# De relatie tussen de ervaren inspanning en de O2opname tijdens sub-maximale inspanning bij patiënten in de chronische fase na een CVA

Praktijkonderzoek

Wenny Moréè

Studentnummer: 1621537

Email: wennymoree@gmail.com

Leerdam, 26-04-2016

Hogeschool Utrecht

Bachelor Fysiotherapie

Tutor: Jacqueline Outermans

Tweede beoordelaar: Annemiek Houwink

## Samenvatting

*Achtergrond informatie*

In Nederland worden naar schatting jaarlijks 45.000 mensen getroffen door een CVA en lijden ongeveer 226.000 mensen aan de gevolgen van een CVA. Fysiotherapeutische interventies zijn gericht op het verbeteren van de loopvaardigheid om de inspanning (bij eenzelfde activiteit) te verminderen. Een hoger energie verbruik tijdens het lopen zou kunnen leiden tot een hogere ervaren inspanning. De inspanning van het lopen kan objectief bepaald worden door het meten van het zuurstofverbruik (O2opname) met een ademgasanalyse en subjectief door de mate van ervaren inspanning in kaart te brengen met de Borgschaal.

*Onderzoeksvraag*

Wat is de relatie tussen de ervaren inspanning en de O2opname tijdens sub-maximale inspanning bij patiënten in de chronische fase na een CVA?

*Methode*

Cross-sectioneel onderzoek van de baseline meting van SUSTAIN. De mate van inspanning wordt objectief en subjectief in kaart gebracht tijdens het lopen van de 6MWT. Inclusie criteria: Zelfstandig thuiswonende proefpersonen met een CVA volgens de WHO definitie, minimaal 18 jaar, minimaal drie maanden na een CVA en in staat zijn om tenminste 10m met supervisie te lopen (Functional Ambulation Categories ≥ 3). Exclusiecriteria: minder dan 24 punten op de Mini Mental State Examination en minder dan 4 punten op de Utrecht Communication State. Data-analyse: SPSS 23.0 (Pearson correlatiecoëfficiënt).

*Resultaten*

Tussen de O2opname en de score op de Borgschaal is de correlatie 0.19. Deze relatie is niet significant (P = 0.18).

*Conclusie*

Er is geen relatie gevonden tussen de objectief gemeten O2opname en subjectief gemeten score op de Borgschaal bij patiënten, in de chronische fase na een CVA, tijdens het lopen.

*Trefwoorden:*

Cerebro vasculair accident (CVA), Borgschaal, O2opname, 6MWT.

## Summary

*Background information*

In the Netherlands it is estimated that about 45.000 people are yearly affected with a CVA. About 226.000 people suffer from the consequences of a CVA. Physiotherapeutical interventions focus on the improvement of the walking ability to reduce the effort needed to walk. A higher level of perceived exertion could be the result of an increased level of exertion during walking. The effort of walking can be objectively determined by measuring the oxygen consumption (ml O2/kg/min) with a gas analysis. Subjectively it can be determined by mapping the extent of perceived exertion with the Borg scale.

*Research question*

What is the relationship between perceived exertion and oxygen consumption during submaximal exercise in patients in the chronic phase after a stroke?

*Methods*

This study is a cross-sectional analysis of the baseline measurements of SUSTAIN. The level of effort is objectively and subjectively identified during the 6MWT. Inclusion criteria: community dwelling individuals with a stroke according to the WHO definition, minimal age above 18, minimal three months after a stroke and the ability to walk 10m with supervision (Functional Ambulation Categories ≥ 3). Exclusion criteria: Severe cognitive disorder (Mini Mental State Examination <24 points) and/or a severe communicative disorder (Utrecht Communication State < 4 points). Data analysis: SPSS Statistics 23.0 (Pearson correlation coefficient).

*Results*

There is a correlation of 0.19 between the oxygen consumption and the score on the Borg scale. This relationship is not significant (P=0.18).

*Conclusion*

By patients, in the chronic phase after a CVA, there is no relationship found between the objectively measured oxygen consumption and subjectively measured score on the Borg scale during walking.

*Keywords*

Cerebro vasculair accident (CVA), stroke, Borg scale, oxygen consumption, 6MWT.

## Inleiding

Een cerebrovasculair accident is volgens de World Health Organisation (WHO) gedefinieerd als ‘plotseling optredende klinische verschijnselen van focale stoornis in de hersenen die langer dan 24 uur duren of leiden tot de dood, waarvoor geen andere oorzaak is dan een vasculaire stoornis’. Deze vasculaire stoornis of ischemie wordt veroorzaakt door een herseninfarct of een hersenbloeding, beide vallen onder een CVA. In Nederland worden naar schatting jaarlijks 45.000 mensen getroffen door een CVA en lijden ongeveer 226.000 mensen aan de gevolgen van een CVA (Veerbeek, et al., 2014)

Als gevolg van het doormaken van een CVA treedt verminderde belastbaarheid van het cardiovasculaire systeem op, wat kan leiden tot inactiviteit en een hoger energieverbruik tijdens activiteiten van het dagelijks leven (ADL) (Port, Kwakkel, Schepers, & Lindeman, Juli 2006) (Veerbeek, et al., 2014). Uit het onderzoek van Smith et. al blijkt dat de maximale O2opname voor patiënten na een CVA uitkomen op 50% van de VO2max waarden van gezonde leeftijdsgenoten (Smith, Saunders, & Mead, 2012). De fysiotherapeutische interventies bij patiënten na een CVA zijn daarom mede gericht op het verbeteren van de loopvaardigheid om de inspanning bij eenzelfde intensiteit te verminderen (Veerbeek, et al., 2014).

De functionele loopcapaciteit van patiënten na het doormaken van een CVA kan in kaart gebracht worden met de gestandaardiseerde zes-minuten wandeltest (6MWT), volgens het ATS protocol. Bij deze sub-maximale inspanningstest bepaalt de patiënt zelf de loopsnelheid (ATS Committee, 2002) (Takken, 2007). Om de mate van intensiteit van de training te bepalen, kan de inspanning objectief en subjectief in kaart worden gebracht. Objectief kan het zuurstofverbruik (O2opname) gemeten worden met een ademgasanalyse. Tijdens inspanning verandert de opname van O2 en CO2 in de longen. Met de ademgasanalyse wordt de opname van O2 en CO2 in kaart gebracht en wordt de mate van inspanning gemeten. Deze ademgasanalyse is een betrouwbare methode bij patiënten met een CVA om de O2opname te bepalen, maar is over het algemeen niet beschikbaar in de klinische setting (Eng, Dawson, & Chu, Januari 2004). Subjectief kan de mate van inspanning in kaart worden gebracht met de Borgschaal (Veerbeek, et al., 2014). De Borgschaal is een veel gebruikt meetinstrument in de fysiotherapie om de patiënt de mate van inspanning zelf aan te geven. De Borgschaal wordt ook veel ingezet tijdens het trainen met chronische patiënten om de training te doseren en als evaluatief meetinstrument voor de ervaren inspanning (Brugge, 2008) (Morree, Jongert, & Poel, 2011) (Achttien, et al., 2011) (Veerbeek, et al., 2014). Deze schaal is van oorsprong afgeleid van de relatie tussen de hartfrequentie en de zuurstofopname tijdens aerobe activiteiten (Takken, 2007). Uit onderzoek blijkt een significante stijging aanwezig te zijn in hartfrequentie en score op de Borgschaal na inspanning, waarbij een hogere belasting een hogere score op de Borgschaal geeft (Borg, 1982).

De veronderstelling is dat de Borgschaal aangeeft hoe de patiënt de inspanning ervaart, de subjectieve belasting. Het ervaren van zwaarte of moeite van inspanning wordt bepaalt door mentale processen in de hersenen. De moeite die een activiteit kost, de maximale moeite die de patiënt bereidt is om te leveren voor een activiteit en de motivatie om een activiteit uit te voeren, hebben invloed op deze mentale processen (Morree, Jongert, & Poel, 2011). Om tijdens het trainen de mate van inspanning in kaart te brengen met behulp van de Borgschaal, is het van belang om de relatie tussen de objectief gemeten en subjectief gemeten inspanning te weten.

De hypothese is dat er een verband is tussen de Borgschaal en O2opname tijdens de 6MWT bij patiënten met een CVA. Het doel van dit onderzoek is het bepalen van deze relatie tussen de ervaren inspanning, gemeten met de Borgschaal, en de objectief gemeten inspanning (O2opname), bij thuiswonende patiënten in de chronische fase na een CVA tijdens het lopen van de zes minuten wandeltest (6MWT) volgens het ATS protocol.

## Methode

*Onderzoeksdesign*

Het betreft een cross-sectioneel onderzoek. Deze studie is een onderdeel van het longitudinaal onderzoek SUSTAIN (InveStigating and Stimulating long Term walking Activity IN stroke). Het doel van het onderzoek SUSTAIN is het in kaart brengen van onderliggende factoren van het lopen bij patiënten in de chronische fase na het doormaken van een CVA. Het onderzoek SUSTAIN heeft toestemming van de METC om dit onderzoek uit te voeren. In deze studie wordt de data van de baseline meting van SUSTAIN gebruikt.

*Populatie*

De deelnemers van deze studie zijn patiënten in de chronische fase na een CVA. Deze patiëntenpopulatie woont zelfstandig thuis of zijn volledig zelfstandige bewoners in een verpleeghuis. De inclusiecriteria voor het onderzoek zijn: alle proefpersonen zijn minimaal achttien jaar en hebben een herseninfarct of hersenbloeding doormaakt volgens de WHO definitie voor een cerebrovasculair accident; bij intake is het CVA minimaal drie maanden geleden en de patiënten zijn in staat om 10 meter te lopen onder supervisie, wat gelijk staat met een score van ≥ 3 op de Functional Ambulation Categories (FAC). De exclusiecriteria voor deelname aan dit onderzoek zijn ernstige aanwezige cognitieve stoornissen (<24 punten op de Mini Mental State Examination (MMSE)) en ernstige aanwezige communicatieve stoornissen (<vier punten op de Utrecht Communication State (UCS)).

*Onderzoeksmethode*

De deelnemers worden geworven uit het revalidatiecentrum ‘De Hoogstraat’ en het Universitair Medisch Centrum Utrecht (UMCU), van kinderdagverblijven van het verpleeghuis ‘Aveant’ in Utrecht, van de verpleeghuizen georganiseerd in de ‘Regionaal Overleg Fysiotherapeuten in Verpleeghuizen (ROFV) Gooi en Omstreken’, uit het verpleeghuis ‘Florence’ in Rijswijk (ZH), van 10 particuliere fysiotherapie praktijken in de regio Utrecht en de andere deelnemers van de Utrechts Stroke Service. Tot slot zijn de deelnemers geworven uit de patiënten contactgroep ‘Samen Verder’. De deelnemers hebben aangegeven dat ze betrokken willen worden bij het onderzoek SUSTAIN.

De metingen vonden plaats aan de faculteit Gezondheidszorg van de Hogeschool Utrecht. Voorafgaand aan de inspanningstesten werd een gezondheidsscreening uitgevoerd volgens de richtlijnen van het AHA/ACSM Healt/Fitness Preparticipation Screening Questionnaire (Balady, et al., 1998). Tijdens het uitvoeren van de 6MWT werden de patiënten gevraagd om een draagbare ademgasanalyse te dragen. De ervaren inspanning tijdens de 6MWT werd door de patiënten aangegeven op de Borgschaal. De testprocedures en het waarborgen van de veiligheid is in overeenstemming met de aanbevelingen van de ACSM (American College of Sports Medicine (ACSM), 2009). Eventueel kon de behandelend arts geraadpleegd worden om te bepalen of de kandidaat kan deelnemen. Alle testen in het onderzoek SUSTAIN zijn uitgevoerd door dezelfde fysiotherapeut.

*Dataverzameling*

1. Zes-minuten wandeltest (6MWT). Met de 6MWT wordt de functionele loopcapaciteit van patiënten in kaart gebracht. De 6MWT is een valide en betrouwbaar meetinstrument voor patiënten met een CVA (Fulk, Echternach, Nof, & O'Sullivan, 2008) (Veerbeek, et al., 2014). In het onderzoek SUSTAIN wordt deze test uitgevoerd op een twintig meter lange gang met markeringen op de muur, volgens de American Thoracic Society Guidelines (ATS Committee, 2002). De patiënten wandelen op deze twintig meter een zo groot mogelijke afstand gedurende zes minuten. De totaal gelopen afstand werd bepaald door het optellen van het aantal rondes en overige meters.
2. Cortex Metamax B3 (Cortex Biophysik GmbH, Leipzig, Germany). De Cortex Metamax B3 is een betrouwbaar en stabiel systeem die de gasuitwisseling, opname en afname van O2 en CO2 analyseert (Macfarlane & Wong, Juli 2012). De ademgasanalyse wordt gekalibreerd volgens de richtlijnen van de fabrikant voorafgaand aan elke test. Deze draagbare ademgasanalyse meet de zuurstofopname tijdens het lopen van de 6MWT. De O2opname wordt uitgedrukt in mlO2/kg/min.
3. Borgschaal. In dit onderzoek wordt de Borgschaal (6-20) gebruikt. Deze schaal wordt veel gebruikt om de ervaren inspanning te meten en te evalueren. De intensiteit van de ervaren vermoeidheid is door Wallace gestandaardiseerd met oefeningen voor patiënten met een CVA (Wallace, et al., Mei 2010). Voorafgaand en direct na het uitvoeren van de 6MWT wordt de ervaren inspanning gemeten met de Borgschaal (6-20).

*Analyse methode*

Gemiddelden, range en standaarddeviaties (SD) werden berekend voor de scores op de Borgschaal en voor de O2opname in mlO2/kg/min.

De relatie tussen O2opname, gemeten met de ademgasanalyse, en de ervaren inspanning, gemeten met de Borgschaal, werd berekend met een statistische analyse. Statistische significantie werd ingesteld op p <0,05. Voor deze analyse werd gebruik gemaakt van SPSS versie 23.0. De correlatie tussen beide meetinstrumenten zijn berekend met de Pearson correlatiecoëfficiënt, omdat de data normaal verdeeld is, beoordeeld met een QQ-plot.

## Resultaten

51 proefpersonen met een CVA zijn geworven en geïncludeerd. Alle metingen waren volledig. De gemiddelde leeftijd is 65 jaar (SD 12). De populatie bestaat uit 29 mannen; 24 proefpersonen zijn rechtszijdig aangedaan; het BMI van de groep is 27,7 (SD 4,7). De proefpersonen zijn patiënten in de chronische fase na een CVA; gemiddeld 58 maanden na het CVA (SD 62). 76 procent van de populatie heeft een herseninfarct gehad en 24 procent een hersenbloeding. De FAC is gemeten bij 26 personen; de gemiddelde score op de FAC is 4,7 (SD 0,6); waarbij twee personen een FAC score 3, vier personen een FAC score 4 en twintig personen een FAC score 5. Bij 32 patiënten is gemeten of er sprake is van één of meerdere comorbiditeit(en): DM type 2 (n=3), cardio vasculaire aandoeningen (n=2) en anders (n=6).

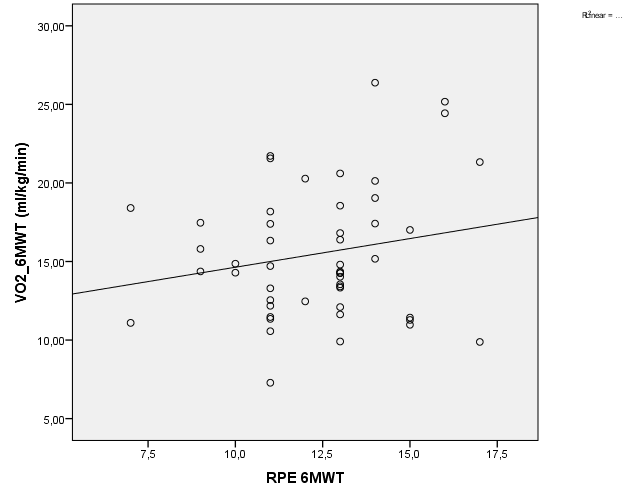
Het gemiddeld gelopen aantal meters op de 6MWT is 380 m (SD 126). De gemiddelde score op de Borgschaal na de 6MWT is 12,4 (SD 2,2) met een minimale score van 7 en maximaal een score 17. De gemiddelde O2opname in mlO2/kg/min tijdens de 6MWT is 15,5 (SD 4,2) met een minimale O2opname van 7,3 mlO2/kg/min en maximaal 26,4 mlO2/kg/min.

|  |  |
| --- | --- |
| Tabel 1: Demografische gegevens |  |
| Persoonlijke gegevens (*N=51*) |  |
| Age (y), mean (SD) | 65 (12,4) |
| Gender, *n man* (%) | 29 (57) |
| Hemiplegic side, *n right* (%) | 24 (47) |
| Weight (kg), mean (SD) | 81 (15) |
| Length (m), mean (SD) | 1.7 (0.1) |
| BMI (kg/m2), mean (SD) | 27,7 (4,7) |
| Time since Onset (maanden), mean (SD)   * *Percentile 25* * *Percentile 50* * *Percentile 75* | 58 (62)  18 mnd  33 mnd  107 mnd |
| Stroke type,   * *n* infarct (%) * *n* bloeding (%) | 39 (76)  12 (24) |
| Comorbiditeiten (*n=32*)   * *n* Diabetes Mellitus type 2 (%) * *n* Cardio vasculair aandoening (%) * *n* Anders (%) * *n* Geen (%) | 3 (9,4)  2 (6,3)  6 (18,8)  21 (65,6) |
| Impairments |  |
| 6MWT (meter), mean (SD) | 380 (126) |
| Borgschaal, mean (SD)   * Minimale score * Maximale score | 12,4 (2,2)  7  17 |
| O2opname (mlO2‎/kg‎/min), mean (SD)   * Minimaal * Maximaal | 15,5 (4,2)  7,3  26,4 |
| FAC score (*n=26*), mean (SD)   * *n* FAC score 3 (%) * *n* FAC score 4 (%) * *n* FAC score 5 (%) | 4,7 (0,6)  2 (7,7)  4 (15,4)  20 (76,9) |
| *Notitie: SD = Standaard deviatie; % = percentage; FAC = Functional Ambulation Categories* | |

In tabel 2 wordt de samenhang tussen de O2opname tijdens de 6MWT en de Borgschaal weergegeven. Tussen de O2opname en de Borgschaal is een correlatie van 0.19 en een significantie van P = 0.18.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| TABEL 2: Correlaties | | |
| Resultaten (*N=51*) | Score op Borgschaal na de 6MWT | |
| O2opname tijdens de 6MWT (ml‎O2/kg‎/min) | Pearson Correlatie  Sig. (2-tailed) | 0.19  0.18 |

In onderstaande scatterplot wordt de samenhang tussen twee variabelen, de O2opname en de score op de Borgschaal, weergegeven met een regressielijn.



## Discussie

In dit onderzoek is gekeken naar de relatie tussen de O2opname en de score op de Borgschaal bij thuiswonende patiënten in de chronische fase na een CVA tijdens het lopen van de zes minuten wandeltest (6MWT). De eerder gestelde hypothese was dat er een verband is tussen de score op de Borgschaal en O2opname tijdens de 6MWT bij patiënten met een CVA. De resultaten geven echter aan dat er geen relatie is tussen de O2opname en de score op de Borgschaal.

Het ontbreken van een verband tussen de twee variabelen, de subjectief gemeten score op de Borgschaal en de objectief gemeten O2opname, kan mogelijk veroorzaakt worden door de score op de Borgschaal. De Borgschaal is een subjectieve schaal en mentale processen in de cortex bepalen de ervaring van moeite van een activiteit (Morree, Jongert, & Poel, 2011). Onderzoek naar de invloed van deze mentale processen op de score op de Borgschaal geeft mogelijk zicht op de invloed op de aangegeven score op de Borgschaal.

Uit het boek van Jongert et al. blijkt dat voor een betrouwbare score van de Borgschaal deze vooraf getraind moet worden op verschillende inspanningsniveaus (Jongert, Benedictus, Dijkgraaf, Koers, & Oudhof, 2002). In dit onderzoek is de Borgschaal niet vooraf getraind door de proefpersonen. Dit kan de interpretatie van de score 6 tot 20 beïnvloed hebben. In verder onderzoek kan het geven van de een score op de Borgschaal wel getraind worden.

Uit het onderzoek van Ganley et al. blijkt dat CVA patiënten bij een zelfgekozen comfortabele snelheid niet meer energie gebruiken (Ganley, Herman, & Willis, Mei 2008). De instructies van het ATS protocol laat toe dat de proefpersonen een eigen gekozen snelheid kunnen kiezen om de 6MWT uit te voeren. Hierdoor is de mate van inspanning verschillend. De mate van inspanning wordt mogelijk niet op de juiste in kaart gebracht. Dit kan verklaren dat de objectief gemeten O2opname niet correleert met de subjectief gemeten inspanning van het lopen. Mogelijk reflecteert de relatie tussen de Borgschaal en de relatieve O2opname ten opzichte van de maximale O2opname wel de inspanning van het lopen. Een systematic review van Smith et al. toont dat de aerobe capaciteit van patiënten met een CVA varieert tussen de 8 en 22 mlO2/kg/min, wat 26-87% is van gezonde leeftijdsgenoten (Smith, Saunders, & Mead, 2012).

Het gevonden resultaat uit deze studie, het ontbreken van een relatie, lijkt bevestigd te worden door de onderzoeken van Ng et al., Muyor en Dias. Zij hebben gekeken naar de relatie tussen de objectief gemeten hartfrequentie en de subjectief gemeten score op de Borgschaal. Zij vonden een matige tot geen correlatie tussen de hartfrequentie en de Borgschaal (Ng, et al., 2011) (Muyor, December 2013) (Dias, et al., 2014).

Een limitatie van deze studie is de steekproef, deze is relatief klein waardoor de kans aanwezig is dat het gevonden resultaat op toeval berust. Ook het geven van een score op de Borgschaal bij inspanning is niet vooraf getraind, wat mogelijk invloed heeft op de resultaten.

Om een betrouwbaar resultaat te vinden zal er in de toekomst meer onderzoek moeten worden gedaan. Het vergroten van de steekproef kan de kans dat het resultaat op toeval berust verminderen. Dit onderzoek is een cross-sectioneel onderzoek waarbij de proefpersonen op één moment gemeten wordt. Hierdoor geeft dit resultaat geen inzicht over de resultaten op langere termijn. Met een longitudinaal onderzoek kan dit mogelijk wel in kaart gebracht worden. Om de invloed, van hierboven genoemde factoren op de score op de Borgschaal, in kaart te brengen zal verder onderzoek gedaan moeten worden naar van de invloed van mentale processen en training van de Borgschaal. De werkelijke inspanning van het lopen kan mogelijk in kaart gebracht worden door onderzoek naar de relatieve O2opname ten opzichte van de maximale O2opname.

## Conclusie

Er is geen relatie gevonden tussen de O2opname en score op de Borgschaal. Dit houdt in dat de ervaren inspanning, de score op de Borgschaal, niet correleert met de O2opname, gemeten met de ademgasanalyse, bij CVA patiënten in de chronische fase tijdens het lopen. Deze resultaten betekenen voor de praktijk dat de score op de Borgschaal geen informatie geeft over de O2opname tijdens het lopen. Om de O2opname bij inspanning in kaart te brengen kan de Borgschaal niet gebruikt worden. Er zal verder onderzoek gedaan moeten worden.

# Bibliografie

Achttien, R., Staal, B., Merry, A., Voort, S. v., Klaver, R., Schoonewille, S., . . . Hendriks, E. (2011). *KNGF richtlijn Hartrevalidatie.* Opgeroepen op november 11, 2015, van KNGF Evidence Based Products: https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/richtlijnen/richtlijnen/hartrevalidatie-2011

American College of Sports Medicine (ACSM). (2009). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 8th edition.* Philadelphia: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins.

ATS Committee. (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 166(1): 111-117.

Balady, G., Chaitman, B., Driscoll, D., Foster, C., Froelicher, E., Gordon, N., . . . Bazzarre, T. (1998). Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Circulation*, (22): 2283-93.

Borg, G. (1982). Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *International Journal of Sports Medicine*, 3(3):153-158.

Brugge, F. v. (2008). *Neurorevalidatie bij centraal neurologische aandoeningen.* Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

Dias, M., Simão, R., Machado, G., Furtado, H., Sousa, N., Fernandes, H., & Saavedra, F. (2014). Relationship of different perceived exertion scales in walking or running with self-selected and imposed intensity. *Journal of Human Kinetics*, 43: 149.

Eng, J., Dawson, A., & Chu, K. (Januari 2004). Submaximal exercise in persons with stroke: test-retest reliability and concurrent validity with maximal oxygen consumption. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(1):113-118.

Fulk, G., Echternach, J., Nof, L., & O'Sullivan, S. (2008). Clinometric properties of the six-minute walk test in individuals undergoing rehabilitation poststroke. *Physiotherapie theory and Practice*, 24(3):195-204.

Ganley, K., Herman, R., & Willis, W. (Mei 2008). Muscle metabolism during overground walking in persons with poststroke hemiparesis. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 15(3): 218-226.

Jongert, M., Benedictus, J., Dijkgraaf, J., Koers, H., & Oudhof, J. (2002). *Het gebruik van de Borgschaal bij bewegingsactiviteiten voor hartpatiënten.* Bunnik: HIB.

Kuks, P., & Snoek, P. (2012). *Klinische neurologie.* Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

Macfarlane, D., & Wong, P. (Juli 2012). Validity, reliability and stability of the portable Cortex Metamax 3B gas analysis system. *European Journal of Allpied Physiology*, 112(7): 2539–2547.

Macko, R., Katzel, L., Yataco, A., Tretter, L., DeSouza, C., Dengel, D., . . . Silver, K. (Mei 1997). Low-velocity graded treadmill stress testing in hemiparetic stroke patients. *Stroke*, 28(5):988-92.

Morree, J. d., Jongert, M., & Poel, G. v. (2011). *Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training.* Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

Muyor, J. (December 2013). Exercise Intensity and Validity of the Ratings of Perceived Exertion (Borg and OMNI Scales) in an Indoor Cycling Session. *Journal of Human Kinetics*, 39:93-101.

Ng, S., Tsang, W., Cheung, T., Chung, J., To, F., & Yu, P. (2011). Walkway length, but not turning direction, determines the six-minute walk test distance in individuals with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(5):806-811.

Port, I. v., Kwakkel, G., Schepers, V., & Lindeman, E. (Juli 2006). Predicting mobility outcome one year after stroke: a prospective cohort study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 38(4): 218-223.

Smith, A., Saunders, D., & Mead, G. (2012). Cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review. *International Journal of Stroke*, Aug 7 (6): 499-510.

Smith, A., Saunders, D., & Mead, G. (2012). Cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review. *International Journal of Sroke: official journal of the International Stroke Society*, (6): 499-510.

Takken, d. (2007). *Inspanningstests.* Maarssen: Elsevier gezondheidszorg.

Veerbeek, J., Weegen, E. v., Peppen, R. v., Hendriks, H., Rietberg, M., Wees, P. v., . . . Kwakkel, G. (2014). *KNGF Richtlijn Beroerte.* Opgehaald van KNGF Evidence Based Practice: https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/richtlijnen/richtlijnen

Wallace, A., Talelli, P., Dileone, M., Oliver, R., Ward, N., Cloud , G., . . . Marsden, J. (Mei 2010). Standardizing the intensity of upper limb treatment in rehabilitation medicine. *Clinical Rehabilitation*, 24(5):471.