

3D-printen in de paramedische zorg

Minor Zorgtechnologie

De centrale vraag van het project van de minor "Zorgtechnologie" aan de Hogeschool van Amsterdam was: "Wat zijn de mogelijkheden van 3D-printen binnen de paramedische zorg".

Destijds is de keuze gemaakt deze vraag aan de hand van een specifiek geprint object te beantwoorden om een concreet voorbeeld te hebben van een toepassingsmogelijkheid van 3D-printen binnen de paramedische zorg. Zo kon bijvoorbeeld getest worden welke printtechniek het beste getest kon worden en welke printer het meest geschikt was kijkend naar prijs/kwaliteit verhouding. Gekozen is voor een Oval-8 vingerspalk omdat de ervaring van een projectlid leerde dat op de mytyschool waar zij stage liep de standaardmaten niet altijd paste en dat de kinderen de kleur saai vonden en daardoor de spalken ook minder droegen.

Na deze keuze is de onderzoeksvraag herzien en zijn 2 vragen geformuleerd:

1. Is het goedkoper, sneller en comfortabeler voor de cliënt om een vingerspalk 3D-te printen in vergelijking tot de huidige manier van het maken van een vingerspalk?
2. Is het mogelijk dat paramedici het 3D-printen zelf toe gaan passen in de praktijk?

Vervolgens zijn 13 interviews gehouden onder paramedici (waarvan 9 ergotherapeuten, 3 fysiotherapeuten en 1 orthopedisch instrumentmaker) om onder andere uit te vragen wat hun visie is van 3D-printen binnen hun vakgebied. De meest relevante uitkomsten waren:

- Elke geïnterviewde gaf aan geïnteresseerd te zijn in het 3D-printen.
- Ongeveer de helft van alle geïnterviewden had enige kennis van het huidige proces van 3D-printen.
- De meeste geïnterviewden staan er voor open om het 3D-printen te gebruiken, om zo tijd en kosten te kunnen besparen.
- Alle geïnterviewden willen gebruik maken van een technisch ontwerper om een 3D ontwerp te maken, aangezien het modelleren zelf veel tijd kost en moeilijk is.

Tegelijk met het afnemen van interviews is ook begonnen met het 3D-modelleren van de vingerspalk. Na een keuzematrix opgesteld te hebben is gekozen voor Rhinoceros in combinatie met Grasshopper.

Rhinoceros is een 3D modelleerprogramma waarin 3D modellen (zoals de Oval-8 vingerspalk) gemaakt kunnen worden. Deze kunnen vervolgens geprint worden.

Het modelleren heeft een steile leercurve en werd daardoor door de projectgroep als niet geschikt bevonden voor paramedici om te leren. Om het maken van een spalk makkelijker en toegankelijker te maken is gekozen om Grasshopper te integreren. Grasshopper is een programma dat gratis te downloaden is als implementatie in Rhinoceros. Het kan parameters aan een product koppelen waardoor het product met een paar waardes aanpasbaar is. Dit zorgt ervoor dat paramedici die met dit model gaan werken, geen kennis nodig hoeven te hebben van modelleren. Zij hoeven nu alleen maar de juiste maten in te voeren die maken dat de spalk in de juiste maat geprint wordt. Om deze reden kost het ook minder tijd om de vingerspalk op maat te maken. Omdat het programmeren voor Grasshopper erg moeilijk bleek, is een designer bij de

Waag Society gevraagd om te helpen. De projectgroep welke enkel bestond uit paramedici kon dit niet zonder hem.

Na het opstellen van een keuzematrix voor het kiezen van de beste printer is de Form 1+ gekozen. De techniek die deze printer gebruikt zorgde in theorie voor het beste resultaat. We hebben tijdens de minor niet de mogelijkheid gehad deze printer te testen maar wel een printer die dezelfde techniek gebruikt en het resultaat was indrukwekkend. De oppervlakte was zeer glad zodat er zo min mogelijk frictie met de huid aanwezig is.


Keuzematrix 3D-printers


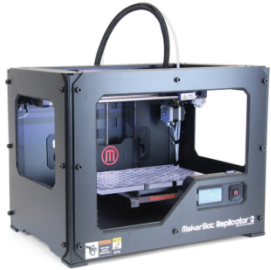
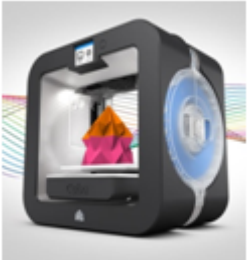
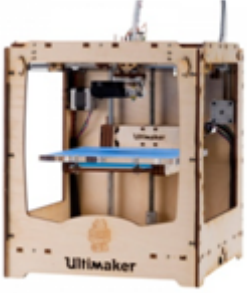
Voor het kiezen van een geschikte 3D-printer is allereerst bronnenonderzoek op het internet uitgevoerd en is een expert bij Waag Society geraadpleegd. Uit dit onderzoek zijn een aantal potentieel geschikte printers naar voren gekomen. Vervolgens zijn via de opdrachtgever, Waag Society te Amsterdam, en het FabLab te Enschede twee verschillende printers uitgetest. Voor het kiezen van een geschikte 3D-printer zijn de volgende criteria gevolgd:

1. kwaliteit spalk
2. Gebruikte techniek en soort materiaal
3. Kosten spalk
4. Gebruiksvriendelijkheid
5. Kosten printer
6. Snelheid van printen

Voor bovenstaande criteria is bewust gekozen omdat zij een verschil kunnen maken in vergelijking met de op dit moment gangbare wachttijd en productietijd van vingerspalken. Zo is de wachttijd momenteel voor een spalk doorgaans twee a drie dagen. Met een 3D-printer kan die wachttijd aanzienlijk verkort worden naar 2 uur. De snelheid van een printer is dus van belang voor het verkorten van de wachttijd. Het idee is dat een 3D-printer ook bedient kan worden door paramedici zelf, daarom is het belangrijk dat de hoeveelheid nawerk aan de spalk zo laag mogelijk dient te zijn. Om een verschil in kosten te kunnen maken zijn zowel de kosten van de printer als de kosten van het materiaal van belang. Tot slot is het soort materiaal waar de spalk van gemaakt wordt essentieel. Het dient een stevig en glad te zijn om zo weinig mogelijk frictie met de huid te veroorzaken.

In de onderstaande tabel zijn de specificaties per printer beschreven.

3D printer	Functie	Prijs	Materiaal	Kosten
Form 1 	Stereolithography technologie: Met een laser wordt hars gestold. Maximale afmeting: 12,5x12,5x16,5 cm Snelheid 1-3 cm/per uur 0,002 - 0,008 mm/s ("Form 1", 2014)	€2779,- inclusief materiaal	Resin (hars)	€3,294

<p>Titan 1</p> 	<p>Stereolithography technologie: Met een laser wordt hars gestold.</p> <p>Maximale afmeting: 19,2x10,8x24,3 cm</p> <p>Snelheid bij hoogste resolutie 1,9 inch/ 4,8 cm per uur 0,013 mm/s ("Titan", 2014)</p>	<p>€3770,-</p>	<p>Resin (hars)</p>	<p>€3,294</p>
<p>Replicator 2</p> 	<p>Fused Filament Fabrication (FFF)</p> <p>Maximale afmeting: 28,5x15,3x15,5 cm</p> <p>Snelheid 90 mm/s ('Makerbot Replicator 2", 2014).</p>	<p>€1700,-</p>	<p>PLA filament</p>	<p>€0,258</p>
<p>Cube</p> 	<p>Plastic Jet Printing</p> <p>Maximale afmeting: 15,25x15,25x15,25 cm</p> <p>Snelheid 15 mm/s ("Cube", 2014).</p>	<p>€989,- inclusief materiaal</p>	<p>PLA/ABS filament</p>	<p>€0,258</p>
<p>Ultimaker</p> 	<p>Fused Filament Fabrication (FFF)</p> <p>Maximale afmeting: 23 x 22,5 x 20,5 cm</p> <p>Snelheid 30-300 mm/s ("Ultimaker", 2014).</p>	<p>995,-</p>	<p>PLA/ABS filament Kapton tape</p>	<p>€0,258</p>

Tabel 1

Ervaringen

Van de bovenstaande printers is alleen de Ultimaker daadwerkelijk getest. Daarna is een printer getest die dezelfde techniek gebruikt als de Form 1 en de Titan 1. Zo zijn beide technieken die de vijf printers gebruiken getest.

PLA techniek

Het model dat uit de Ultimaker 3D-printer kwam was stevig genoeg om de extensie van het PIP gewricht eruit te halen. Wel was de oppervlakte niet vlak en bevatte het veel scherpe randjes waardoor de spalk niet draagbaar is voor langere perioden dan een paar minuten. Deze zullen eerst nog weggehaald moeten worden met een nabehandeling met een veil. Op deze manier gaat de kwaliteit van de spalk omhoog en is hij draagbaar.

Resin techniek

Bij het FabLab in Enschede lag de mogelijkheid om met een hars gebaseerde 3D-printer het model te printen. De spalk die uit deze printer kwam was stevig genoeg om de extensie uit het PIP gewricht te halen. Het oppervlakte was na het verwijderen van het steunmateriaal (dit is materiaal wat geprint wordt om te zorgen voor genoeg steun tijdens het printen wat later verwijderd kan worden) glad en bevatte geen scherpe randjes. De spalk kan gedragen worden voor een dag en er ontstaat geen irritatie.

Kosten

De kosten in de laatste kolom zijn berekent per spalk aan de hand van de prijs die betaald wordt voor het materiaal (inclusief het verwijderbare steunmateriaal).

Resin

Voor de printers die met de Resin techniek werken zijn de kosten €135,- per liter = kilogram (Formlabs; 2015). Een spalk geprint met deze techniek weegt 24,4 gram. De som die hierbij hoort is:

$$\frac{\text{€}135,- \times 24.4\text{gr}}{1000\text{gr}} = \text{€}3,294$$

De kosten voor een spalk geprint met een Resin printer zijn €3,294.

PLA

De kosten van een spalk geprint met een PLA printer zijn lager. 750 gram materiaal kost €24,20. De spalk geprint met deze techniek is lichter: 8 gram. De som die hierbij hoort is:

$$\frac{\text{€}24,20 \times 8\text{gr}}{750\text{gr}} = \text{€}0,258$$

De kosten voor een spalk geprint met een PLA printer zijn €0,258.

Keuzematrix

Een keuzematrix is een tabel waarbij verschillende vormen en verschillende kwaliteiten van een product met elkaar worden vergeleken aan de hand van cijfers tussen één en vijf. Een waarde van één betekent dat een kwaliteit niet voldoet aan de gewenste eis en een waarde van vijf dat het volledig beantwoordt aan de gevraagde eis. In tabel 3 worden de vijf verschillende 3D-printers in een keuzematrix vergeleken aan de hand van de eerder beschreven criteria. De resultaten van de keuzematrix wegen mee in onze uiteindelijke conclusie.

Criteria	Wegings- factor	Form 1	Titan 1	Replicator 2	Cube	Ultimaker
Kwaliteit spalk	5	5	5	2	2	2
Gebruikte techniek met materiaal	5	5	5	2	2	2
Kosten spalk	5	3	3	5	5	5
Gebruiksvriendelijkheid	3	4	4	2	2	2
Kosten printer	3	2	1	3	5	5
Snelheid	2	1	2	4	3	5
Totaal	max. 115	85	84	68	72	76

Tabel 2

Aanbeveling

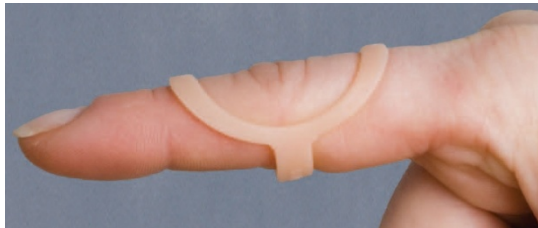
Op basis van bovenstaande keuzematrix kan geconcludeerd worden dat de Form 1 de meest geschikte printer is. Het verdere onderzoek en de daarbij praktijkervaring met verschillende printers zal de uiteindelijke doorslag geven.

3D-printen in de fysiotherapie

Beroepsopdracht/scriptie

Aanleiding

Vóór deze beroepsopdracht is de minor zorgtechnologie gevolgd. Tijdens deze minor is onderzocht hoe een door de Oval-8 geïnspireerde vingerspalk zo simpel mogelijk op maat gemaakt kan worden om hem vervolgens 3D-te printen.



Er werd bedacht een databank te creëren waarin hulpmiddelen komen te staan die ondersteuning bieden bij de behandeling van patiënten. Deze hulpmiddelen kunnen op maat worden gemaakt en hierdoor hoeft de paramedicus alleen bepaalde waarden in te voeren (bijv. lengte, breedte en hoogte) en niet het hele hulpmiddel opnieuw te ontwerpen. Hulpmiddelen die in de database kunnen komen te staan zijn bijvoorbeeld gepersonaliseerd bestek, handvatten en de vingerspalk die reeds gemaakt is.

Op dit moment is alleen een vingerspalk gemaakt en onderzoek gedaan bij 11 ergotherapeuten en twee fysiotherapeuten hoe ze de 3D-printer willen gebruiken. Tijdens deze beroepsopdracht wordt onderzocht hoe de fysiotherapeuten de 3D-printer zouden willen gebruiken als ze de mogelijkheid hadden. Ook wordt onderzocht wat mogelijkheden zijn van 3D-printen binnen de fysiotherapie

Probleemanalyse

Het op maat laten maken van een hulpmiddel (bijvoorbeeld spalken, handvatten, krukken) is duur. Het verschilt per spalk wat de kosten zijn. De oval-8 die geproduceerd is tijdens de Minor, is in principe een kleine spalk met weinig kosten. Echter is toen al gebleken dat de spalk 3D-geprint 52 keer goedkoper is in vergelijking met andere op maat gemaakte spalken met dezelfde functie. De prijs van die spalk was 160 euro en 3D-geprint kostte het 3 euro. De spalk op de reguliere manier is duur omdat het veel arbeidsuren in beslag neemt om de goede pasvorm te krijgen. Vaak kost het veel tijd voor de patiënt om het hulpmiddel aan te laten meten doordat er veel getest moet worden of iets de juiste maat is. Deze redenen hebben ermee te maken dat er veel tijd zit tussen de aanvraag van een spalk en totdat deze gebruiksklaar is wat maakt dat de patiënt langer met zijn klacht blijft zitten.

De hypothese van het bovenstaande probleem is dat door middel van 3D-printen het op maat laten maken van een hulpmiddel veel sneller en goedkoper kan.

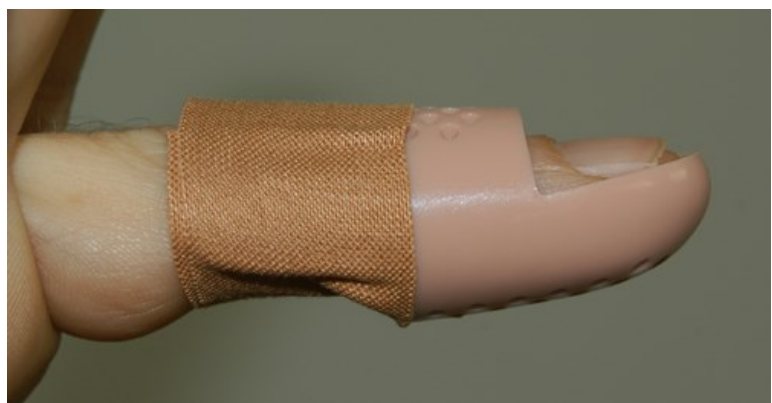
Methode

Er is gestart met een literatuurstudie om erachter te komen hoe de 3D-printer op dit moment gebruikt wordt binnen de fysiotherapie. Hier zijn Pubmed en The Cochrane Library als database voor gebruikt en wanneer hier te weinig artikelen uit voort kwamen, zou Google geraadpleegd worden voor eventuele nieuwsberichten.

Er zijn verschillende fysiotherapie praktijken benaderd met de vraag of ze mee willen werken aan ons onderzoek om te kijken waar de mogelijkheden liggen voor 3D-printen. Bij de fysiotherapeuten is door middel van interviews onderzocht waar volgens hen de mogelijkheden liggen van 3D-printen binnen hun vakgebied en hoe het mogelijk in de toekomst gebruikt kan worden. Ook zal er een product worden geprint wat in de interviews naar voren is gekomen om een concrete vergelijking te maken met de huidige manier.

Resultaten

Er is niks bekend over het gebruik van 3D-printen door een fysiotherapeut. Wel worden er protheses gebruikt die gemaakt zijn met een 3D-printer. De verwachting is dat dit minder complicaties zal geven tijdens het herstel, wat het herstel bevordert en de fysiotherapeut minder behandeltime nodig heeft.



Uit de interviews kwam naar voren dat fysiotherapeuten weinig weten over 3D-printen en dat ze het moeilijk vinden om een toepassingsmogelijkheid te vinden. Het idee dat uitgewerkt is, is de verlengde Mallet spalk (figuur 3). Door middel van 3D-printen kost het maken van een spalk €3,615 in plaats van €7,- en kost het 2 uur om hem te maken in plaats van 24 uur als men de originele via internet bestelt.



Figuur 4: Verlengde 3D-geprinte Mallet spalk

Discussie

Er zal nog verder onderzoek moeten worden gedaan naar de toepasbaarheid van 3D-printen binnen de fysiotherapie. Doordat er weinig tijd was om de praktijken te benaderen en om de interviews te houden is er niet een grootschalig onderzoek gedaan.

De kwaliteit van de spalk uit de 3D-printer is niet hoog genoeg met de 3D-printers die in deze beroepsopdracht zijn gebruikt. Met een andere printer kunnen hoogwaardigere producten worden bewerkstelligt.

Met gebruik van een scanner zou een object zeer makkelijk op maat gemaakt kunnen worden. De mogelijkheid om dit te testen was niet aanwezig maar is voor vervolgonderzoek een interessante benadering.

Conclusie

Er is nog niks bekend over het gebruik van 3D-printen door een fysiotherapeut in de literatuur. Uit de interviews kwam naar voren dat de 3D-printer handig kan zijn met name voor het maken van spalken en voor oefenmaterialen. Het ontwerpen van het prototype van een Mallet spalk is goed gelukt. Het is mogelijk deze te dragen voor langere perioden wanneer een andere techniek printer wordt gebruikt dan de Ultimaker gebruikt. Het 3D-printen van een verlengde Mallet spalk is goedkoper en sneller waardoor de patiënt eerder geholpen kan worden. De 3D-printer kan worden ingezet in de fysiotherapie als het gaat om het maken van een verlengde Mallet spalk.