

VU Research Portal

Handcycling: a biophysical analysis

Arnet, U.

2012

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Arnet, U. (2012). *Handcycling: a biophysical analysis*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting

Samenvatting

Lichamelijke activiteit is erg belangrijk om de algemene gezondheid van mensen met een dwarslaesie in stand te houden. Door de beperking van de onderste extremiteiten is dit bij mensen met een dwarslaesie alleen mogelijk door het bewegen/oefenen van de bovenste extremiteiten. De negatieve gevolgen van een verhoogde lichamelijke activiteit met de bovenste extremiteiten zijn overbelasting met als mogelijk gevolg overbelastingsblessures en pijn van het bewegingsapparaat. Bij mensen met een dwarslaesie wordt een schouderpijn prevalentie van 30–70% aangegeven wat erop duidt dat voor mensen met een dwarslaesie overbelastingsblessures van het bewegingsapparaat een serieus, langdurig probleem zijn.

Verhoging van de lichamelijke belastbaarheid en spierkracht van de bovenste extremiteit via een aangepaste en regelmatige training en al beginnend in de vroege revalidatie, kunnen helpen om overbelastingsblessures te voorkomen. Hoewel aangetoond is dat rolstoelrijden een voor de armen belastend en inefficiënt voortbewegingsmiddel is, is de handbewogen rolstoel toch het meest gebruikte voortbewegingsmiddel van mensen met een dwarslaesie. Het gebruik van alternatieve systemen voor zowel dagelijks gebruik als voor training, zoals de bijvoorbeeld de handbike, zou overbelastingsblessures kunnen voorkomen.

Handbiken is efficiënter en fysiologisch minder belastend in vergelijking tot rolstoelrijden en daarom lijkt de handbike dus geschikt voor revalidatie en sport. Onbekend is echter of het gebruik van de handbike een effect heeft op verbetering van de spierkracht van de bovenste extremiteit en tot vermindering van blessures van de bovenste extremiteit kan leiden.

Het doel van dit proefschrift was om de lichamelijke belasting en de efficiëntie van handcycling in relatie tot de mechanische belasting van het schouder complex te bestuderen. Hiertoe werden handcycling en rolstoelrijden met elkaar vergeleken en werden verschillende handbike instellingen bekeken, gebruik makend van biomechanische en fysiologische uitkomstmaten.

Er zijn nog maar weinig biomechanische studies uitgevoerd die de uitgeoefende kracht tijdens handcycling bestuderen. Daarnaast is niet bekend hoe de uitgeoefende kracht beïnvloed wordt door de belastingsconditie. In **hoofdstuk 2** is gekeken naar het effect van verschillende belastingscondities, snelheid en de methode om weerstand op te leggen, op de aandrijftechniek (uitgeoefende kracht, kracht effectiviteit and de verdeling van arbeid). Het doel van deze studie was om een basis te leggen voor de planning en interpretatie van de daarop volgende handbike studies. Tien gezonde mannen, zonder handbike ervaring, reden onder submaximale condities met de handbike op een loopband. De verwachting was dat gezonde mannen eenduidig zouden reageren op de

belastingscondities, omdat ze geen ervaring hadden met handcycling en niet gehinderd werden door een lichamelijke beperking. Gevonden werd dat de voortbewegingsnelheid, met hetzelfde vermogen, een invloed heeft op de kenmerken van krachtleverantie. Bij hogere snelheid veranderde de hoogte van de uitgeoefende kracht, de krachtheffektiviteit en de verdeling van de arbeid tijdens de cyclus en daarom zou de voortbewegingsnelheid in aanmerking genomen moeten worden bij het analyseren van de uitgeoefende kracht. De rolweerstand werd in deze studie gemanipuleerd door de helling van de loopband te veranderen en door gebruik te maken van gewichten via een katrolsysteem tijdens rijden op een horizontale loopband. De methode om weerstand op te leggen had echter geen effect op de krachtleverantie; hieruit mag men dus concluderen dat handbike studies uitgevoerd met verschillende methoden, maar waar gecontroleerd wordt voor snelheid en vermogen, met elkaar vergeleken mogen worden.

In **hoofdstuk 3** werd onderzocht of de handbike niet alleen fysiologisch maar ook mechanisch minder belastend is voor de schouder in vergelijking tot de handbewogen rolstoel. De uitgeoefende krachten en de techniekvariabelen van handcycling werden vergeleken met rolstoelrijden onder vergelijkbare condities. Omdat de interne schouderkracht gerelateerd is aan de uitgeoefende kracht was deze studie een eerste aanzet om indirect de schouderbelasting tussen handcycling en rolstoelrijden onder vergelijkbare submaximale inspanningsomstandigheden met elkaar te vergelijken. Door de continue krachtleverantie was de uitgeoefende kracht voor handcycling veel lager dan voor rolstoelrijden. De gemiddelde kracht over de cyclus was voor rolstoelrijden 20% hoger en de piekkracht was zelfs 170% hoger. Deze resultaten bevestigen de veronderstelling dat handcycling niet alleen fysiologisch maar ook biomechanisch minder belastend is.

Een van de belangrijkste doelen van dit proefschrift was om de schouderbelasting tijdens handcycling te bestuderen. In vergelijking met de extern uitgeoefende kracht is de interne gewrichtsreactiekracht een veel nauwkeuriger en meer omvattende maat voor schouderbelasting. Niet eerder werden de gewrichtsreactiekracht en de relatieve spierkracht tijdens handcycling bestudeerd. Het doel van **hoofdstuk 4** was om inzicht te krijgen in de schouderbelasting tijdens handcycling onder verschillende belastingscondities. Daarnaast werden de resultaten vergeleken met de literatuur over de schouderbelasting tijdens rolstoelrijden om zo het verschil in schouderbelasting tussen de twee voortbewegingsmiddelen in kaart te brengen. Zoals verwacht was de gewrichtsreactiekracht in de schouder hoger bij het rijden tegen een hogere helling, dit vanwege het hogere op te brengen vermogen en de hogere uitgeoefende kracht. Bij het rijden op een hogere snelheid en daarom een hogere pushfrequentie bij gelijkblijvend vermogen, daalde de uitgeoefende kracht. De gewrichtsreactiekracht bleef echter gelijk,

Samenvatting

net als de spierkracht van de schouderpijlen. Bij de hogere snelheden werd dus spierkracht geproduceerd die niet direct bijdroeg aan de uitgeoefende kracht. De vergelijking met literatuur over rolstoelrijden toont aan dat, door de circulaire beweging en de continue krachtoverdracht, de gewrichtsreactiekracht en de spierkracht beduidend lager zijn bij handcycling. Deze resultaten ondersteunen het vermoeden dat handcycling mechanisch minder belastend is dan rolstoelrijden en veronderstelt daarmee dat handcycling in vergelijking met rolstoelrijden het risico op overbelastingsblessures kan verminderen.

In **hoofdstuk 5** werd het vorige onderzoek voortgezet, maar nu met een directe vergelijking van de schouderbelasting tussen handcycling en rolstoelrijden. De gewrichtsreactiekracht en de relatieve spierkracht werden geanalyseerd tijdens rijden op verschillende, dagelijkse vermogensniveaus. Dit onderzoek werd uitgevoerd met acht rolstoelgebruikers met een dwarslaesie om zo de direct betrokken populatie te meten. Ook hier werd gevonden dat zowel het gemiddelde als ook de piek gewrichtsreactiekracht lager waren tijdens handcycling in vergelijking met rolstoelrijden. Tijdens rolstoelrijden op het hoogste belastingsniveau (55W) was de gemiddelde gewrichtsreactiekracht over de cyclus 70% hoger en de piek kracht zelfs 95% hoger dan voor handcycling. Ook de spierkrachten waren lager tijdens handcycling. De belasting was goed verdeeld over alle betrokken spieren en alle spieren leverden minder dan 10% van de maximale kracht. Echter, tijdens rolstoelrijden werden een aantal schouderpijlen zwaar belast. Het grootste verschil in relatieve spierkracht tussen de twee voortbewegingsmiddelen werd gevonden in de supraspinatus (20.7% vs. 4.5%) en de infraspinatus (16.5% vs. 3.7%). Deze beide spieren maken deel uit van de rotatorenmanchet. De rotatorenmanchet is erg gevoelig voor overbelastingsblessures en een lagere spierkracht zou dus het risico op vermoeidheid en overbelasting kunnen verlagen. Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat de handbike zowel voor buitenshuis als voor trainingsactiviteiten een goed alternatief voortbewegingsmiddel is, ten opzichte van de rolstoel. Handbiken lijkt het risico op het ontstaan van overbelastingsblessures significant te kunnen verlagen.

De resultaten in de vorige hoofdstukken laten zien dat de handbike wat betreft de schouderbelasting de voorkeur heeft boven de rolstoel. De volgende hoofdstukken van dit proefschrift richten zich specifiek op de handbike. Het doel was om te bestuderen of een optimalisatie van de instelling van de handbike en een optimaal gebruik van de handbike de mechanische en fysiologische belasting verder kon verlagen.

Tot nu toe was het niet bekend of er verschillende technieken zijn om de kracht over te brengen bij handcycling en of deze technieken meer of minder belastend zijn. Het doel van het onderzoek in **hoofdstuk 6** was de aandrijftechniek van geoefende handbike

gebruikers in kaart te brengen en te analyseren of bepaalde technieken leiden tot een hogere mechanische efficiëntie. Gebaseerd op de uitkomsten zouden aanbevelingen opgesteld kunnen worden om trainingmethoden van atleten te verbeteren of om de capaciteit van recreatieve handbike gebruikers te verhogen. Resultaten lieten zien dat tijdens handcycling op een loopband met een vermogen van 20-70W, twee verschillende aandrijftechnieken dominant waren, namelijk de "pull plus techniek" en de "pull techniek". Tijdens de lagere belastingsniveaus werd de "pull plus techniek" gebruikt. Met toename van de belasting, leidend tot een hogere mechanische efficiëntie, werd de "pull techniek" meer gebruikt. Uit de resultaten kan niet geconcludeerd worden dat een techniek meer efficiënt is. Wel pasten de proefpersonen hun techniek aan aan het belastingsniveau. Dit suggereert dat handbikers afhankelijk van het belastingsniveau die techniek kiezen die het meest economisch is.

De handbike-gebruiker interface is ook een factor die de schouderbelasting en de mechanische efficiëntie positief kan beïnvloeden. Een optimale handbike instelling zou kunnen bijdragen aan het verlagen van het risico op overbelastingsblessures van het bewegingsapparaat van de bovenste extremiteit. Ook zou een optimale instelling kunnen leiden tot een verhoogde mobiliteit als bij deze instelling de mechanische efficiëntie hoger is. De hoek van de rugleuning en de positie van de crank ten opzichte van de schouder zijn twee parameters die bekeken moeten worden bij het instellen van een handbike. Deze parameters zijn onderzocht in **hoofdstuk 7**, waar 13 handbike gebruikers met een paraplegie verschillende instellingen testten tijdens het rijden met een constante belasting. Dit onderzoek liet zien dat de handbike-gebruiker interface, onder laboratoriumcondities, invloed heeft op de schouderbelasting maar niet op de mechanische efficiëntie. Een rugleuninginstelling onder een hoek van 60° was het gunstigst voor de mechanische efficiëntie. Bij deze instelling waren de gewichtsreactiekracht en de relatieve belasting van de supraspinatus en de infraspinatus het laagst. De crankpositie had slechts een kleine invloed op de relatieve kracht van de subscapularis. Bij de crankpositie het verste weg ten opzichte van de schouder (15° elleboog flexie) was de subscapularis belasting het laagst. Deze resultaten geven aan dat handbike gebruikers die niet geïnteresseerd zijn in hoge sportieve prestaties, maar in het behouden van gezondheid en fitheid op een 'schouder vriendelijke' manier, de handbike moeten instellen met een relatief rechte rugleuning en een relatief verre positie van de crank ten opzichte van de schouder.

In **hoofdstuk 8** werden de belangrijkste resultaten van de in dit proefschrift beschreven studies samengevat en bediscussieerd. De resultaten van het gedane onderzoek dragen bij aan een beter inzicht in de mechanische en fysiologische belasting tijdens handcycling. Dit proefschrift laat zien dat de juiste keuze en een goede instelling van de handbike

Samenvatting

kunnen bijdragen aan het verlagen van het risico op overbelastingsblessures van de schouder. De mechanische belasting op het schoudergewricht was lager tijdens handcycling dan tijdens rolstoelrijden. Daarom zou gebruik van de handbike in de revalidatie kunnen bijdragen aan het verbeteren van de fysieke gezondheid en de mobiliteit van mensen met een dwarslaesie en tevens het risico op overbelastingsblessures, in vergelijking tot het trainen in een rolstoel, kunnen verlagen. Een optimale instelling van de handbike, een relatief rechte rugleuning en een verre positie van de crank, zouden het risico op overbelastingsblessures verder kunnen verlagen.