

Juni 2014



Opleiding Bewegingstechnologie
Haagse Hogeschool
Den Haag

Y.V. van de Ven



**[HET EFFECT VAN EEN OPGELEGDE
AANDRIJFTECHNIEK IN EEN
CONVENTIONELE SPORTROLSTOEL]**

Auteur: Y.V. van de Ven

Studentnummer: 10007709

HET EFFECT VAN EEN OPGELEGDE AANDRIJFTECHNIEK IN EEN CONVENTIONELE SPORTROLSTOEL

Bewegingstechnologie
Haagse Hogeschool
Den haag

1^{ste} begeleider: Dhr. Van der Slikke
2^{de} begeleider: Mevr. Berger

Juni 2014

Het effect van een opgelegde aandrijftechniek in een conventionele sportrolstoel

Y.V. VAN DE VEN

Afstudeeronderzoek aan de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool te Den Haag

Samenvatting

Doel: Dit onderzoek richt zich binnen het rolstoelrijden op het effect van aandrijftechniek op de sprintsnelheid. Heeft het aanleren van een techniek met de handen meer naar voren bij het aangrijpen van de hoepel een positief effect op de 10 meter sprint tijd, versnellingen en snelheden? Is een dergelijke techniek goed aan te leren? **Methode:** Het effect van een opgelegde plaats van aangrijpen op de hoepel is onderzocht door 16 proefpersonen over twee groepen te verdelen: een testgroep en een controlegroep. Na twee weken meten en trainen met de eigen aangrijpplaats werd de testgroep een aangrijpplaats opgelegd. De controlegroep bleef met de eigen techniek aandrijven. De opgelegde aangrijpplaats lag verder naar voren dan wanneer de proefpersoon vrij is om een aangrijpplaats te kiezen. Door middel van een x-IMU (x-io Technologies Limited) (o.a. accelerometer) zijn de 10 meter sprint tijden, frameversnellingen en framesnelheden bepaald. Aan de hand van de beelden van twee camera's (Casio Exilim HS ex-fh100) zijn de plaats van aangrijpen, de plaats van loslaten en de afstand hiertussen bepaald. De proefpersonen uit de testgroep kregen mondelinge en visuele feedback op de aangrijpplaats. **Resultaten:** Bij de eindmeting was de 10 meter sprint tijd korter voor de controlegroep. De versnellingen van de testgroep zijn hoger op snelheden van 0 m/s tot 0,9 m/s en van 1,4 m/s tot 1,8 m/s. De hoek waarop de proefpersonen uit de testgroep moesten aangrijpen is vastgesteld (47°). Tijdens de eindmeting bleek de gemiddelde plaats waar de proefpersonen uit de testgroep daadwerkelijk aangrepen gemiddeld verder naar achteren te liggen: $57,5^\circ(\pm 8,5^\circ)$. De plaats waar losgelaten werd lag gemiddeld op $-1,7^\circ(\pm 7,8^\circ)$. De totale pushlengte was $59,2^\circ$. **Discussie:** De versnellingen bleken lager bij de testgroep tussen 0,9 m/s en 1,4 m/s. Dit komt naar verwachting omdat de pushfrequentie van de testgroep hoger ligt, daardoor wordt de fase tussen twee aandrijffases eerder bereikt. Mogelijk is dat de 10 meter sprint sneller afgelegd wordt wanneer de persoon tot een snelheid van 1,8 m/s een aangrijpplaats gebruikt die verder naar voren ligt (57°), dan dat de persoon uit zichzelf zou doen. Een andere plaats van aangrijpen, dan de eigen plaats van aangrijpen, is trainbaar. De personen neigen wel naar een hogere aangrijpplaats dan is opgelegd.

Inleiding

Aanleiding

Iedere rolstoelsport stelt andere eisen aan de atleet en rolstoel: bij rolstoelatletiek moet een bepaalde afstand zo snel mogelijk afgelegd worden terwijl bij rolstoelbasketbal factoren als wendbaarheid, speloverzicht en hoge acceleraties vanaf stilstand belangrijk zijn (Vanlandewijck, Theisen, & Daly, 2001). Om aan deze eisen te voldoen worden in iedere sport andere sportrolstoelen gebruikt, de

conventionele sportrolstoel (bij basketbal) en de sprintrolstoel (bij atletiek). In sommige facetten van de sport kunnen de eisen van verschillende sporten gelijk zijn: tijdens een counter bij basketbal wil een sporter zo snel mogelijk naar de andere kant van het veld, dit is vergelijkbaar met een sprint in de atletiek. Toch blijkt dat er in die situaties, voor hetzelfde doel (snelle verplaatsing), verschillende aandrijftechnieken gebruikt worden. Uit literatuur blijkt dat de plaats van aangrijpen en loslaten van de hoepel, bij een

sprint in een conventionele sportrolstoel (De Groot, De Bruin, Noomen, & Van der Woude, 2008) niet hetzelfde is als bij een sprint in een sprintrolstoel (Chow, Milikan, Carlton, Morse, & Chae, 2000). In dit onderzoek wordt er gekeken of de aandrijftechniek tijdens het sprinten in een sprintrolstoel (met een aangrijpplaats verder naar voren), toepasbaar is in een conventionele sportrolstoel en of dit leidt tot een snellere sprint, ondanks het grote verschil tussen de rolstoelen, zoals hoepeldiameter, zitpositie, zithoogte etc.

Aandrijftechniek

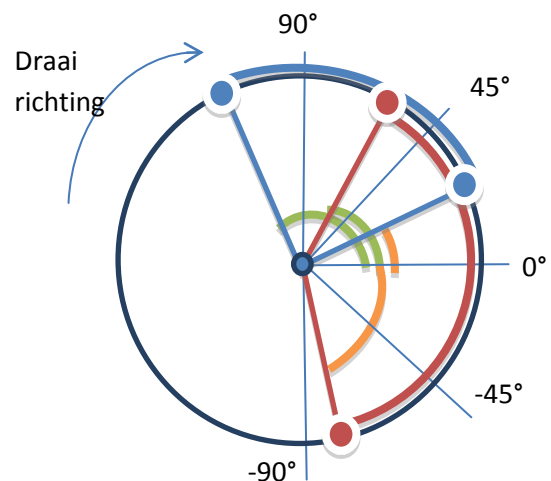
De aandrijftechniek wordt in dit onderzoek beschreven als een combinatie van drie variabelen: aangrijphoek, releasehoek en pushlengte, alle in graden. De aangrijphoek is de hoek die de plaats van het eerste hand-hoepelcontact maakt met de horizontale lijn ter hoogte van de as. Dit zijn de groene bogen in figuur 1. De releasehoek is de hoek die de plaats waarop het hand-hoepelcontact verbroken wordt maakt met de horizontale lijn ter hoogte van de as, de oranje bogen. De horizontale lijn ter hoogte van de as is 0°. Het hoogste punt op de hoepel is 90° en het laagste punt op de hoepel is -90°.

De aangrijphoek, releasehoek en de as vormen een driehoek, de hoek bij de as geeft de pushlengte in graden weer: aangrijphoek minus releasehoek.

Uit eerdere onderzoeken naar de aandrijftechniek, bij een 100 meter sprint in een sprintrolstoel, blijkt dat de aangrijphoek op 59,7° ($\pm 11,5^\circ$) ligt en de releasehoek op -80,9° ($\pm 24,3^\circ$) (Chow et al, 2000). Hieruit volgt een gemiddelde pushlengte van 139°. Dit is weergegeven met de rode boog in figuur 1.

Er is ook onderzoek gedaan naar de aandrijftechniek in de conventionele sportrolstoel. Na zeven weken training op lage intensiteit (30% hartslagreserve) blijkt dat de aangrijphoek op 117,35° ligt en de releasehoek op 28,82° (De

Groot et al, 2008). Hieruit volgt een pushlengte van 88,53°.



Figuur 1

De blauwe boog geeft de propulsiefase bij de conventionele sportrolstoel weer, de rode boog geeft de propulsiefase bij de sprintrolstoel weer. Hiervan zijn met de groene bogen de aangrijphoeken weergegeven en met de oranje bogen de releasehoeken weergegeven.

Trainen

Door training kan een rolstoelsporter zijn aandrijftechniek veranderen, met bijvoorbeeld een toename van de pushlengte en verplaatsing van de aangrijpplaats (De Groot et al, 2008). Daarom zal de eerste twee weken getraind worden door de proefpersonen met hun eigen aangrijpplaats, na deze twee weken wordt verwacht dat de versnellingen, snelheden en aandrijftechniek stabiel zijn, zoals blijkt uit eerder onderzoek (Vegter, De Groot, Lamothe, Veeger, & Van der Woude, 2011). Ook blijkt de efficiëntie (percentage interne kracht gebruikt voor externe kracht overgedragen aan de hoepel) na 12 minuten training voor ongetrainde proefpersonen gelijk te zijn (Vegter, De Groot, Lamothe, Veeger, & Van der Woude, 2014). Na de eerste twee weken wordt er door de helft van de proefpersonen vier weken getraind met een opgelegde aangrijpplaats (testgroep). De overige proefpersonen (controlegroep) trainen in deze vier weken door met hun eigen aangrijpplaats (vrije aangrijpplaats).

Hoofdvraag

De hoofdvraag van dit onderzoek is: leidt een lagere, opgelegde aangrijpplaats tot een snellere 10 meter sprint dan een vrije aangrijpplaats? Voor nadere analyse wordt ook de volgende vraag beantwoord: zijn er fases (snelheden) tijdens de sprint waarin de versnellingen bij de testgroep hoger zijn dan bij de controlegroep? Wanneer tijdens verschillende fases van de sprint een andere groep hogere versnellingen genereert, wordt gekeken of een wisseling van aangrijpplaats bij zou kunnen dragen aan snellere 10 meter sprint.

Daarnaast wordt ook onderzocht of een opgelegde aangrijpplaats trainbaar is. Om dit te onderzoeken wordt gekeken of er, door de testgroep, op de opgelegde aangrijpplaats aangegrepen wordt. Als verdieping wordt ook naar releaseplaats en pushlengte gekeken.

Verwachtingen

Verwacht wordt dat de testgroep de 10 meter sprint sneller aflegt dan de controlegroep, waarbij het verschil vooral aan het begin van de sprint gemaakt wordt. Naarmate de snelheid oploopt zal de lengte van de push langer worden (Moss, Fowler, & Goosey-Tolfrey, 2005). Omdat bij de testgroep de aangrijpplaats vast staat en de releaseplaats door de zitpositie niet ver onder 0° zal komen, wordt verwacht dat de pushfrequentie hoger zal zijn dan bij de controlegroep. In het begin van de spint zal dit een voordelig effect hebben op de versnelling ten opzichte van de controlegroep, bij hogere snelheden zal de controlegroep hogere versnellingen kunnen genereren door de langere pushlengte.

Verwacht wordt dat de opgelegde aangrijpplaats uitgevoerd wordt door de testgroep.

Methode

Proefpersonen

In dit onderzoek worden 16 valide personen onderzocht. De proefpersonen mogen geen fysieke of conditionele beperkingen hebben tijdens inspanning. De proefpersonen mogen geen ervaring hebben met het rijden in een rolstoel. Ook mag geen van de proefpersonen een sport hoger dan amateurniveau beoefenen. De gebruikte rolstoel is een Quicky MatchPoint sportrolstoel, zie figuur 3 (pagina 6).

Metingen

Algemene opzet

In tabel 1 is de opzet te zien van twee weken meten en trainen. In totaal duurt het onderzoek zes weken. De opzet voor week drie tot en met zes is hetzelfde. Een proefpersoon heeft twee keer per week een meetdag. Iedere meetdag is als volgt opgedeeld: per ronde doen de proefpersonen om de beurt twee sprints. In de eerste ronde wordt gemeten, vanaf ronde twee zijn het trainingen. In totaal zijn er negen rondes. Alle proefpersonen ronden eerst ronde één af, voordat er verder wordt gegaan met ronde twee. De volgorde van de proefpersonen in iedere ronde blijft steeds gelijk.

Iedere sprint bestaat uit 16 meter. In deze 16 meter is ruimte voor minimaal 6 pushes. Dit is berekend uit de topsnelheid (4 m/s), gedurende 3 seconde, met een 25% marge (Moss et al, 2005). Uit deze afstand wordt de eerste 10 meter gebruikt voor data analyse van de versnellingen. De gemiddelde aangrijphoek, releasehoek en versnellingen worden over de volledige 16 meter berekend.

De proefpersonen mogen zelf bepalen wanneer de metingen plaatsvinden, omdat de proefpersonen niet altijd beschikbaar zijn. Tussen twee meetdagen moet altijd één rustdag zitten.

Meetweek:	1		2	
Meetdag:	1	2	3	4

	Proef-persoon 1	Proef-persoon 2	Proef-persoon 3	Proef-persoon 4
1 ^e ronde	Meting 1 & 2	Meting 1 & 2	Meting 1 & 2	Meting 1 & 2
2 ^e ronde	Training 1 & 2	Training 1 & 2	Training 1 & 2	Training 1 & 2
3 ^e ronde	Training 3 & 4	Training 3 & 4	Training 3 & 4	Training 3 & 4

Tabel 1

Boven: de opbouw van de meetweken.

Onder: de opbouw van een meetdag. Deze opbouw is voor iedere meetdag hetzelfde.

Verdeling van de proefpersonen

In de eerste twee weken trainen alle proefpersonen met de vrije aangrijpplaats: aan de proefpersonen wordt slechts verteld dat ze de 16 meter zo snel mogelijk moeten afleggen. Voor week drie worden er twee groepen gevormd: een testgroep en een controlegroep.

Aan de hand van de resultaten van de 10 meter sprint tijd in de tweede week worden de proefpersonen in de twee groepen verdeeld. De verdeling vindt plaats door de 'matched pairs' methode (McLeod, 2007). De snelste proefpersoon wordt in de testgroep geplaatst, de tweede en derde snelste proefpersoon in de controlegroep, de vierde en vijfde snelste persoon weer in de testgroep en zo per twee verder. De tijd die de proefpersonen nodig hebben om 10 meter af te leggen is op deze manier per groep gemiddeld gelijk in week twee (nulmeting). De opzet van de metingen blijft gelijk, slechts de gebruikte aangrijpplaats veranderd voor de

testgroep. De controlegroep blijft de vrije aangrijpplaats gebruiken en wordt niet geïnformeerd over de aangrijpplaats die de testgroep opgelegd krijgt.

Trainen met een opgelegde aangrijpplaats

Als de groepen na de nulmeting zijn verdeeld, gaan acht van de proefpersonen trainen met de opgelegde aangrijpplaats. Tijdens de sprints wordt er visueel feedback gegeven door middel van een tie-wrap, zie figuur 2. Deze tie-wrap geeft de plaats weer waar aangegrepen moet worden. De onderzoeker let op of de opgelegde aangrijpplaats aangehouden wordt. Als dit niet het geval is wordt er mondelinge feedback gegeven tijdens en na de sprint, dit gebeurt zowel tijdens de metingen als tijdens de trainingen.



Figuur 2

De rode cirkel geeft de plaats van visuele feedback aan.

Data

Registratie

Tijdens de metingen wordt het meetprotocol uit bijlage 1 gevolgd. De metingen worden op twee manieren geregistreerd: met een x-IMU (x-io Technologies Limited) (bevat o.a. een accelerometer) en twee videocamera's (Casio Exilim HS ex-fh100). De x-IMU meet de horizontale versnellingen in voor-/achterwaartse richting. Met deze data kunnen de versnellingen, snelheden en verplaatsingen worden berekend, zie bijlage 3, 4 en 5. Uit de data van de verplaatsing kan de 10 meter tijd worden bepaald. Met de beelden van de videocamera's wordt de gebruikte aandrijftechniek van iedere proefpersoon gemeten.

De x-IMU wordt bevestigd door middel van een klem. Deze is geplaatst op de buis die tussen de assen van de wielen loopt. Omdat het niet mogelijk is de x-IMU in het midden van deze buis te plaatsen is de x-IMU 10 cm links van het midden geplaatst, zie figuur 3.



Figuur 3

Quicky MatchPoint sportrolstoel
Rode pijl geeft de plaats van bevestiging x-IMU aan.

x-IMU data

De data uit de x-IMU wordt ingelezen in het computerprogramma Matlab (MathWorks), zie bijlage 3. De x-IMU meet versnellingen in gravitatie-versnellingen (g), dit wordt omgerekend naar snelheid (m/s). De data

wordt gecorrigeerd voor offset en drift, zie bijlage 4. Vervolgens wordt de data omgerekend naar snelheid (m/s) en verplaatsing (m).

Uit de data van de nulmeting wordt de data van de verplaatsing gebruikt om het moment vast te stellen dat iedere proefpersoon 10 meter heeft afgelegd. De data van de verplaatsing van week zes (eindmeting) wordt gebruikt om de gemiddelde verplaatsing per frame van iedere groep te berekenen.

De snelheid en versnelling wordt gefilterd door middel van een 'Moving Average Filter', zie bijlage 5. Het window waarop gefilterd is, is 0,5 seconde, dit is de helft van de gemiddelde tijd (1,05 s) tussen twee aangrijpmomenten (Vegter et al, 2014). De gefilterde data van de versnelling wordt geplot tegen de tijd, in deze plots kan bepaald worden of er fases zijn waarin de testgroep grotere versnellingen genereert. Door de gefilterde versnelling tegen de gefilterde snelheid te plotten, kan op iedere snelheid gekeken worden of er grotere versnellingen bij de testgroep plaatsvinden dan bij de controlegroep.

Uit de gegevens van de afgelegde weg moet per meting blijken dat de afgelegde afstand minimaal 16 meter is. Aangezien 16 meter de lengte van het af te leggen traject is, zal iedere proefpersoon deze afstand afgelegd hebben. De maximale afstand die uit de data mag blijken is 21 meter, dit is bepaald door te meten hoe groot de afgelegde afstand is wanneer de proefpersoon de rolstoel naar de start van de volgende meting manoeuvreert, voordat er stilgestaan wordt, zie bijlage 6. Als de data van een meting hier niet aan voldoet wordt de data als foutief beschouwd.

Video-analyse

Van de nulmeting en eindmeting worden videobeelden opgenomen. Uit deze videobeelden wordt van iedere push de aangrijp- en releasehoek opgemeten, dit wordt gedaan met Kinovea (freeware: www.kinovea.org). Uit deze gegevens wordt de gemiddelde aangrijp- en releasehoek van alle proefpersonen, per groep en per proefpersoon berekend. Aan de hand van de gemiddelde aangrijphoek van alle proefpersonen wordt de te testen aandrijfplaats opgesteld. De aangrijphoek voor de testgroep wordt op 50% van de gemiddelde aangrijphoek van alle proefpersonen tijdens de nulmeting gesteld. Er is hier voor 50% gekozen, omdat de pushlengte niet te kort mag worden. Bij hogere snelheden is een langere pushlengte nodig (Moss et al, 2005). Omdat verwacht wordt dat in de conventionele sportrolstoel de releaseplaats niet ver onder 0° zal liggen, kan de pushlengte niet vergroot worden door de releasehoek te verlagen. Ook is er voor 50% gekozen om het verschil met de controlegroep groot genoeg te houden. Tijdens de verwerking zal duidelijk worden wat de aangrijphoek voor de testgroep is.

Resultaten

Uit de data van de eindmeting van iedere proefpersoon zijn de resultaten opgesteld.

Na zes weken trainen zijn er door 13 proefpersonen 10 meetdagen volbracht. Alle proefpersonen zijn studenten aan de opleiding Bewegingstechnologie met een gemiddelde leeftijd van 21,6 ($\pm 2,0$) jaar en een gemiddelde lengte van 178 ($\pm 8,7$) cm. Zes proefpersonen zijn mannelijk.

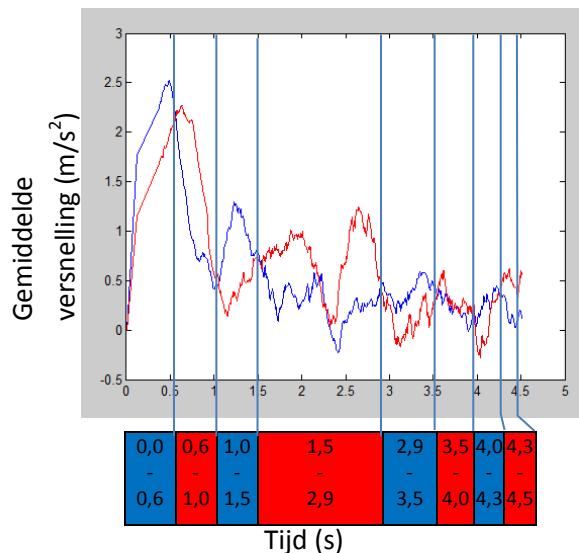
De mondelinge feedback werd vooral in de eerste week na de nulmeting gegeven, dit was voor iedereen nodig. Na een aantal meetdagen was het nog bij een enkeling nodig om feedback te geven.

10 meter tijd

De testgroep legde de 10 meter gemiddeld in 5,1 ($\pm 0,7$) seconde af. De controlegroep deed er gemiddeld 4,7 ($\pm 0,5$) seconde over. De 10 meter tijden per proefpersoon zijn weergegeven in bijlage 7: tabel 7.1.

Versnellingen

In figuur 4 is de plot te zien waarin de gemiddelde versnelling, van de eindmeting, per groep is uitgezet tegen de tijd. De versnellingen van de testgroep zijn hoger op vier momenten in de tijd, zie de tabel onder de grafiek.

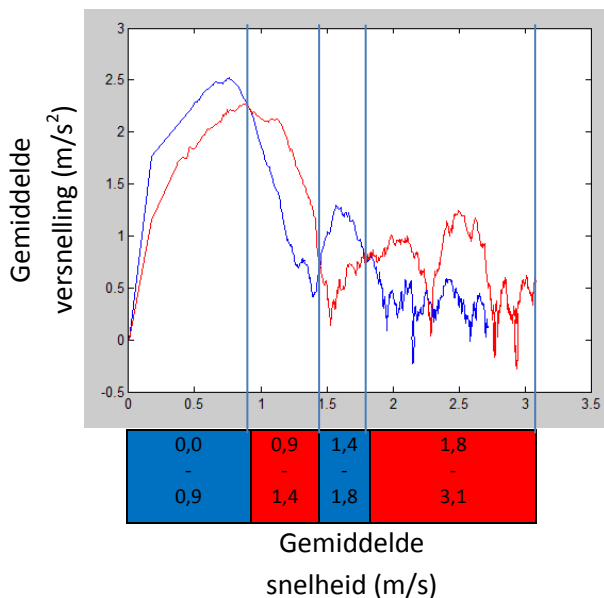


Figuur 4

De gemiddelde versnelling per groep uitgezet tegen de tijd. De rode lijn is de controlegroep. De blauwe lijn is de testgroep.

Onder de grafiek zijn de tijden weergegeven waarop een bepaalde groep (aangegeven met dezelfde kleuren) hogere versnellingen genereert.

In figuur 5 is per groep de gemiddelde versnelling geplot tegen de gemiddelde snelheid. De versnellingen van de testgroep zijn hoger op twee snelheidsfases, zie de tabel onder de grafiek.

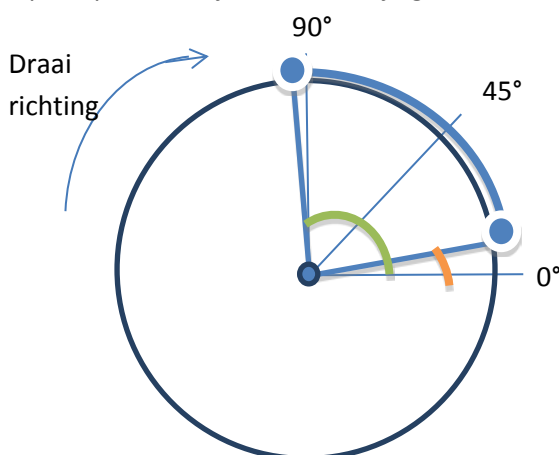


Figuur 5

De gemiddelde versnelling per groep uitgezet tegen de gemiddelde snelheid per groep. De rode lijn is de controlegroep. De blauwe lijn is de testgroep. Onder de grafiek zijn de snelheden weergegeven waarop een bepaalde groep (aangegeven met dezelfde kleuren) hogere versnellingen genereert.

Video-analyse nulmeting

Per meting is de gemiddelde aangrijp- en releasehoek van alle proefpersonen samen vastgesteld. Tijdens de nulmeting lag de gemiddelde aangrijphoek op $93,8^\circ (\pm 10,6^\circ)$, de gemiddelde releasehoek op $5,5^\circ (\pm 9,5^\circ)$ en is de pushlengte $88,3^\circ$, zie figuur 6. De resultaten van de gemiddelde hoeken per proefpersoon zijn te zien in bijlage 8.



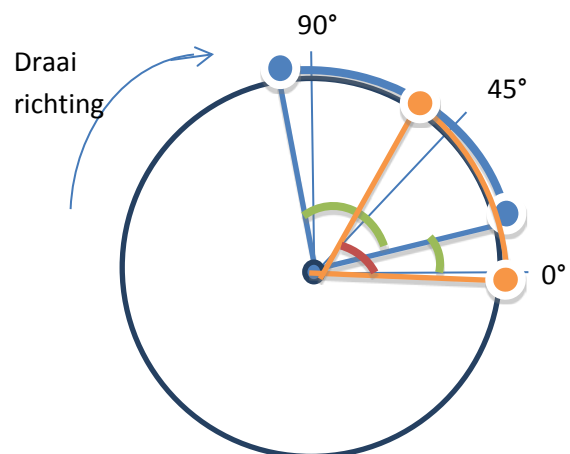
Figuur 6

De blauwe boog geeft de gemiddelde propulsiefase van alle proefpersonen weer. Hiervan is met de groene boog de aangrijphoek en met de oranje boog de releasehoek weergegeven.

Video-analyse eindmeting

Uit de video-analyse van de eindmeting is de gemiddelde aangrijphoek bepaald voor de controlegroep: $96,5^\circ (\pm 12,8^\circ)$. De gemiddelde releasehoek van de controlegroep is $16,7^\circ (\pm 10,5^\circ)$. De gemiddelde pushlengte is $79,8^\circ$, zie figuur 7.

Om te controleren of de opgelegde aangrijpplaats is toegepast door de testgroep is ook van deze groep de gemiddelde aangrijphoek bepaald. Hieruit blijkt dat de aangrijphoek op $57,5^\circ (\pm 8,5^\circ)$ ligt. Ook is de gemiddelde releasehoek en de gemiddelde pushlengte bepaald. De gemiddelde releasehoek is $-1,7^\circ (\pm 7,8^\circ)$, de gemiddelde pushlengte is $59,2^\circ$, zie figuur 7. De resultaten zijn per proefpersoon te zien in bijlage 9.



Figuur 7

De blauwe boog geeft de gemiddelde propulsiefase van de controlegroep weer, hiervan is met de groene bogen de release- en aangrijphoek weergegeven. De oranje boog geeft de propulsiefase van de testgroep weer, hiervan is met een rode boog de aangrijphoek weergegeven. De releasehoek is te klein om weer te kunnen geven.

Discussie

Resultaten 10 meter tijd

Over 10 meter is de controlegroep gemiddeld 7,8% sneller dan de testgroep. De testgroep doet gemiddeld 5,1 ($\pm 0,7$) seconde over de 10 meter sprint en de controlegroep doet gemiddeld 4,7 ($\pm 0,5$) seconde over de 10 meter sprint.

Resultaten versnellingen

Tot 1,5 seconde is de gemiddelde versnelling alleen tussen 0,56 seconde en 1,1 seconde lager bij de testgroep. In de eerste 2,5 seconde van figuur 4 zijn de pushes te herkennen aan de pieken in de grafiek. Uit de pieken blijkt dat de pushfrequentie van de testgroep hoger ligt, dit verklaart waarom de testgroep lagere versnellingen genereert tussen 0,56 seconde en 1,1 seconde: de fase tussen de pushes in wordt eerder bereikt door de testgroep. Dezelfde conclusie kan getrokken worden bij figuur 8, waar de testgroep lagere versnellingen ondervindt tussen 0,9 m/s en 1,4 m/s.

De hogere versnellingen van de testgroep tussen 2,9 seconde en 3,5 seconde en tussen 4,0 seconde en 4,3 seconde (figuur 7), worden niet teruggevonden in figuur 8, verwacht wordt dat ook op deze tijdstippen de vrije aangrijpplaats beter is. De 10 meter sprint zou sneller afgelegd kunnen worden door tot 1,5 seconde of 1,8 m/s de opgelegde aangrijpplaats toe te passen.

Resultaten aangrijpplaats

De opgelegde aangrijpplaats is vastgesteld op 50% van de gemiddelde aangrijpplaats uit de nulmeting: 47°. Uiteindelijk bleek de testgroep gemiddeld op 57,5° ($\pm 8,5^\circ$) aan te grijpen. Dit kan een aantal oorzaken hebben: de gegeven feedback was onduidelijk of niet voldoende, de natuurlijke voorkeur van de proefpersonen ging uit naar deze aangrijpplaats (57,5°), de proefpersonen neigen naar de hoogst

toegelaten aangrijpplaats (tot waar staat de onderzoeker het toe) of de video-analyse is niet valide. In dit onderzoek is niet gekeken naar wat de oorzaak van het verschil is. Wanneer blijkt dat de reden van het verschil zit in het feit dat de proefpersonen altijd naar de vrije techniek neigen, is de trainbaarheid in het geding.

De verwachting dat de releasehoek bij de testgroep gemiddeld niet ver onder 0° komt blijkt te kloppen: -1,7° ($\pm 7,8^\circ$). Hierdoor is de totale pushlengte bij de testgroep korter dan bij de controlegroep (resp. 59,2° en 79,8°).

Versnellingen

Omdat van ieder moment de gemiddelde versnelling van alle proefpersonen uit één groep is genomen, is de data sterk afhankelijk van het verschil in timing van de proefpersonen onderling: wanneer alle proefpersonen op hetzelfde moment pushen zal er één hoge piek te zien zijn, wanneer alle proefpersonen net na elkaar de push inzetten, zullen meerdere kleine pieken te zien zijn. Dit kan het verwachte omslagpunt beïnvloed hebben.

Trainingen

De controlegroep heeft 10 meetdagen voltooid met de vrije aangrijpplaats. De testgroep heeft 3 meetdagen voltooid met de vrije aangrijpplaats en vervolgens 7 meetdagen met de opgelegde aangrijpplaats. Omdat de proefpersonen ongetraind zijn, heeft de testgroep ook geleerd van de eerste twee weken. Hierom is besloten van beide groepen de data van week zes te gebruiken. Hoeveel in deze twee weken is geleerd en wat het effect hiervan is op de te testen aangrijpplaats is niet bekend.

Algemeen

De proefpersonen in dit onderzoek zijn ongetraind. Door middel van twee weken trainen voordat de groepen ingedeeld werden is geprobeerd de proefpersonen een afspiegeling te laten zijn van de doelgroep: getrainde rolstoelporters. Het is niet bekend of de doelgroep op dezelfde manier reageert op een verandering van aangrijpplaats.

De resultaten worden beïnvloed door interactie tussen de variabelen als training, opgelegde aangrijpplaats en het gebruik van ongetrainde personen. Er is in dit onderzoek alleen gekeken naar het totale resultaat van deze variabelen. Naar onderlinge effecten van deze variabelen en het effect daarvan op de resultaten is geen onderzoek gedaan.

Opbouw onderzoek

Rooster technisch was het niet mogelijk om in week twee (nulmeting) en week zes (eindmeting) iedereen twee keer te meten en trainen, hier heeft dus maar één meetdag per proefpersoon plaatsgevonden. Ook was het niet mogelijk om minimaal één dag tussen de metingen te hebben, door de beperkte beschikbaarheid van de meetlocatie en de persoonlijke beschikbaarheid van de proefpersonen.

Eén proefpersoon heeft voor de nulmeting moeten stoppen en één proefpersoon in week drie. Van één proefpersoon was de data uit de eindmeting niet bruikbaar. De afgelegde afstand was volgens de data bij deze proefpersoon bij beide metingen onder de 16 meter.

Het bleek niet mogelijk om de groepen gescheiden te laten trainen en meten. Hierdoor kan het zijn dat de proefpersonen uit de controlegroep beïnvloed zijn door de aangrijpplaats van de testgroep.

Bij de verdeling van de groepen is een fout gemaakt. Proefpersoon 1, 5 en 12 zijn in de verkeerde groep geplaatst. Dit zijn de

proefpersonen met de langzaamste 10 meter tijden tijdens de nulmeting. Het effect op de groepsverdeling is te zien in tabel 2.

Pp	Plaats 10 meter tijd	Groep zoals gebruikt	Had in deze groep moeten zitten
1	14	Test	Controle
5	15	Test	Controle
12	13	Controle	test

Tabel 2

De plaats, gerangschikt op de 10 meter tijd, van iedere proefpersoon, in welke groep de proefpersoon zat tijdens de metingen en in welke groep de proefpersoon had moeten zitten.

De groepsverdeling is gericht op de resultaten van de nulmeting. Een belangrijke factor in dit onderzoek is de training. Iedere proefpersoon zal op een ander tempo leren. Het zou kunnen zijn dat de 'snelste leerlingen' in een groep zitten. Hierdoor kunnen de resultaten van de 10 meter sprint tijdens de nulmeting per groep wel ongeveer gelijk zijn, maar zouden ze na zes weken training verder uit elkaar kunnen liggen. Omdat de groepen elk met een andere aangrijpplaats hebben getraind, is het niet mogelijk te meten wat het verschil tussen de groepen na zes weken training geweest zou zijn als ze allen met de vrije aangrijpplaats getraind zouden hebben.

Materiaal

Er is slechts één rolstoel gebruikt met dezelfde instellingen voor alle proefpersonen, ondanks het verschil in lengte van de proefpersonen (van 1,62 meter tot 1,90 meter).

Betrouwbaarheid/validiteit

Er is bij dit onderzoek niet gekeken naar de betrouwbaarheid en validiteit van zowel de x-IMU als de videoanalyse. Wel is alle data-verwerking door één onderzoeker gedaan en op dezelfde manier uitgevoerd. Hierdoor kunnen de exacte waardes verschillen van de werkelijkheid, maar wel wordt er verwacht dat de onderlinge verhoudingen kloppen.

Door het verschil in aandrijving, bijvoorbeeld de pushfrequentie, tussen de controlegroep en de testgroep kan de x-IMU per groep anders beïnvloed zijn.

Aanbevelingen

Het wordt aangeraden om in een vervolgonderzoek getrainde proefpersonen te gebruiken. Hierdoor is een controlegroep overbodig, omdat ervan uit gegaan kan worden dat de 10 meter tijd met de vrije aangrijpplaats niet meer veranderd door training. De nulmeting kan dan gedaan worden aan het begin van het onderzoek, zo kan per persoon vergeleken worden of er baat is bij de opgelegde aangrijpplaats. Op deze manier kunnen de metingen van iedere persoon individueel onderzocht worden en daarmee kan een eventueel omslagpunt per persoon vastgesteld worden.

Uit dit onderzoek blijkt dat de proefpersonen gemiddeld hoger aangrepen dan wat ze verteld is te doen. Dit zou opgelost kunnen worden door na iedere meting de aangrijphoek te analyseren en hier de feedback op aan te passen.

Bibliografie

- Chow, J., Milikan, T., Carlton, L., Morse, M., & Chae, W. (2000). Biomechanical comparison of two racing wheelchair propulsion techniques. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 476-484.
- De Groot, S., De Bruin, M., Noomen, S., & Van der Woude, L. (2008). Mechanical efficiency and propulsion technique after 7 weeks of low-intensity wheelchair training. *ScienceDirect*, 23, 434-441.
- McLeod, S. A. (2007). Experimental design.
- Moss, A., Fowler, N., & Goosey-Tolfrey, V. (2005). The intra-push velocity profile of the over-ground racing wheelchair. *Journal of Biomechanics*, 38, 15-22.
- Vanlandewijck, Y., Theisen, D., & Daly, D. (2001). Wheelchair propulsion biomechanics, implications for wheelchair sports. *Sports Med*, 31(5), 339-367.
- Vegter, R., De Groot, S., Lamothe, C., Veeger, D., & Van der Woude, L. (2011). Skill acquisition of manual wheelchair propulsion: Initial motor learning. *BIO Web of Conferences*, 1, 93.
- Vegter, R., De Groot, S., Lamothe, C., Veeger, D., & Van der Woude, L. (2014). Initial skill acquisition of handrim wheelchair propulsion: A new perspective. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 22(1), 104-113.

Bijlage 1: Meetprotocol

Vorbereiding voor vertrek:

- 1.1 Herinneringsbericht sturen naar proefpersonen
- 1.2 Sd-kaarten camera's formatteren (2x)
- 1.3 Camera's opladen (2x)
- 1.4 Sd-kaarten X-IMU's formatteren (1x)
- 1.5 X-IMU's opladen (1x)
- 1.6 Twee statieven klaarzetten
- 1.7 Uitprinten lijst proefpersonen
- 1.8 Uitprinten notitieblad van de te testen groep
- 1.9 Meetlint klaarleggen
- 1.10 Klembord klaarleggen

Vorbereiding op locatie:

- 2.1 Traject uitzetten
- 2.2 X-IMU bevestigen
- 2.3 Camera's neerzetten

Tijdens meting:

Begin meting:

- 3.1 Camera's aanzetten
- 3.2 X-IMU en stopwatch tegelijkertijd aanzetten
- 3.3 Rolstoel 2 seconden stil laten staan
- 3.4 Bounce (op plek waar rolstoel voor beide camera's zichtbaar is) noteer tijd

per proefpersoon:

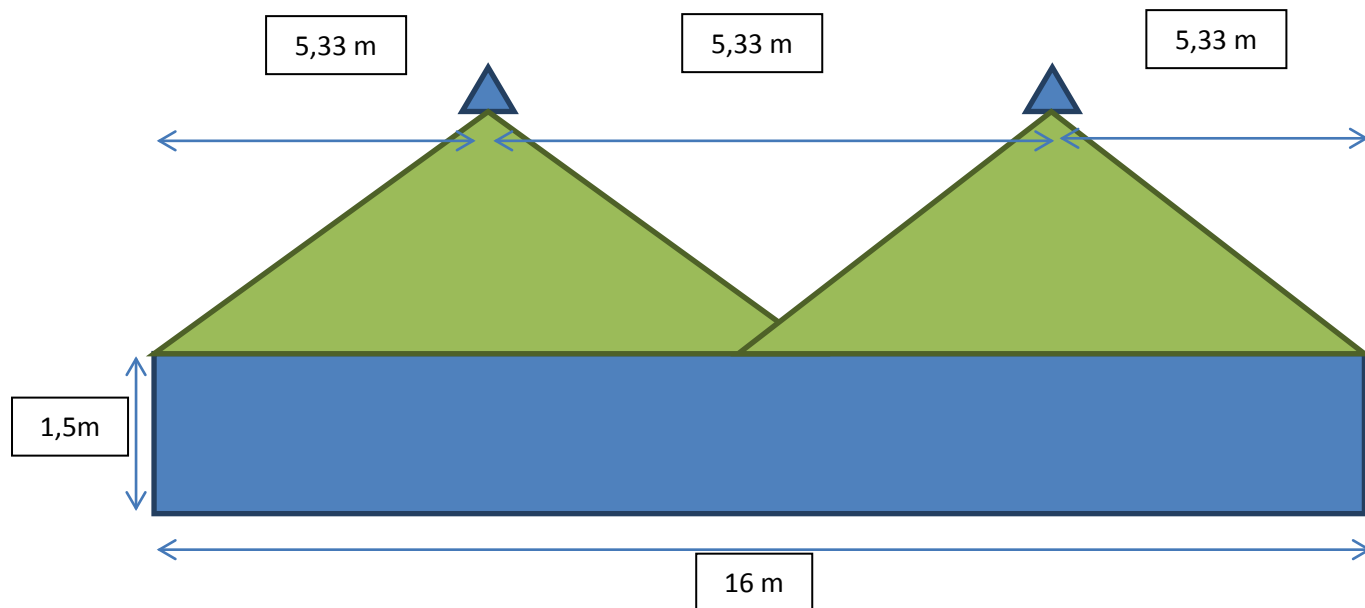
- 3.5 Rolstoel naar startstreep
- 3.6 Bounce (noteer tijd)
- 3.7 Proefpersoon neemt plaats
- 3.8 Minimaal 2 seconde volledig stilstaan
- 3.9 16 meter sprint
- 3.10 2 sec. stilstaan
- 3.11 Bounce (noteer tijd)
- 3.12 Naar startpositie (andere uiteinde traject)
- 3.13 2 sec. stilstaan
- 3.14 16 meter afleggen
- 3.15 2 sec. stilstaan
- 3.16 Bounce (noteer tijd)
- 3.17 Begin bij 3.5

Na metingen

- 4.1 Bounce (op plek waar rolstoel voor beide camera's zichtbaar is) noteer tijd
- 4.2 Camera's uitzetten
- 4.3 X-IMU uitzetten
- 4.4 Data uitlezen (camera's en x-IMU)

Opslaan (dropbox, laptop en harde schijf)

Bijlage 2: Cameraopstelling



Bijlage 3: x-IMU data inlezen in Matlab

De x-IMU slaat de data op een sd-kaart op. Door middel van het programma: 'x-IMU gui 13' (geschreven door: M. Schrauwen, Haagse Hogeschool) wordt het bestand omgezet naar een bestand wat leesbaar is voor Matlab. Met het Matlab-programma 'ReadXIMU' (geschreven door: M. Schrauwen, nabewerking door: R. van der Slikke, Haagse Hogeschool) wordt de omgezette data ingelezen in Matlab. De data van de horizontale, voor-/achterwaartse versnelling wordt gebruikt om de versnellingen, snelheden en verplaatsing te analyseren.

Bijlage 4: Offset en drift

Het corrigeren op offset en drift is nodig omdat de x-IMU niet gekalibreerd is. Bij stilstand wordt een constante versnelling gemeten, dit veroorzaakt drift. Slechts op drift corrigeren is onvoldoende omdat de 'bounces', het stuiteren van de sportrolstoel om bepaalde tijdstippen te markeren in de data, tussen de metingen de versnellingsdata verstoren. Hierdoor is het per meting ook nodig om te corrigeren voor offset. Naast de data tijdens de sprint, wordt er ook 1 seconde voor de start van de sprint en 1 seconde nadat de proefpersoon weer stil staat meegenomen in de data. In de seconde voor en na de meting staat de proefpersoon stil. Deze data wordt gebruikt om op offset en drift te corrigeren.

Offset

De gemiddelde versnelling van de seconde voor de start van de sprint wordt berekend. In deze eerste seconde staat de proefpersoon stil, en zal de versnelling dus nul moeten zijn. Het verschil tussen het gemiddelde en nul wordt bepaald. Dit verschil wordt over de

gehele meting verminderd, dan wel vermeerderd.

Drift

In de laatste seconde staat de proefpersoon stil, dus moet de versnelling ook nul zijn. De gemiddelde versnelling in de laatste seconde wordt bepaald. Dit wordt door het aantal frames gedeeld, hieruit volgt de drift per frame (drift coëfficiënt). Nu kan de drift gecorrigeerd worden. Dit gebeurt door de driftcoëfficiënt te vermenigvuldigen met het framenummer.

Integreren

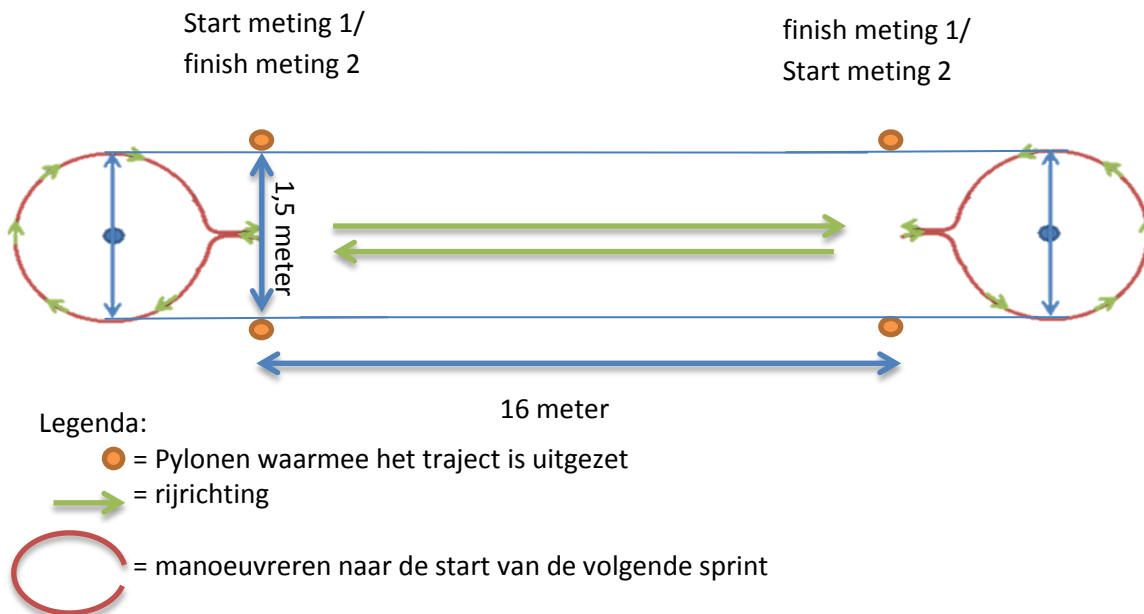
De gecorrigeerde versnellingsdata wordt vervolgens geïntegreerd, van versnelling naar snelheid. De snelheid per frame is dan bepaald. Ook de snelheid wordt op offset en drift gecorrigeerd. De snelheid is in de seconde voor en na de meting immers gelijk aan nul. De snelheidsdata wordt vervolgens ook weer geïntegreerd, van snelheid naar verplaatsing. Hier wordt slechts voor de offset gecorrigeerd. De afstand in de eerste seconde is gelijk aan nul, de exact afgelegde weg is niet bekend.

Bijlage 5: 'Moving Average Filter'

De versnellings- en snelheidsdata wordt door middel van een 'Moving Average Filter' gefilterd. Het window (het totale gebied waarover het gemiddelde wordt genomen), van de filter wordt ingesteld op 1/2e seconde: 1/4^e seconde voor en 1/4^e seconde na het betreffende frame. Op ieder frame, vanaf 1/4^e seconde tot het einde van de meting wordt het gemiddelde berekend. De eerste 1/4^e van een seconde wordt handmatig berekend, dit veroorzaakt twee rechte lijnen tussen de punten met de volgende x-waarden: 0, 1/8^e en 1/4^e van een seconde.

Bijlage 6: traject

In onderstaand figuur is de opzet van het meting weergegeven. De twee sprints die iedere ronde uitgevoerd worden, hebben een andere rijrichting, de eerste sprint vindt van links naar rechts plaats, de tweede van rechts naar links. Door middel van de rode lijnen is aangegeven hoe de proefpersonen manoeuvreren naar de start voor de volgende sprint. Hierbij mocht het midden van de rolstoel niet buiten de breedte van de baan (1,5 meter) komen. Uit de cirkel die de rolstoel dan beschrijft is berekend dat de maximale afstand die de proefpersonen na de sprint afleggen 5 meter is.



Bijlage 7: 10 meter sprint tijd per proefpersoon

	Tijd(s)	SD
pp1	6,2	0,4
pp2	5,5	0,4
pp3	5,9	0,4
pp4	5,3	1,1
pp5	6,4	0,3
pp6	4,7	0,4
pp7	4,2	0,5
pp8	5	1,1
pp9	6,4	0,2
pp10	5,8	0
pp11	5,8	0,4
pp14	6,2	0,4
pp15	4,1	0
Gemiddeld tijd	5,4	0,9
Gemiddelde testgroep	5,6	0,9
Gemiddelde controlegroep	5,4	0,9

Tabel 7.1

De gemiddelde tijd van de twee metingen uit de nulmeting per proefpersoon.
Ook de gemiddelde tijd van alle proefpersonen en het gemiddelde per groep is weergegeven

	Tijd (s)	SD
pp1	5,8	0,2
pp2	5,5	0,4
pp5	5,7	0,2
pp8	4,5	0,1
pp11	4,8	0,4
pp14	5,2	0,6
pp15	4,6	1,2
Gemiddelde tijd:	5,1	0,7

Tabel 7.2

De gemiddelde tijd van de twee metingen uit de eindmeting van de testgroep per proefpersoon.
Ook het gemiddelde van de gehele testgroep is weergegeven.

	Tijd (s)	SD
pp3	5,1	0,3
pp4	4,5	0,4
pp6	4,9	0,1
pp7	4,3	0,4
pp9	4,9	0
pp10	5	1
Gemiddelde tijd:	4,7	0,5

Tabel 7.3

De gemiddelde tijd van de twee metingen uit de eindmeting van de controlegroep per proefpersoon.
Ook het gemiddelde van de gehele controlegroep is weergegeven.

Bijlage 8: aangrijp-, releasehoek en pushlengte per proefpersoon tijdens de nulmeting

	gem. aangrijphoek	SD	gem. releasehoek	SD	gemiddelde pushlengte
pp1	89,8	6,1	2,1	5,5	87,7
pp2	90,6	8,3	-0,5	4,6	91,1
pp3	93,6	8,9	12	4,8	81,6
pp4	109	8,7	-9	5,5	118
pp5	82	9,3	1,4	6	80,6
pp6	102,2	7	9,9	5,4	92,3
pp7	96,1	9	2,3	5,2	93,8
pp8	93,4	8,5	8,3	8,3	85,1
pp9	95,4	7,8	19,9	6,5	75,5
pp10	90,4	8,6	12,1	5,8	78,3
pp11	94,1	8,1	7,1	6	87
pp14	102,8	8	3,6	7,6	99,2
pp15	99,9	7,6	-5,6	7,1	105,5
totaal	93,8	10,6	5,5	9,5	88,3
totaal testgroep	84,2	19	7,8	13,1	76,4
totaal controlegroep	96	11,3	14,11	11,1	81,89

Tabel 8.1

De gemiddelde aangrijphoek, releasehoek en pushlengte per proefpersoon. Het gemiddelde is berekend over alle pushes tijdens de twee metingen van de nulmeting

Bijlage 9: aangrijp-, releasehoek en pushlengte per proefpersoon tijdens de eindmeting, per groep

	gem. aangrijphoek	SD	gem. releasehoek	SD	gemiddelde pushlengte
pp1	56,8	7,3	-7,3	6,1	64,1
pp2	61,3	9,4	1,1	5,9	60,2
pp5	54,2	6,1	-2,6	8,9	56,8
pp8	59,9	9,5	2,8	4,4	57,1
pp11	57,5	6,6	1,4	4,8	56,1
pp14	61,5	8,7	3,8	4,6	57,7
pp15	51,7	7,6	-11,3	4,7	63
totaal	57,5	8,5	-1,7	7,8	59,2

Tabel 9.1

De gemiddelde aangrijphoek, releasehoek en pushlengte per proefpersoon uit de testgroep. Het gemiddelde is berekend over alle pushes tijdens de twee metingen van de eindmeting.

	gem. aangrijphoek	SD	gem. releasehoek	SD	gemiddelde pushlengte
pp3	92,5	19,6	20	7,2	72,5
pp4	94,5	7,4	15,9	7	78,6
pp6	100,3	9,9	5,6	4,2	94,7
pp7	106,9	5,6	2,3	5,5	104,6
pp9	102,4	7,9	30,2	5,8	72,2
pp10	87,9	10	17,4	4,3	70,5
totaal	96,5	12,8	16,7	10,5	79,8

Tabel 9.2

De gemiddelde aangrijphoek, releasehoek en pushlengte per proefpersoon uit de controlegroep. Het gemiddelde is berekend over alle pushes tijdens de twee metingen van de eindmeting.

Bijlage 10: Projectplan

Document concept projectplan voor afstuderen

Naam: Yanick van de Ven

Studentnummer: 10007709

e-mail: yanickvandeven@hotmail.com

Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 12: 34 excl. Vrije studiepunten

Datum: 25-1-2014

1. Onderwerp (voorlopige titel): Het effect van de aangrijpplaats van de propulsiefase op de versnelling bij rolstoelsporters.

Werkveld: Sport

Beroepsrol: onderzoeker

2. Probleemstelling

Aanleiding

Tijdens het trainen van de rolstoelbasketballers wordt ook getraind op het technische aspect van het aandrijven. Deze technieken zijn vaak gebaseerd op de ervaring van de coach. Om de spelers optimaal te kunnen trainen, wordt tijdens dit onderzoek gekeken naar de optimale propulsietechniek. Geen enkele persoon is hetzelfde, en in een sport als rolstoelbasketbal zijn de verschillen waarschijnlijk nog groter, door de grote verscheidenheid aan handicaps. Om het spel eerlijk te houden, worden de handicaps gescoord. Ieder team moet zich aan het maximum aantal punten houden. Ieder team zal dus handicaps moeten bevatten.

De verscheidenheid aan handicaps en antropometrie van de sporters, kan ook leiden tot andere aandrijftechnieken.

In dit onderzoek zal specifiek gekeken worden naar de plaats van de propulsiefase en het effect hiervan op de aandrijftechniek.

Doelgroep:

Uiteindelijk alle rolstoelsporters die baadt hebben bij grote versnellingen in de eerste 4 propulsiefasen. Na de vierde propulsiefase neemt de versnelling niet verder toe (A.D. Moss, 2005). In dit onderzoek zal gekeken worden naar rolstoelbasketballers met één bepaalde handicap (deze wordt nader bepaald, zie: randvoorwaarden).

Doelstelling:

Een tabel maken, waaruit de optimale propulsieplaats af te lezen is. Dit kan dan gericht getraind worden met de basketballer. Om zo de grootste versnelling te verkrijgen.

Randvoorwaarden:

Om het onderzoek mogelijk te maken zijn er proefpersonen nodig die ervaring hebben met het rijden in een sportrolstoel. Zij hebben de techniek al onder de knie, hierdoor worden de variabelen als training en gewenning uitgesloten.

Alle proefpersonen dienen dezelfde handicap te hebben. Hiervoor wordt gekeken naar de meest voorkomende handicap in het rolstoelbasketbal, hierdoor kan dit onderzoek op het grootst aantal personen effect hebben. Welke handicap er uiteindelijk wordt onderzocht zal in de eerste week duidelijk worden door middel van een enquête bij een aantal trainers. Wanneer dit geen duidelijkheid verschaft zal arbitrair gekozen worden voor een bepaalde handicap.

Een rolstoelergometer zal gebruikt worden om de versnellingen te meten (anders zal de versnelling berekend worden uit de snelheid of afgelegde weg).

Geprobeerd zal worden de zithoogte van de rolstoel van de proefpersoon in de eigen rolstoel na te bootsen, om het verschil tussen de ergometer en de eigen rolstoel zo klein mogelijk te houden.

Alle rolstoelbasketballers zitten zoals in een ADL-rolstoel.

Verwacht resultaat:

Het eindresultaat zal bestaan uit een tabel, waarmee berekend kan worden op welke plaats de propulsie moet plaatsvinden om de hoogste acceleratie te verkrijgen.

3. Vooronderzoek

Er zal worden gekeken naar eerdere onderzoeken rond dit onderwerp.

Een enquête zal worden gehouden om de doelgroep te bepalen (dit zal de meest voorkomende handicap worden).

Wat is het trainingseffect? (kan het zijn dat het onderzoek in eerste instantie iets anders laat zien dan wanneer er langere tijd op een bepaalde techniek wordt getraind? Literatuur en via de enquête).

Hoe wordt de eigen techniek snel vastgesteld?

Het regelen en controleren van de plaats van propulsie moet onderzocht worden.

Hoe komt de data uit de ergometer en hoe zal deze verwerkt worden?

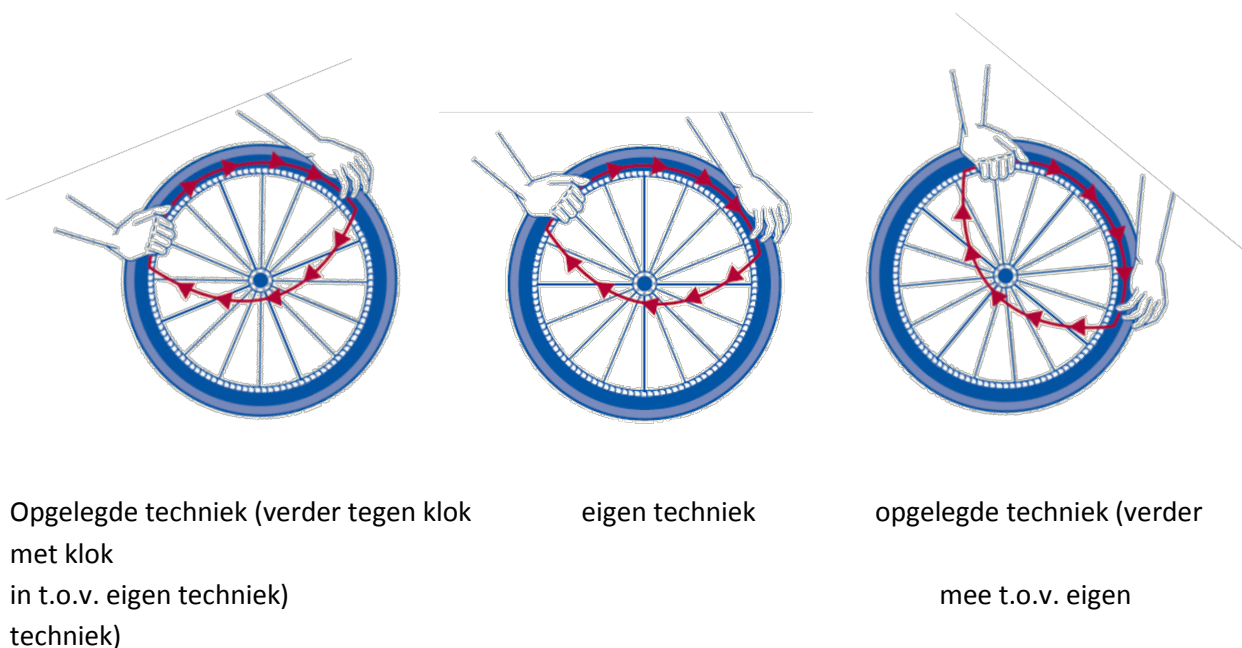
4. Analyse

Als uitkomstmaat wordt de versnelling gebruikt. Deze kan worden gemeten op de rolstoelergometer. De propulsie kan geanalyseerd worden met een videocamera. Tijdens de testen op de rolstoelergometer kan de versnelling van eigen techniek vergeleken worden met de opgelegde aandrijftechnieken.

5. meetmethode

De testen worden afgenomen op de rolstoelergometer.

Tijdens het testen zal als eerste de eigen techniek geanalyseerd worden: op welk traject vindt het hand-hoepelcontact plaats (propulsiefase). Aan de hand van deze eigen techniek worden er twee trajecten opgelegd. De lengte zal hetzelfde blijven, maar de locatie van de propulsiefase zal in één test naar voren en in één test naar achteren worden geschoven (zie figuur 1). Waar deze opgelegde trajecten precies liggen zal in de eerste week van dit onderzoek duidelijk worden. Zowel de opgelegde technieken als de eigen techniek worden getoetst op versnelling.



Figuur 1: voorbeeld verschillende propulsietrajecten.

6. Planning

Week			
1	Literatuur onderzoek	Onderzoek naar rolstoelpropulsie en verschillende technieken afnemen enquête	Contact rolstoelergometer (beschikbaarheid voor ijken, testen en uiteindelijk metingen)
2	literatuuronderzoek	Ijkprotocolrolstoelergometer	Uiteindelijke Vaststelling input en output parameters
3	Videoanalyse naar aandrijfmethoden	meetprotocol	
4	Rolstoelergometer ijken	pilotmetingen	
5	Terugkoppelen pilotmetingen	Evt. aanpassen meetprotocol	
6	Uitloop week/metingen		
7	Metingen		
8	metingen		
9	metingen		
10	metingen		
11	Metingen/dataverwerking		
12	dataverwerking		
13	dataverwerking		
14	Dataverwerking/verslag		
15	verslag		
16	Verslag	presentatie	presenteren

6. deelvragen

Wat is er bekend over rolstoelpropulsie (literatuur)?

Hoe wordt er op rolstoelpropulsie getraind (praktijk)?
scheelt dit per handicap?

Waarop is de training gebaseerd?

Wat zijn precies de inputparameters?

hoe wordt de propulsietechniek opgelegd en gehandhaafd?

Hoe wordt de tabel gemaakt?

Indeling tabel

7. Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase (minimaal 3)

Testen en onderzoeken (B3)	De bewegingstechnoloog kan op basis van een probleemstelling een onderzoek opzetten en uitvoeren op bewegingstechnologisch gebied. Dit kan hij zowel in de vorm van een theoretisch onderzoek (literatuurstudie en modelvorming) als in de vorm van een toegepast onderzoek (gebruikersonderzoek).
Communicatie (A6)	De bewegingstechnoloog kan een heldere rapportage (onderzoeksrapport, adviesprotocol, literatuurstudie e.d.) opstellen; De bewegingstechnoloog kan een heldere rapportage (onderzoeksrapport, adviesprotocol, literatuurstudie e.d.) opstellen;
ICT (A7)	De bewegingstechnoloog kan binnen zijn werkzaamheden de vigerende techniek op het gebied van informatica effectief inzetten; De bewegingstechnoloog kan zelfstandig softwareprogramma's ontwikkelen en toepassen voor randapparatuur en bewegingstechnologische toepassingen;
Zelfstandig (P12)	De bewegingstechnoloog kan op een weloverwogen wijze zelfstandig oplossingsmethoden kiezen, toepassen en controleren.

Figuur 1:

<http://kidshealth.schn.health.nsw.gov.au/fact-sheets/be-active-spina-bifida>

literatuur

A.D. Moss, N. F.-T. (2005). The intra-push velocity profile of the over-ground racing wheelchair. *Elsevier*(38), 15-22.