goed te zien in tabel 3.7, alle waardes van de morfologische parameters zijn toegenomen. In het onderzoek van Scanlon et al. (2014) was alleen de fysiologische dwarsdoorsnede significant toegenomen na zes weken trainen. Zes weken training kan dus verondersteld worden als te weinig. Minimaal negen weken training is bij ouderen, uitgevoerd op vijftig procent van hun maximale kracht, voldoende om alle morfologische parameters significant te doen toenemen.

In de gebruikte literatuur zijn niet bij alle morfologische parameters verklaringen beschreven over de veranderingen van de spiergeometrie tijdens veroudering en training. Deze zijn ook in nieuwe literatuur niet gevonden. Het is dus van belang dat hier meer onderzoek naar gedaan wordt.

De invloed van de pennate hoek op de spierkracht en arbeid

Kawakami et al. (2001) beschreven dat een afname van de pennate hoek tijdens veroudering resulteert in een afname van het genereren van de spierkracht, maar niet van de arbeid. In dit onderzoek stond geen verklaring beschreven. De werking hiervan is goed te verduidelijken met een spiermodel, zie figuur 4.2. In figuur 4.2a en 4.2b zijn de fascikellengtes en fysiologische dwarsdoorsneden aan elkaar gelijk gebleven, alleen figuur 4.2b heeft een pennate hoek. De pennate hoek tussen de aponeurose en de fascikel richting wordt aangeduid met φ .

De spierkracht die een spier kan leveren is echter niet het enige dat telt, ook de arbeid (W) is van belang. Om in beide spiermodellen de interne arbeid te bepalen, moet ook de fascikel verkorting van de spier worden bepaald, aangeduid met Δs . De interne arbeid (W) is de spiervezelkracht (F_s) maal de fascikel verkorting (Δs).

De arbeid in beide spiermodellen (4.2a en b) moet aan elkaar gelijk zijn. Alle waarden van de morfologische parameters, behalve de pennate hoek, zijn immers aan elkaar gelijk. De arbeid gaat dus niet verloren, waardoor de interne arbeid hetzelfde moet zijn als de externe arbeid. Dit komt geheel ten goede door de verplaatsing van de pees, waarin zich een trekkracht bevindt (F_t). De externe arbeid wordt bepaald door de trekkracht van de pees (F_t) maal de verplaatsing van de pees (Δt).

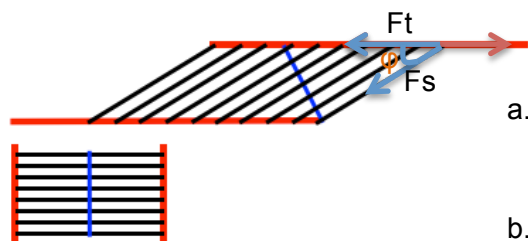
De arbeid kan alleen veranderen wanneer de totale verkorting van de spier verandert. De fascikels trekken niet alleen in een hoek naar elkaar toe, om de spiervolume te behouden moeten de fascikels ook kantelen, wat zorgt voor een extra verplaatsing in de totale verkorting van de spier.

In figuur 4.2a gelden de volgende formules om de interne en externe arbeid te bepalen:

$$\begin{aligned} \text{Arbeid} &= \text{interne arbeid} = \text{externe arbeid} \\ W &= F_s * \Delta s = F_t * \Delta t \quad (F_t = F_s * \cos(\varphi)) \\ &F_s * \cos(\varphi) * \Delta s = F_s * \cos(\varphi) * \Delta t \end{aligned}$$

In figuur 4.2b is geen pennate hoek aanwezig, hier geldt het volgende:

- Voor het berekenen van de externe verplaatsing van de pees: $F_t = F_s$
- Voor het bepalen van de interne en externe arbeid: $W = F_s * \Delta s$



Figuur 4.2. In dit figuur zijn twee modellen weergegeven. De fysiologische dwarsdoorsnede en de fascikellengte zijn gelijk aan elkaar. De pennate hoek is echter verschillend.

Wanneer de pennate hoek groter wordt verkleint de cosinus, welke resulteert in een kleinere trekkracht van de pees. Daarnaast is de externe verplaatsing van de pees (Δt) altijd groter dan de interne fascikel verkorting (Δs). Dit kan verduidelijkt worden met het volgende:

$$\Delta t = \frac{F_s * \Delta s}{F_s * \cos(\varphi)} = \frac{\Delta s}{\cos(\varphi)}$$

Er gaat iets van spierkracht verloren, doordat er een pennate hoek aanwezig is. Deze wordt opgeheven, doordat er een externe verkorting plaatsvindt van de pees. Om de interne en externe arbeid gelijk te houden moet de totale verkorting van de fascikel (Δs) zodanig groter worden, dat de interne en externe arbeid in beide spiermodellen gelijk aan elkaar zijn. Hiermee kan geconcludeerd worden dat de beschrijving van Kawakami et al. (2001) juist is, de afname van de pennate hoek tijdens veroudering resulteert in een afname van het genereren van de spierkracht, maar niet van de arbeid.

4.3. Parallellogrammodellen, effecten van sarcopenie

In tabel 4.2 zijn de effecten van sarcopenie op de spiergeometrie weergegeven uit de literatuurstudie en voorspelt aan de hand van de parallellogrammodellen. In de literatuur zijn bij het verouderingsproces twee verschillende spieren onderzocht, de m. gastrocnemius en de m. vastus lateralis. In de onderzoeken van Kubo et al. (2003), Morse et al. (2005), Narici et al. (2003, 2008), Narici and Cerretelli (1998) en Randhawa et al. (2013) is de m. gastrocnemius onderzocht. In de overige gebruikte literatuuronderzoeken wordt de m. vastus lateralis onderzocht. Het parallellogrammodel van de m. gastrocnemius is niet hetzelfde als die van de m. vastus lateralis, bij de m. gastrocnemius komt de pees en de aponeurose onder een hoek met elkaar te staan (van der Linden, 1998b). De m. vastus lateralis bevat zoals reeds beschreven geen hoek, hier lopen de aponeurose en pees in elkaar door. Zoals te zien in tabel 4.2 is dat er verschillende veranderingen in de spiergeometrie worden gevonden.

Tabel 4.2 Veranderingen van de spiergeometrie tijdens sarcopenie gevonden in literatuur en voorspeld aan de hand van de parallellogrammodellen. =: blijft gelijk, <: neemt af & >: neemt toe.

Aponeurose-pees	Literatuur				Parallellogrammodel			
	m. gastrocnemius		m. vastus lateralis		Hoek		Recht	
	PH	SPD	PH	SPD	PH	SPD	PH	SPD
Afname FDD	<	<	</=	<	</>	=	=	=
Afname FL	<	<	<	<	<	<	>	=

De verschillende resultaten tussen de gebruikte literatuuronderzoeken kunnen niet verklaard worden door het verschil in onderzochte spieren met verschillende parallellogrammodellen, zie tabel 4.2. De resultaten uit de literatuur van de m. gastrocnemius komen niet overeen met de resultaten uit het parallellogrammodel, waarbij de aponeurose en pees onder een hoek met elkaar staan. De resultaten van de m. vastus lateralis uit de literatuur komen niet overeen met de resultaten uit het parallellogrammodel, waarbij de aponeurose en pees in elkaar doorlopen.

De verschillende resultaten in de veranderingen van de spiergeometrie tussen de literatuurstudie en het parallellogrammodel kunnen verklaard worden door fouten in het model en de foutmarge die aanwezig is tijdens het meten van deze pennate hoek, zoals eerder beschreven in deze discussie.

5. Conclusie

In dit onderzoek is het effect van sarcopenie op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis onderzocht. Er is gebleken dat de waardes van de morfologische parameters van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis vrijwel allemaal afnemen door sarcopenie. De veranderingen in spiergeometrie kunnen meestal toegeschreven worden aan het effect van veroudering op zich in plaats van door inactiviteit.

Daarnaast is er aangetoond dat langdurige training bij ouderen de waardes van de morfologische parameters van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis doet toenemen. Er kan dus geconcludeerd worden dat de eerste verwachte hypothese juist is, de morfologische parameters van de spiergeometrie van de m. vastus lateralis veranderen tijdens veroudering en ook na training.

Als tweede werd er verwacht dat door training het optreden van sarcopenie verminderd kan worden. Er is gebleken dat veroudering gepaard gaat met een verzwakt vermogen om te herstellen van spieratrofie door middel van training. Ouderen met sarcopenie kunnen de ontstane atrofie dus door training doen verminderen, maar wel in een langzamer tempo.

Literatuurlijst

- Ando, R., Taniguchi, R., Saito, A., Fujimiya, M., Katayose, M., & Akima, H. (2014). Validity of fascicle length estimation in the vastus lateralis and vastus intermedius using ultrasonography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 1-30.
- Bautmans, I., van Puyvelde, K., & Mets, T. (2009). Sarcopenia and functional decline: Pathophysiology, prevention and therapy. *Acta Clinica Belgica*, 64 (4), 303-316.
- Baroni, B. M., Geremia, J. M., Rodrigues, R., de Azevedo Franke, R., Karamanidis, K., & Vaz, M. A. (2013). Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: rectus femoris vs. vastus lateralis. *Muscle Nerve*, 48, 498-506.
- Becker, I., Baxter, G. D., & Woodley, S. J. (2010). The vastus lateralis muscle: An anatomical investigation. *Wiley-Liss InterScience*, 23, 575-585.
- Blazevich, A. J., Cannavan, D., Coleman, D. R., & Horne, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *The American Physiological Society*, 103, 1565-1575.
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Deans, N., & Zhou, S. (2006). Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training. *Muscle Nerve*, 35, 78-86.
- Bleakney, R., & Maffulli, N. (2002). Ultrasound changes to intramuscular architecture of the quadriceps following intramedullary nailing. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 120-125.
- Esmarck, B., Andersen, J. L., Olsen, S., Richter, E. A., Mizuno, M., & Kjaer, M. (2001). Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *Journal of Physiology*, 301-311.
- D'Antona, G., Lanfranconi, F., Pellegrino, M. A., Brocca, L., Adami, R., Rossi, R., Moro, G., Miotti, D., Canepari, M., & Bottinelli, R. (2006). Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibers in male body builders. *Journal of Physiological Society*, 611-627.
- DeRuisseau, K. C., Park, Y. M., DeRuisseau, L. R., Cowley, P. M., Fazen, C. H., & Doyle, R. P. (2013). Aging-related changes in the iron status of skeletal muscle. *Experimental Gerontology*, 1294-1302.
- Gijzen, R., Oostrom, S. H., & Schellevis, F. C. (2014). Neemt het aantal mensen met chronische ziekten en multimorbiditeit toe of af? *Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid*.
- Grosicki, G. J., Miller, M. E., & Marsh, A. P. (2014). Resistance exercise performance variability at submaximal intensities in older and younger adults. *Clinical Interventions in Aging*, 9, 209-218.
- Ikezoe, T., Mori, N., Nakamura, M., & Ichihashi, N. (2011). Age-related muscle atrophy in the lower extremities and daily physical activity in elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53, 153-157.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34 (5), 329-348.
- Hortobagyi, T., Dempsey, L., Fraser, D., Zheng, D., Hamilton, G., Lambert, J., & Dohm, L. (2000). Changes in muscle strength, muscle fiber size and myofibrillar gene expression after immobilisation and retraining in humans. *Journal of Physiology*, 293-304.

- Kubo, K., Kanehisa, H., Azuma, K., Ishizu, M., Kuno, S., Okada, M., & Fukunaga, T. (2003). Muscle architectural characteristics in women aged 20-79 years. *Medicine & Science in Sports & Exercise* , 39-44.
- Kawakami, Y., Abe, T., & Fukunaga, S. K. T. (1995). Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. *European Journal of Applied Physiology* , 37-43.
- Kawakami, Y., Abe, T., & Fukunaga, T. (1993). Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *Journal of Applied Physiology* , 2740-2744.
- Kawakami, Y., Akima, H., Kubo, K., Muraoka, Y., Hasegawa, H., Kouzaki, M., Imai, M., Suzuki, Y., Gunji, A., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2001). Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology* , 7-12.
- Klein Horsman, M. D., Koopman, H. F. J. M., van der Helm, F. C. T., Prose, L. P., & Veeger, H. E. J. (2007). Morphological muscle and joint parameters for musculoskeletal modelling of the lower extremity. *Clinical Biomechanics* , 239-247.
- Koes, E., & Riezebos, C. (1985). Beperkt bewegen en adaptatie van spierweefsel. *Haags Tijdschrift voor Fysiotherapie* , 143-196.
- van der Linden, B. J. J. J. (1998b). A finite element skeletal muscle model for simulation of isometric and concentric contractions. In *Mechanical modeling of skeletal muscle functioning* (47-64).
- van der Linden, B. J. J. J., Koopman, H. F. J. M., Grootenboer, H. J., & Huijting, P. A. (1998a). Modelling functional effects of muscle geometry. *Journal of Electromyography and Kinesiology* , 8, 101-109.
- van Leeuwen, J. L., & Spoor, C. W. (1996). Modelling Mechanically Stable Muscle Architectures. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* , 336, 275-292.
- Lohman, A. H. M. (2008). Vorm en Bewegen. In *Leerboek van het bewegingsapparaat van de mens* (p. 257). Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- de Morree, J. J., Jongert, M. W. A., & van der Poel, G. (2006). Inspanningsfysiologie oefentherapie en training. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Narici, M. V., Flueck, M., Koesters, A., Gimpl, M., Reifberger, A., Seynnes, O. R., Niebauer, J., Rittweger, J., & Mueller, E. (2011). Skeletal muscle remodeling in response to alpine skiing training in older individuals. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* , 21, 23-28.
- Narici, M. V., Maffulli, N., & Maganaris, C. N. (2008). Ageing of human muscles and tendons. *Disability and Rehabilitation* , 548-1554.
- Narici, M. V., Maganaris, C. N., Reeves, D., & Capodaglio, P. (2003). Effect of aging on human muscle architecture. *Journal of Applied Physiology* , 2229-2234.
- Narici, M., & Cerretelli, P. (1998). Changes in human muscle architecture in disuse-atrophy evaluated by ultrasound imaging. *Journal of Gravitational Physiology* , 73-4.
- Maganaris, N. (2004). Imaging-based estimates of moment arm length in intact human muscle-tendons. *European Journal of Applied Physiology* , 91, 130-139.
- Marcell, T. J., Hawkins, S. A., & Wiswell, R. A. (2014). Leg strength declines with advancing age despite habitual endurance exercise in active older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* , 504-513.
- Morse, C. I., Thom, J. M., Birch, K. M., & Narici, M. V. (2005). Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenia. *Acta Physiologica Scandinavica* , 291-298.

- Peel, C., Sawyer Baker, P., Roth, D. L., Brown, C. J., Bodner, E., V., & Allman, R. M. (2005). Assessing mobility in older adults: The UAB study of aging life-space assessment. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 85, 1008-1019.
- Power, G. A., Makrakos, D. P., Rice, C. L., & Vandervoort, A. A. (2013). Enhanced force production in old age is not a far stretch: an investigation of residual force enhancement and muscle architecture. *Physiological Reports*, 1-12.
- Suetta, C., Andersen, J. L., Dalgas, U., Berget, J., Koskinen, S., Aagaard, P., Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2008). Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients. *Journal of Applied Physiology*, 105, 180-186.
- Suetta, C., Hvid, L. G., Justesen, L., Christensen, U., Neergaard, K., Simonsen, L., Ortenblad, N., Magnusson, S. P., Kjaer, M., & Aagaard, P. (2009). Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining. *Journal of Applied Physiology*, 1172-1180.
- Sakuma, K., Aoi, W., & Yamaguchi, A. (2014). Current understanding of sarcopenia: possible candidates modulating muscle mass. *European Journal of Physiology*, 1527-1543.
- Scanlon, T. C., Fragala, M. S., Stout, J. R., Emerson, N. S., Beyer, K. S., Oliveira, L. P., & Hoffman, J. R. (2014). Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle & Nerve*, 49, 584-592.
- Senaratne, L. S., Calkins, C. R., de Mello, A. S., Pokharel, S., & Hinkle, J. B. (2014). Mapping of intramuscular tenderness and muscle fiber orientation of muscles in the beef round. *Journal of animal science*, 3084-3106.
- Raj, I. S., Bird, S. R., & Shield, A. J. (2010). Aging and the force-relationship of muscles. *Experimental Gerontology*, 45, 81-90.
- Raj, I. S., Bird, S. R., Westfold, B. A., & Shield, A. J. (2011). Effects of eccentrically biased versus conventional weight training in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44 (6), 1167-1176.
- Randhawa, A., & Wakeling, J. M. (2013). Associations between muscle structure and contractile performance in seniors. *Clinical Biomechanics*, 705-711.
- Reeves, N. D., Maganaris, C. N., & Narici, M. V. (2005). Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans. *Muscle & Nerve*, 31, 355-364.
- Reeves, N. D., Naraci, M. V., Maganaris. (2006). Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age. *Manual Therapy*, 11, 192-196.
- Reeves, N. D., Narici, M. V., & Maganaris, C. N. (2004a). Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. *Journal of Applied Physiology*, 96, 885-892.
- Reeves, N. D., Narici, M. V., & Maganaris, C. N. (2004b). In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age. *Experimental Physiology*, 89 (6), 675-689.
- Reeves, N. D., Maganaris, C. N., Longo, S., & Narici, M. V. (2009). Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Experimental Physiology*, 94 (7), 825-833.
- Taaffe, D. R., & Marcus, R. (2000). Musculoskeletal health and the older adult. *Journal of rehabilitation Research and Development*, 37 (2), 245-254.
- Vieira, E. P. L. (2011). Anatomic study of the portions long and oblique of the vastus lateralis and vastus medialis muscle: review article. *Journal of Morphological Science*, 28 (4), 228-230.

Bijlagen

Bijlage I | Parallellogrammodel, effecten van sarcopenie

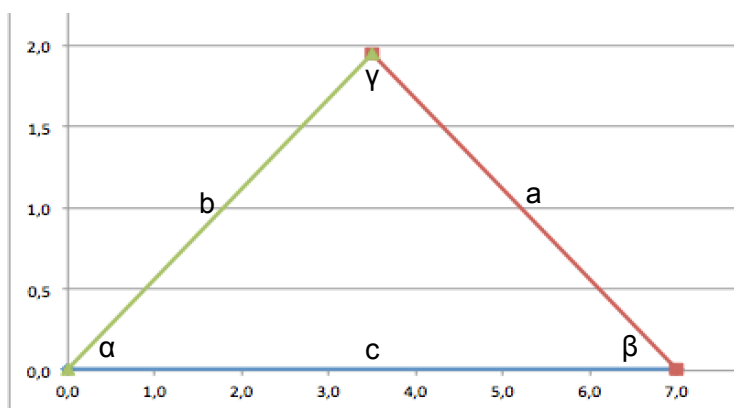
Bl.1. Afname fysiologische dwarsdoorsnede

De oppervlakte, de lengte van de aponeurose en de lengte tussen de pezen zijn gelijk gehouden in situatie 1 en 3. Om te berekenen welke fascikellengtes er in situatie 3 mogelijk zijn is er gebruik gemaakt van de cosinusregel in een Excel bestand. In dit Excel bestand worden de bekende parameters ingevoerd en de output van de parameters worden berekend, zie tabel Bl.1. Voor de hoek α wordt telkens een andere waarde ingevuld, wanneer bij de output parameters een oppervlakte van in dit geval 4,43 wordt bereikt zijn de mogelijke fascikellengtes bekend.

Tabel Bl.1 Excel bestand

Input Parameters:			Output Parameters:		
β	0,00	Deg	β	85,54	Deg
γ	0,00	Deg	γ	58,46	Deg
α	36,00	Deg	α	36,00	Deg
c	5,80	length	c	5,80	length
a		length	a	4,00	length
b	2,60	length	b	2,60	length
			Opp.	4,43	length^2

Alleen bij een fascikellengte van vier centimeter blijft de oppervlakte gelijk (4,43). De fascikellengte blijft dus onveranderd.



Figuur Bl.1 Situatie 1: bovenste helft parallellogrammodel

In figuur Bl.1 is de bovenste helft van het parallellogrammodel in situatie 1 getekend. Hierbij is lijn a de fascikellengte, lijn b de aponeurose en lijn c is de afstand tussen de origo en insertiepees. Hier zijn de volgende waarden aan verbonden:

- a = fascikellengte: 4 cm
- b = aponeurose lengte: 4 cm
- c = 7 cm

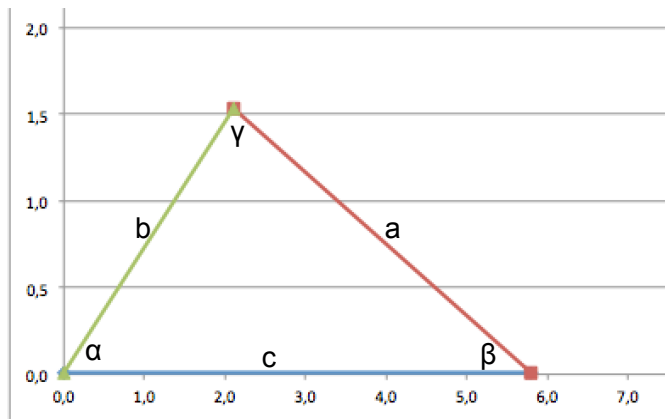
De pennate hoek is in deze situatie te berekenen met de cosinusregel. De pennate hoek is 180 minus de hoek tussen fascikellengte en de aponeurose.

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab * \cos \gamma$$

$$7^2 = 4^2 + 4^2 - 2 * 4 * 4 * \cos \gamma$$

$$\gamma = 122^\circ$$

De pennate hoek is $180^\circ - 122^\circ = 58^\circ$ in situatie 1.



Figuur BI.2. Situatie 3: bovenste helft parallellogrammodel

In figuur BI.2 is situatie 3 getekend. De lijnen staan hier voor dezelfde parameters als in figuur BI.1. De waarden die eraan verbonden zijn, zijn wel veranderd:

- a = fascikellengte: 4 cm
- b = aponeurose lengte: 2.6 cm
- c = 5.8 cm

De aponeurose lengte is kleiner geworden, omdat er fascikels zijn verdwenen die eerst ook op deze aponeurose aanhechten. De losse gedeelten van de aponeurose zijn nu pees geworden. Hierdoor is ook de afstand tussen de origo en insertiepees kleiner geworden.

De pennate hoek is ook in deze situatie te berekenen met de cosinusregel.

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma$$

$$5.8^2 = 4^2 + 2.6^2 - 2 \cdot 4 \cdot 2.6 \cdot \cos \gamma$$

$$\gamma = 121.5^\circ$$

De pennate hoek is $180^\circ - 121.5^\circ = 58.5^\circ$ in situatie 3, dit is een toename van 0.86%.

Bovenstaande situatie wordt nogmaals uitgevoerd met andere waarden, om te controleren of dit als een toename kan worden gezien of dat de pennate hoek gelijk blijft of afneemt na afname van de fysiologische dwarsdoorsnede.

Situatie 1:

- a = fascikellengte: 4 cm
- b = aponeurose lengte: 3.14 cm
- c = 7 cm

Pennate hoek = 22.85°

Situatie 2 & 3:

- a = fascikellengte: 4 cm
- b = aponeurose lengte: 2 cm
- c = 5.8 cm

Pennate hoek = 31.5°

Toename van 37.86%

Situatie 1:

- a = fascikellengte: 4 cm
- b = aponeurose lengte: 6 cm
- c = 7 cm

Pennate hoek = 93.57°

Situatie 2 & 3:

- a = fascikellengte: 4 cm
- b = aponeurose lengte: 4 cm
- c = 5.8 cm

Pennate hoek = 87°

Afname van 7.02%

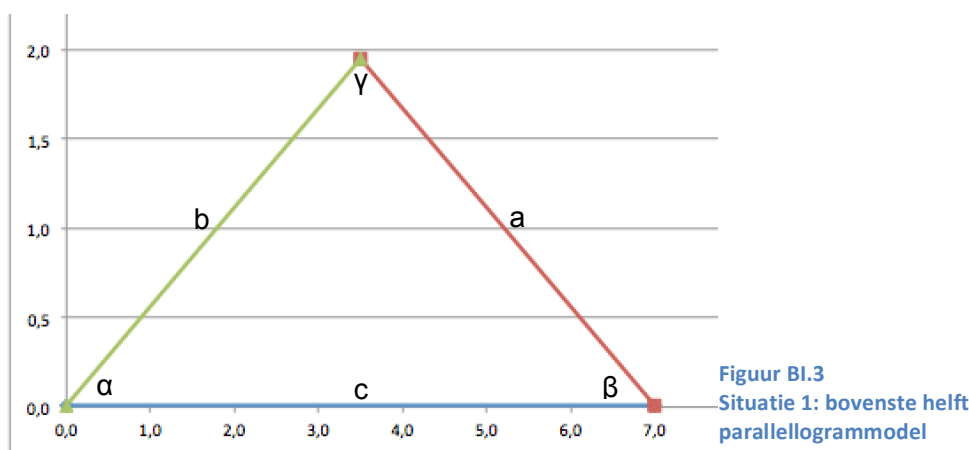
Hieruit wordt duidelijk dat de pennate hoek toe kan nemen, maar ook af kan nemen bij een afname van de fysiologische dwarsdoorsnede.

Ook werd duidelijk dat de hoek tussen de fascikel (a) en de pees toeneemt met 4.3% na afname van de fysiologische dwarsdoorsnede:

Situatie 1 151.04°

Situatie 3 157.54°

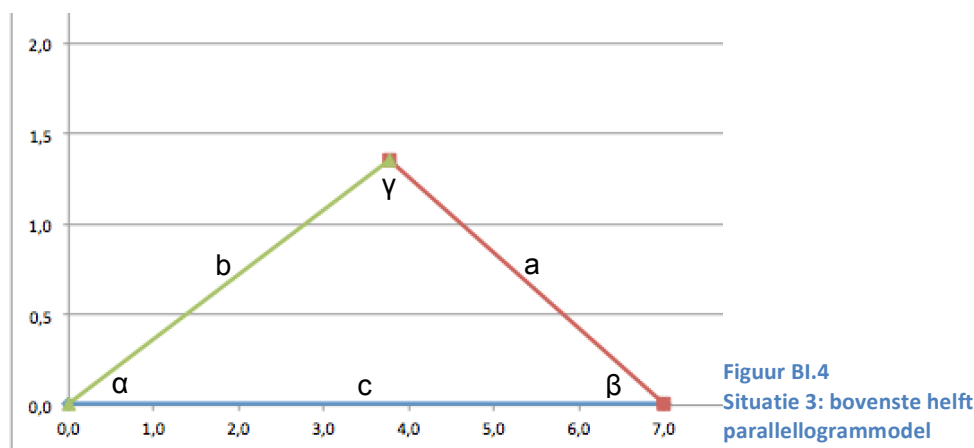
Bl.2. Afname fascikellengte



In figuur Bl.3 is de bovenste helft van het parallellogrammodel in situatie 1 getekend. Hierbij is lijn a de fascikellengte, lijn b de aponeurose en lijn c is de afstand tussen de origo en insertiepees. Hier zijn de volgende waarden aan verbonden:

- a = fascikellengte: 4 cm
- b = aponeurose lengte: 4 cm
- c = 7 cm

De pennate hoek is net zoals in figuur Bl.1 58°.



In dit figuur Bl.4 is situatie 3 getekend. De lijnen staan hier voor dezelfde parameters als figuur Bl.3. De waarden die eraan verbonden zijn, zijn wel veranderd:

- a = fascikellengte: 3.5 cm
- b = aponeurose lengte: 4 cm
- c = 7 cm

De fascikellengte is kleiner geworden, omdat er sarcomeren in serie verdwenen zijn aan de distale en proximale einden van de fascikel (Narici et al., 2003).

De pennate hoek is ook in deze situatie te berekenen met de cosinusregel.

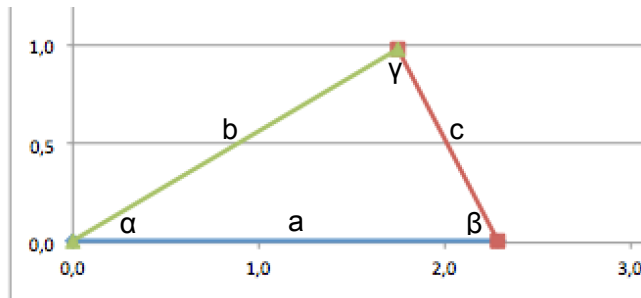
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma$$

$$7^2 = 3.5^2 + 4^2 - 2 \cdot 3.5 \cdot 4 \cdot \cos \gamma$$

$$\gamma = 137.8^\circ$$

De pennate hoek is $180^\circ - 137.8^\circ = 42.2^\circ$ in situatie 3, dit is een afname van 27.24%.

De spierdikte wordt bepaald in situatie 1 & 3, zodat deze met elkaar vergeleken kunnen worden. De spierdikte is de afstand tussen de 2 aponeurosen, er moet dus een lijn in een hoek van 90 graden met de aponeurose worden gezet.



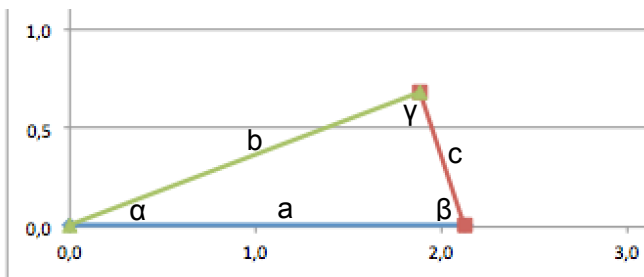
Figuur BI.5. Situatie 1: bovenste helft parallellogrammodel

In figuur BI.5 is de helft van de spierbuik getekend in situatie 1. Hierin is lijn b de helft van de aponeurose lengte, lijn c is de helft van de spierdikte en lijn a is de verbindingslijn tussen deze twee. Hierbij is:

- b = helft aponeurose lengte: 2 cm
- $\gamma = 90^\circ$
- $\alpha = 29^\circ$

De lengte van lijn c kan ook berekend worden met de cosinusregel, dit is de helft van de spierdikte. Deze moet dus nog vermenigvuldigd worden met 2.

In situatie 1 komt hier een spierdikte uit van $1.11 \cdot 2 = 2.22$ cm.



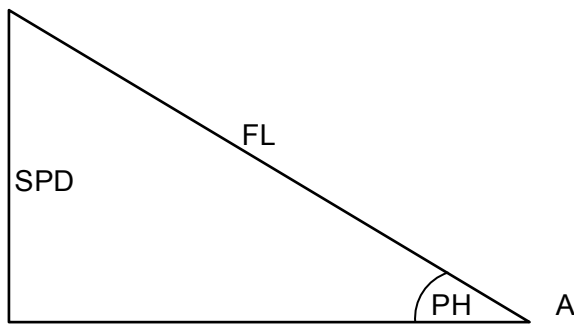
Figuur BI.6. Situatie 3: bovenste helft parallellogrammodel

In figuur BI.6 wordt de spierdikte bepaald voor situatie 3. De lijnen staan hier voor dezelfde parameters als in figuur BI.5. Hierbij zijn:

- b = helft aponeurose lengte: 2 cm
- $\gamma = 90^\circ$
- $\alpha = 19.6^\circ$

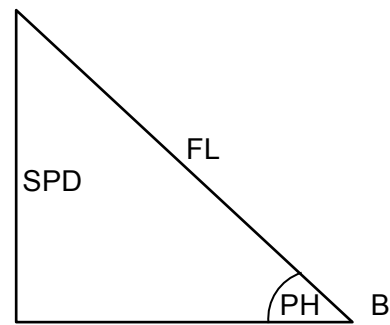
De lengte van lijn c kan ook hier weer berekend worden met de cosinusregel, dit is de helft van de spierdikte. Deze moet dus nog vermenigvuldigd worden met 2.

In situatie 3 komt hier een spierdikte uit van $0.71 \cdot 2 = 1.42$ cm, dit is een afname van 36.04%.



Figuur BI.7A

Verandering van de pennate hoek, wanneer de fascikellengte en de spierdikte gelijk moeten blijven.



BI.7B

In figuur BI.7 is duidelijk te zien dat als de fascikellengte (FL) afneemt en de spierdikte (SPD) gelijk moet blijven, de pennate hoek (PH) tussen figuur BI.7A en B moet veranderen. De pennate hoek is duidelijk groter in figuur BI.7B.

Ook bij een afname van de fascikellengte nam de hoek tussen de fascikel (a) en de pees toe, namelijk met 2.25%:

Situatie 1 151.04°

Situatie 3 157.44°

Bijlage II

| Zoektermen

Tabel BII.1. Het aantal artikelen per zoektermen.

Zoektermen	Training architecture "vastus lateralis"	Strength training "vastus lateralis" fascikel elderly	"muscle architecture" AND elderly	"effects of strength" AND training AND muscle fibers	"resistance exercise" AND older adults AND Reliability	Sarcopenia AND elderly AND atrophy AND muscle	Aging AND eccentric AND fascicle AND architecture	"skeletal muscle" AND training AND "muscle architecture" AND elderly
Databases, aantal gevonden?	2	-	4	-	2	3	2	1
	4	-	1	1	1	-	1	3
	1	6	5	2	1	2	1	6
Wiley Online Library	8	-	-	-	-	-	4	3
SpringerLink	3	-	1	1	-	-	2	-
aantal dubbel?	3	-	-	-	-	-	2	2
aantal over?	15	6	11	4	4	5	8	11
Screening abstract, aantal over?	8	3	9	3	2	1	5	10
Referentielijst bekijken	30	5	31	10	5	10	33	55
aantal dubbel	12	-	9	-	-	-	8	23
aantal over?	26	8	31	13	7	11	30	42
Aantal daadwerkelijk gebruikt?	13	3	15	7	3	7	16	17
Totaal aantal dubbele van alle zoektermen								118
Totaal aantal daadwerkelijke gebruikte artikelen								32

Allereerst wordt de zoekterm benoemd. De relevante artikelen worden geselecteerd op titel, deze zijn genoteerd. Vervolgens wordt na het lezen van de samenvatting de literatuur geselecteerd op relevantie, zoals in de methode is besproken. Deze artikelen zijn groen gekleurd. In de referentielijst van deze artikelen wordt gekeken naar andere relevante literatuur door middel van de titel, de sneeuwbalmethode wordt toegepast. De blauw gekleurde artikelen komen voort uit de referentielijsten en de rood gekleurde artikelen zijn gebruikt voor de resultaten in dit onderzoek.

Zoekterm: Training architecture “vastus lateralis”

- Baroni-2013- Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: rectus femoris vs vastus lateralis
 - Medline
 - Pubmed
 - Wiley Online Library
 - Blazeovich-2003-Training specific muscle architecture
 - Blazeovich-2006-Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training
 - Blazeovich-2007-Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptations in human quadriceps muscles
 - Raj-2011-Effects of eccentric biased versus conventional weight training in older adults
 - Reeves-2004-In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
 - Reeves-2009-Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
- Ema-2013-Inhomogeneous architectural changes of quadriceps femoris induced by resistance training
 - SpringerLink
- Scanlon-2013-Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults
 - Wiley Online Library
 - Pubmed
 - Narici-2004-Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly
 - Aagaard-2010-Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure
 - Reeves-2004-Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Suetta-2009-Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining
 - Suetta-2008-Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
 - Reeves-2009-Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Narici-2003-Effect of aging in human muscle architecture
- Ronnestad-2012-Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes
 - SpringerLink
- Wells-2014-Vastus lateralis exhibits on-homogeneous adaptation to resistance training
 - Pubmed

- Blazeovich-2006-Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training
 - Wiley Online Library
 - Aagaard-2001-A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture
 - Blazeovich-2003-Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk concurrent training in athletes
 - Blazeovich-2006-Intra- and inter-muscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo
 - Kawakami-1993-Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles
 - Kawakami-1995-Training-induces changes in muscle architecture and specific tension
 - Narici-1996-Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 mo strength training
- Kawakami-2001-Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise
 - SpringerLink
 - Huijing-1991-Muscle fibre(hyper-)trophy and atrophy in relation to fibre angle
 - Kawakami-1993-Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles
 - Kawakami-1995-Training-induces changes in muscle architecture and specific tension
 - Wickiewicz-1983- Muscle architecture of the human lower limb
- Ando-2014-Validity of fascicle length estimation in the vastus lateralis and vastus intermedius using ultrasonography
 - ScienceDirect
 - Baroni-2013-Functional and morphological adaptations to aging in knee extensor muscles of physically active men
 - Blazeovich-2006-Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo
 - Blazeovich-2007-Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles
 - Kawakami-1993-Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles
 - Kawakami-1995-Training-induces changes in muscle architecture and specific tension
 - Reeves-2004-In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
- Franchi-2014-Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle
 - Pubmed
- Muscle-tendon structure and dimensions in adults and children
 - Wiley Online Library
- D'Antona-2006-Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibres in male body builders
 - Wiley Online Library
 - Aagaard-2001-A mechanism for increased contractile strength of human pennation muscle in response to strength training: changes in muscle architecture

- Blazevich-2006- Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo
 - Wiley Online Library
- Fukunaga-1997-Muscle architecture and function in humans
 - ScienceDirect
- Becker-2010-The vastus lateralis muscle: an anatomical investigation
 - Wiley Online Library
- Becker-2009-Gross morphology of the vastus lateralis muscle: An anatomical review
 - Wiley Online Library
 - Blazevich-2003-Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes
 - Blazevich-2006-Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo

Zoekterm: strength training "vastus lateralis" fascikel elderly

- Reeves-2005-Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans
 - Medline
 - Reeves-2003- Behavior of human muscle fascicles during shortening and lengthening contractions in vivo
 - Reeves-2004-Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Reeves-2004-In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
- Mueller-2014-Different molecular and structural adaptations with eccentric and conventional strength training in elderly men and woman
 - Medline
- Mueller-2009-Different response to eccentric and concentric training in older men and woman
 - Medline
- Sipila-1997-Effects of strength and endurance training on muscle fibre characteristics in elderly woman
 - Medline
- Reeves-2004-Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Medline
 - Brown-1990-Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly
 - Frontera-1988-Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved
 - Welle-1996-Effect of age on muscle hypertrophy induced by resistance training
- Charette-1991-Muscle hypertrophy response to resistance training in older woman
 - Medline

Zoekterm: "muscle architecture" AND elderly

- Ikezoe-2011-Atrophy of the lower limbs in elderly woman: is it related to walking ability?
 - SpringerLink
 - Akima-1997- Effects of 20 days of bed rest on physiological cross-sectional area of human thigh and leg muscles evaluated by magnetic resonance imaging

- Blazevich-2006- Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo
 - Kubo-2003-Muscle architectural characteristics in woman aged 20-79 years
 - Peel-2005-assessing mobility in older adults: The UAB study of aging Life-Space Assessment
- Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients.
 - Medline
 - Aagaard-2001-A Mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture
 - Esmarck-2001-Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans
 - Lexell-1988- What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men
 - Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Narici-2003-Effect of aging on human muscle architecture
 - Reeves-2005-Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans
- Thom-2007-Influence of muscle architecture on the torque and power-velocity characteristics of young and elderly men
 - Medline
 - Narici-2003-Effect of aging on human muscle architecture
 - Morse- 2005-Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Andersen-2003-Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle
- Ikezoe-2011-Age-related muscle atrophy in the lower extremities and daily physical activity in elderly woman
 - ScienceDirect
 - Baker-2003- Measuring life-space mobility in community-dwelling older adults
 - Kubo-2003a- Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women
 - Kubo-2003b- Muscle architectural characteristics in women aged 20–79 years
 - Lexell-1988- What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men
 - Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
- Karamanidis-2014- Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle–tendon unit in relation to aging and running
 - ScienceDirect
- Narici-2003-Effect of aging on human muscle architecture
 - Medline
 - Kawakami-1993-Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles

- Kubo-2003a- Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women
 - Kubo-2003b- Muscle architectural characteristics in women aged 20–79 years
 - Lexell-1988- What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men
- Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Medline
 - Kubo-2003b- Muscle architectural characteristics in women aged 20–79 years
 - Narici-2003-Effect of aging on human muscle architecture
 - Wickiewicz-1983-Muscle architecture of the human lower limb
- Scanlon-2013-Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults
 - Pubmed
 - Narici-2004-Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly
 - Aagaard-2010-Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure
 - Reeves-2004-Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Suetta-2009-Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining
 - Suetta-2008-Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
 - Reeves-2009-Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Narici-2003-Effect of aging in human muscle architecture
- Raj-2010-Aging and the force-velocity relationship of muscles
 - ScienceDirect
 - Brown-1995-The relationship of strength to function in the older adult
 - Hortobagyi-1995- The influence of aging on muscle strength and muscle fiber characteristics with special reference to eccentric strength
 - Hunter-Effects of resistance training in older adults
 - Latham-2004-Systematic review of progressive resistance strength training in older adults
 - Lexell-1988- What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men
 - Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Narici-2003-Effect of aging in human muscle architecture
 - Reeves-2009- Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Reeves-2005- Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans
 - Reeves-2004a- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Reeves-2004b- In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age

- Reeves-2006-Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age
- Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
- Thom-2007- Influence of muscle architecture on the torque and power–velocity characteristics of young and elderly men
- Vandervoort-1990- Eccentric knee strength of elderly females
- Reeves-2004-In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age.
 - Medline
 - Brown-1990- Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly
 - Frontera-1988- Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function
 - Kawakami-1993- Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles.
 - Narici-2003- Effect of aging on human muscle architecture.
 - Reeves-2004- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly human
- Maren-2014-Muscle quality index improves with resistance training in older adults
 - ScienceDirect

Zoekterm: "effects of strength" AND training AND muscle fibers-

- Farup-2012Muscle morphological and strength adaptations to endurance vs. resistance training.
 - Medline
 - Blazeovich-2007- Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles
 - Kawakami-1993-Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles
 - Kawakami-1995- raining-induced changes in muscle architecture and specific tension
 - Reeves-2009- Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
- Mero-2013-Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men
 - Medline
- Charles-2002-Effects of aging and resistance exercise on determinants of muscle strength
 - SpringerLink
 - Young-1984- Size and strength of the quadriceps muscles of old and young women
 - Harridge-1999- Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training
- Zaras-2013-Effects of strength vs. Ballastic-Powe Training on throwing Performance
 - Pubmed

- Cormie-2010-Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training
- Terzis-2008- Throwing performance after resistance training and detraining.
- Sale-2002- Neural adaptation to strength training, In: Strength and Power in Sport. 2nd edition Oxford

Zoekterm: "resistance exercise" AND older adults AND Reliability

- Grosicki-2014-Resistance exercise performance variability at submaximal intensities in older and younger adults
 - Medline
 - Hunter-2004-Effects of resistance training on older adults
 - Aniansson-1978-Muscle function in old age
 - Phillips-2004-Reliability of maximal strength testing in older adults
- Maren-2014-Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults
 - ScienceDirect
- Taaffe-2000-Musculoskeletal health and the older adult
 - Pubmed
 - Wheat-1987-Exercise in the elderly
 - Taaffe-1997-Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men
- Nakamura-2007-Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult woman
 - ScienceDirect

Zoekterm: Sarcopenia AND elderly AND atrophy AND muscle

- Benjamin-2013-Skeletal muscle atrophy during short-term disuse: Implications for age-related sarcopenia
 - ScienceDirect
- Marzetti-2010-Mitochondrial death effectors: Relevance to sarcopenia and disuse muscle atrophy
 - ScienceDirect
- Mayer-2011-The intensity and effects of strength training in the elderly.
 - Medline
- Marzetti-2006-Skeletal muscle apoptosis, sarcopenia and frailty at old age.
 - Medline
- Randhawa-2013-Associations between muscle structure and contractile performance in seniors
 - ScienceDirect
 - Aagaard-2001- A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture
 - Blazeovich-2006- Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry
 - Blazeovich-2007- Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training
 - Bleakney-2002- Ultrasound changes to intramuscular architecture of the quadriceps following intramedullary nailing
 - Friederich-1990- Muscle fiber architecture in the human lower limb
 - Kubo-2003- Muscle architectural characteristics in women aged 20–79 years

- Mors-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
- Narici-2008-Ageing of human muscles and tendons
- Reeves-2009- Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
- Van Leeuwen and Spoor-1992- Modelling mechanically stable muscle architectures

Zoekterm: Aging AND eccentric AND fascicle AND architecture

- Baroni-2013-Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: Rectus femoris vs. vastus lateralis
 - Medline
 - Pubmed
 - Wiley Online Library
 - Blazeovich-2003-Training specific muscle architecture
 - Blazeovich-2006-Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training
 - Blazeovich-2007-Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptations in human quadriceps muscles
 - Raj-2011-Effects of eccentric biased versus conventional weight training in older adults
 - Reeves-2004-In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
 - Reeves-2009-Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
- Kearns-2007-Muscle enlargement in sumo wrestlers includes increased muscle fascicle length
 - SpringerLink
- Gault-2012-Functional mobility of older adults after concentric and eccentric endurance exercise
 - SpringerLink
- Raj-2010-Aging and the force–velocity relationship of muscles
 - ScienceDirect
 - Brown-1995-The relationship of strength to function in the older adult
 - Hortobagyi-1995- The influence of aging on muscle strength and muscle fiber characteristics with special reference to eccentric strength
 - Hunter-Effects of resistance training in older adults
 - Latham-2004-Systematic review of progressive resistance strength training in older adults
 - Lexell-1988- What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men
 - Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Narici-2003-Effect of aging in human muscle architecture
 - Reeves-2009- Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Reeves-2005- Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans
 - Reeves-2004a- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans

- Reeves-2004b- In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
 - Reeves-2006-Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age
 - Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
 - Thom-2007- Influence of muscle architecture on the torque and power–velocity characteristics of young and elderly men
 - Vandervoort-1990- Eccentric knee strength of elderly females
- Ando-2014-Validity of fascicle length estimation in the vastus lateralis and vastus intermedius using ultrasonography
 - ScienceDirect
 - Baroni-2013-Functional and morphological adaptations to aging in knee extensor muscles of physically active men
 - Blazeovich-2006-Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo
 - Blazeovich-2007-Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles
 - Kawakami-1993-Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles
 - Kawakami-1995-Training-induces changes in muscle architecture and specific tension
 - Reeves-2004-In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
- Blazeovich-2006-Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo
 - Wiley Online Library
- Reeves-2009-Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Wiley Online Library
 - Aagaard-2001-A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture
 - Blazeovich-2007-Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles
 - Gans(1982-Fiber architecture and muscle function
 - Higbie-1996- Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation.
 - Reeves-2005- Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans
 - Reeves-2004a- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Reeves-2004b- In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
 - Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients.
- Power-2013-Enhanced force production in old age is not a far stretch: an investigation of residual force enhancement and muscle architecture
 - Wiley Online Library

Zoekterm: "skeletal muscle" AND training AND "muscle architecture" AND elderly

- Reeves-2005- Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans.
 - Medline
 - Wiley Online Library
 - Brown-1990- Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly
 - Trappe-2001- Resistance training improves single muscle fiber contractile function in older women
 - Reeves-2004-In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
 - Reeves-2004- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans.
- Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients.
 - Medline
 - Aafaard-2001- A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture
 - Esmarck-2001-Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans
 - Harridge-1998- The effects of strength training on muscle size and force production in elderly people aged 85–97 years
 - Kryger-2007- Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms
 - Lexell-1988- What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men
 - Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Narici-1998- Changes in human muscle architecture in disuse-atrophy evaluated by ultrasound imaging
 - Narici-2003- Effect of aging on human muscle architecture
 - Reeves-2005- Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans
 - Skelton-1994- Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years
- Reeves-2004a- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans.
 - Medline
 - Brown-1990-Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly
 - Frontera-1988-Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved
 - Welle-1996-Effect of age on muscle hypertrophy induced by resistance training
- Reeves-2004b- In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age.
 - Medline

- Brown-1990- Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly
- Frontera-1988- Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function
- Kawakami-1993- Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles.
- Narici-2003- Effect of aging on human muscle architecture.
- Reeves-2004- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly human
- Scanlon-2014- Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults.
 - Wiley Online Library
 - Pubmed
 - Narici-2004-Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly
 - Aagaard-2010-Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure
 - Reeves-2004-Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Suetta-2009-Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining
 - Suetta-2008-Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
 - Reeves-2009-Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Narici-2003-Effect of aging in human muscle architecture
- Mujika-2009-Adaptations to training
 - Medline
- Narici-2004- Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly.
 - Medline
 - D'Antona-2003- The effect of ageing and immobilization on structure and function of human skeletal muscle fibres
 - Narici-2003- Effect of aging on human muscle architecture
 - Brown-1990- Positive adaptation to weight-lifting training in the elderly
- Raj-2011- Effects of eccentrically biased versus conventional weight training in older adults.
 - Pubmed
 - Blazeovich-2007- Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles
 - Blazeovich-2006- Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training. Muscle Nerve
 - Doherty-2003-Invited review: aging and sarcopenie
 - Kalapotharakos-2007- The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men
 - Narici-2003- Effect of aging on human muscle architecture
 - Reeves-2009- Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Seger-1998- Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans

- Thom-2007- Influence of muscle architecture on the torque and power–velocity characteristics of young and elderly men
- Raj-2010- Aging and the force–velocity relationship of muscles
 - ScienceDirect
 - Brown-1995-The relationship of strength to function in the older adult
 - Hortobagyi-1995- The influence of aging on muscle strength and muscle fiber characteristics with special reference to eccentric strength
 - Hunter-Effects of resistance training in older adults
 - Latham-2004-Systematic review of progressive resistance strength training in older adults
 - Lexell-1988- What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men
 - Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Narici-2003-Effect of aging in human muscle architecture
 - Reeves-2009- Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans
 - Reeves-2005- Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans
 - Reeves-2004a- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Reeves-2004b- In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age
 - Reeves-2006-Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age
 - Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
 - Thom-2007- Influence of muscle architecture on the torque and power–velocity characteristics of young and elderly men
 - Vandervoort-1990- Eccentric knee strength of elderly females
- Raj-2011- Reliability of ultrasonographic measurement of the architecture of the vastus lateralis and gastrocnemius medialis muscles in older adults.
 - Pubmed
 - Blazeovich-2007- Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles
 - Blazeovich-2006- Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training
 - Morse-2005- Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenie
 - Narici-2003- Effect of aging on human muscle architecture
 - Reeves-2004a- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Reeves-2004b- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Reeves-2006- Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans
 - Reeves-2009- Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans

- Suetta-2008- Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients
- Thom-2007- Influence of muscle architecture on the torque and power-velocity characteristics of young and elderly men.
- Narici-2011-Skeletal muscle remodelling in response to alpine skiing training in older individuals
 - Wiley Online Library
 - Aagaard-2001- A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture
 - Higbie-1996- Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation
 - Kawakami-1993- Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles
 - Morse-2005- Muscle strength, volume and activation following 12-month resistance training in 70-year-old males.
 - Narici-2003- Effect of aging on human muscle architecture

Bijlage III | Afstudeerleerdoelen

BIII.1. Reflectieverslag Lianne

Beroepsspecifieke competenties

- *Testen en onderzoeken* | Het uitvoeren van een literatuuronderzoek.
 - Juiste zoektermen gebruiken
 - Artikelen kunnen beoordelen op relevantie
 - Verdiepend lezen
 - Scannen naar de informatie die je zoekt

Evaluatie na de afstudeerfase: Na een korte literatuurstudie tijdens de stageperiode, heb ik ervoor gekozen om tijdens het afstuderen 16 weken lang bezig te zijn met een literatuurstudie. Het was vooral in het begin lastig om precies de zoektermen te gebruiken waarmee je de relevante literatuur vindt. Hier kwam snel verbetering in, aangezien je steeds meer inzicht krijgt in het gebruik van de juiste zoektermen. De artikelen beoordelen op relevantie ging vanaf het begin goed, door de samenvatting te lezen kwam ik er al snel achter of het artikel relevant was voor het onderzoek. Daarna ging je de relevante artikelen verdiepend lezen en de informatie die voor ons onderzoek van belang is noteren. Je merkt wel dat hoe verder je in het onderzoek komt, je soms terug moet zoeken in de literatuur of je bepaalde informatie niet mee hebt genomen of dat dit niet vermeld staat in het artikel.

Algemene beroepsgerichte competenties

- *Communicatie* | Mondeling en schriftelijk uit kunnen drukken in het vakgebied.
 - Communiceren met mede-onderzoekers en begeleiders
 - Literatuurstudie uitvoeren
 - Onderzoeksrapport opstellen
 - Conclusies uit het onderzoek duidelijk op papier kunnen zetten

Evaluatie na de afstudeerfase: In het mondeling uitdrukken heb ik mezelf al verbeterd tijdens de twee stageperiodes van de opleiding. Toch blijf ik dit een leerdoel vinden voor mezelf, het kan nog steeds beter. Ook deze periode heb ik mezelf hier in verbeterd. Ik merk dat ik makkelijker praat en mijn mening duidelijker laat horen. Het schriftelijk opstellen en vastleggen van het onderzoek ging redelijk goed. Er is natuurlijk altijd ruimte voor verbetering, door de adviezen van de begeleiders is dit gelukt.

- *Management* | Het plannen, organiseren, coördineren en evalueren van het onderzoek.
 - Doorzettingsvermogen om doelen te bereiken binnen de tijdslimiet
 - Communiceren en samenwerken
 - Flexibel zijn

Evaluatie na de afstudeerfase: Na de twee stageperiodes is het voor mij heel duidelijk geworden dat het plannen van een langdurig onderzoek van cruciaal belang is. Voordat het afstuderen van start is gegaan is er een strakke planning gemaakt. Hier heb ik me zo goed mogelijk aan gehouden. Door een tegenslag op de snijzaal heb ik de planning één keer aan moeten passen. Aangezien we dit project met z'n tweeën uitvoeren is het belangrijk om goed te communiceren met elkaar, te kunnen samenwerken en flexibel te zijn. Dit verliep tijdens deze periode erg goed, je merkt dat je na zo'n periode goed op elkaar ingespeeld bent.

Persoonsgebonden competenties

- *Initiatief & aanpassingsvermogen* | Initiatief tonen en jezelf aan kunnen passen.
 - Zelf inzien wat er moet gebeuren en dit oppakken
 - Snel aanpassen aan veranderende werkomgeving
 - Prestatiegericht werken

Evaluatie na de afstudeerfase: Ook met het tonen van initiatief had ik in het verleden veel moeite, aangezien ik erg onzeker ben over mezelf. Ik merk dat, na de twee stageperiodes en deze afstudeerperiode, het tonen van initiatief veel beter en makkelijker gaat. Het gaat steeds meer vanzelf in plaats van dat ik er lang over na moet denken. Dit werkt voor mezelf ook veel prettiger. Ook is het erg belangrijk dat je je aan kunt passen aan je partner. Dit moet echter niet van één kant komen, gelukkig gebeurde dit van beide kanten en daardoor was de samenwerking erg aangenaam.

- *Zelfstandigheid* | Zelfstandig kunnen werken aan een langdurig project
 - Zelf problemen oplossen en deze oplossingen toepassen
 - Hoe ga je bepaalde vragen onderzoeken en welk antwoord wil je krijgen

Evaluatie na de afstudeerfase: Deze 16 weken waren voor mij een combinatie van veel zelfstandigheid, maar ook veel samenwerken aangezien we met z'n tweeën afstuderen. We hebben de literatuurstudie goed verdeeld, zodat we veel zelfstandig werkte. Ik heb de literatuurstudie naar de effecten van sarcopenie op de spiergeometrie uitgevoerd. Ook het verwerken van deze resultaten in de parallellogrammodellen hoorde hierbij. Het gaat steeds makkelijker om zelf problemen in te zien en hier een antwoord op te vinden. Natuurlijk kon ik altijd terecht bij de begeleiders vanuit school en de VU als ik vragen had. In deze vier jaar bij bewegingstechnologie merk ik dat ik veel zelfstandiger ben geworden.

Evaluatie afstudeerfase

Tijdens het afstuderen heb ik veel verschillende dingen geleerd, zoals hierboven ook te lezen is. Met name natuurlijk het uitvoeren van een literatuuronderzoek. Maar ook zoveel vernieuwende informatie over het gekozen onderwerp. De hele afstudeerperiode bleef dit onderwerp me interesseren, vooral het anatomie deel van het onderzoek bleef mijn aandacht vasthouden. Ik ben ervan overtuigd dat ik in de anatomie verder wil, hier ga ik dan ook nog een aanvullende opleiding in volgen.

BIII.2. Reflectieverslag Jolijn

Beroepsspecifieke Competenties	
Competentie 1: Testen en onderzoeken	
Leerdoel: <i>Ik wil het uitvoeren van een onderzoek op hoog niveau leren. Ons onderwerp heeft in zijn geheel te maken met een literatuurstudie. Ik wil mij hier meer in verdiepen en verbreden. Mijn kennis die ik nu bezit toepassen en vergroten. Ik wil een artikel verdiepend kunnen lezen en de belangrijkste delen eruit halen. Ik wil een literatuurstudie uitvoeren over een onderwerp dat verband houdt met het vakgebied anatomie.</i>	
Evaluatie leerdoel aan het eind van het afstuderen: <i>De scriptie die nu is geschreven is voor mij het hoogste niveau dat ik heb behaald, het uitvoeren van dit onderzoek ook. Het onderzoek wat is uitgevoerd is HBO-waardig en hoger dan mijn stageverslagen en voorgaande verslagen. Door het lezen van vele literatuur is mijn vocabulaire gegroeid, welke terug te vinden is in het verslag. Daarnaast wilde ik mij meer verdiepen in het onderzoeken door middel van een literatuurstudie. Ik vond dit erg interessant om te doen. Ik heb veel geleerd over welke methodes men uit kan voeren bij literatuurstudies en welke ik het beste kan toepassen. Daarnaast heb ik geleerd hoe je gemakkelijk de juiste literatuur kunt zoeken in verschillende databases en hoe je omgaat met het gebruik maken van verschillende trefwoorden.</i> <i>In het begin merkte ik dat ik veel literatuur lezen erg lastig vond, vooral de globale studie. Naderhand kreeg ik steeds meer een doel voor ogen wat ik precies wilde opzoeken en hoe artikelen in elkaar steken, waardoor ik gemakkelijker relevante literatuur kon selecteren. Zo leerde ik om met de systematische methode te werken, dit heeft mij erg geholpen om de juiste literatuur te vinden.</i>	
Algemene Beroepsgerichte Competenties	
Competentie 1: Management	
Leerdoel: <i>Ik wil mijn werk, projecten zelfstandig plannen, organiseren, coördineren en evalueren. Deze opdracht bied mij deze mogelijkheid aan. Het is veel zelfstandig werken. In mijn tweede stageperiode streefde ik mijn planning niet goed na. Dit wil ik nu verbeteren en wel goed nastreven. Tijdens deze afstudeerperiode zullen enkele aspecten worden verdeeld tussen Lianne en mij. Ik wil de onderwerpen die ik uitzoek op een haalbare wijze inplannen en uitvoeren. Per week wil ik bekijken of ik deze planning heb nagestreefd.</i>	
Evaluatie leerdoel aan het eind van het afstuderen: <i>Voorafgaande van de afstudeerperiode was ik mij ervan bewust dat mijn planning niet geheel goed was gegaan in mijn tweede stageperiode. Vele dingen moesten op het laatste moment gebeuren, dit wilde ik veranderen in mijn afstudeerperiode. Aan het begin, in het projectplan, had ik onder andere een planning gemaakt wanneer ik wat wilde afronden voor het verslag. De eerste weken merkte ik dat dit niet de juiste methode was. De planning was te globaal gemaakt, waardoor ik per week geen duidelijk doel voor ogen had, wat ik af moest ronden. Om deze reden heb ik zelf een nieuwe planning gemaakt om mij hier beter aan te gaan houden. Sommige dingen waren gezamenlijk werk met Lianne die afgerond dienden te worden, en enkele dingen diende ik zelfstandig af te ronden. De laatste weken heb ik mij hier goed aan kunnen houden. In de laatste weken merkte ik dat door de aanpassingen en verbeteringen van Herre en Daphne in de knoei kwam met mijn tijd. De tijd die ik extra nodig had om alles af te ronden, kon in het weekend inhalen, waardoor ik in de nieuwe week weer fris kon starten aan mijn taken en doelen die ik gesteld had. Het is mij gelukt om mijn planning na te streven.</i> <i>Op de volgende pagina mijn planning om aan te tonen hoe ik te werk ben geweest voor het behalen van mijn leerdoel.</i>	

Wanneer	Taken	Voldaan?
Week 12-05 t/m 23-05	- Parallellogrammodel VL af - Resultaten beschrijven	Ja
Maandag 12-05-14	Aanpassen - Inleiding - Methode - Resultaten parallellogrammodel	Ja
Dinsdag 13-05-14	Parallellogrammodel afronden met Lianne - Digitaliseren - Resultaten beter beschrijven	Ja
Woensdag 14-05-14	Resultaten uitwerken Krachttraining, artikelen uitwerken	Ja
Donderdag 15-05-14	Resultaten uitwerken Krachttraining, artikelen uitwerken	Ja
Vrijdag 16-05-14	- Afspraak Herre - Verbeteringen toepassen	Ja

Wanneer	Taken	Voldaan?
Week 19-05 t/m 23-05	- Inleiding + methode volledig af - Resultaten allen beschreven + uitgewerkt - Start maken aan de discussie	
Maandag 19-05-14	Verbeteren: - Inleiding - Methode - Resultaten parallellogrammodel	Ja
Dinsdag 20-05-14	Puntjes op de i met de verbetering Resultaten uitwerken Krachttraining, artikelen uitwerken (min3)	Ja
Woensdag 21-05-14	Resultaten uitwerken Krachttraining, artikelen uitwerken (min3)	Ja
Donderdag 22-05-14	Resultaten uitwerken Krachttraining, artikelen uitwerken (min3)	Ja
Vrijdag 23-05-14	- Resultaten samenvoegen (veroudering vs. training) - Start maken aan discussie - Discussie punten beschrijven en verdelen	Ja, Resultaten training niet volledig uitgewerkt (weekend afmaken)

Wanneer	Taken	Voldaan?
Week 26-05 t/m 30-05	- Resultaten volledig uitgewerkt hebben - Discussie schrijven, alle discussiepunten benoemen/opschrijven en uitwerken - Model tijdens veroudering/ na training	Ja
Maandag 26-05-14	- Resultaten volledig uitgewerkt hebben - Samenvoegen / plaatsing spiergeometrie - Discussiepunten uitschrijven - Logische volgorde maken	Resultaten, Ja Discussie, Ja
Dinsdag 27-05-14	Resultaten verbetering inleveren en terugkrijgen van Herre - Deze verbeteren Discussiepunten uitwerken - Over model+training	Ja
Woensdag 28-05-14	Discussiepunten uitwerken Over model+training	Ja
Donderdag 29-05-14	Familie hockeytoernooi Jolijn	Ja
Vrijdag 30-05-14	Discussiepunten uitwerken Over model+training	Ja, artikelen spiergeometrie training moet aangevuld worden

Wanneer	Taken	Voldaan?
Week 02-06 t/m 06-06	Inleiding verbeteren naar Daphne Methode verbeteren naar Daphne Resultaten verbeteren naar Daphne Discussie schrijven	Niet geheel
Maandag 02-06-14	Inleiding+Methode+resultaten verbeteren Spiergeometrietaining aanvullen	Ja
Dinsdag 03-06-14	Inleiding+Methode+resultaten verbeteren Spiergeometrietaining aanvullen	Ja
Woensdag 04-06-14	Spiergeometrietaining aanvullen + discussie schrijven	Ja
Donderdag 05-06-14	Gesprek Herre + Daphne Toevoegingen verbeteren	Nee
Vrijdag 06-06-14	Discussie afronden	Deels

Wanneer	Taken	Voldaan?
Week 09-06 t/m 13-06	Toevoegingen Herre+daphne verbeteren Discussie afronden Conclusie schrijven Samenvatting + voorwoord Literatuur +tabel +figuur verwijzingen checken	Ja
Maandag 09-06-14	Toevoegingen verbeteren Zoektermen uitwerken	Ja
Dinsdag 10-06-14	Conclusie schrijven Discussie afronden Samenvatting + voorwoord verbeteren en aanvullen Nummering checken	Ja
Woensdag 11-06-14	Literatuur zoeken, extra bewijsmateriaal	Ja
Donderdag 12-06-14	Literatuur zoeken, extra bewijsmateriaal Verslag verbeteren	Ja
Vrijdag 13-06-14	Gesprek Herre, Toevoegingen verbeteren	Ja

Wanneer	Taken	Voldaan?
Week 16-06 t/m 18-06	Laatste opmaak Printen & Inleveren Laatste commentaar Daphne verwerken	Ja
Maandag 16-06-14	Commentaar Daphne verwerken+aanpassen	Ja
Dinsdag 17-06-14	Verslag op spelling controleren	Ja
Woensdag 18-06-14	Printen/inleveren	Ja

Persoonsgebonden Competenties

Competentie 1

Zelfstandig

Leerdoel:

Ik wil zelfstandig leren op een hoger niveau een oplossingsmethode te kiezen en te werken aan een project. Mijn eigen verkregen inzicht wil ik toepassen op het onderzoek.

Evaluatie leerdoel aan het eind van het afstuderen:

In dit literatuuronderzoek werd veel gevraagd om mijn eigen verkregen inzicht te verwerken in de gevonden literatuur. Ik ging vooral met vragen door mijn hoofd, als: klopt het wel wat deze onderzoekers beschrijven? Kan dit ook daadwerkelijk aangetoond worden? En kan dit theoretisch of praktisch onderbouwd worden? Met dit soort vragen ging ik de resultaten van het literatuuronderzoek doorlopen om te zoeken naar vragen of onjuistheden, welke besproken zijn in de discussie.

Soms vond ik het lastig om geheel zelfstandig mijn verkregen inzicht toe te passen. In overleg met Lianne heb ik dit uitgevoerd, aangezien wij deze scriptie samen schrijven. Ik heb geleerd om eerst zelf na te denken en een keuze te maken, vervolgens daarna bij onduidelijkheid alsnog te vragen naar een eventuele oplossing.

Lianne en ik hebben veel zelfstandig gewerkt aan onze scriptie. De taken hadden wij beide duidelijk verdeeld. Lianne werkte vooral aan het stuk wat de invloed was van sarcopenie op de spiergeometrie van onder andere de m. vastus lateralis en ik werkte aan het deel welke invloed training heeft op de spiergeometrie van de m. vastus lateralis bij ouderen. De literatuurstudie werd op deze wijze verdeeld. Daarnaast bespraken wij iedere keer of wij beide eens waren met de gevonden literatuur. Naast het samenwerken werd er dus veel zelfstandig gewerkt aan het onderzoek.