

Sporten bij dialysepatiënten. Wat heeft meer effect, conditie of krachttraining?

Afstudeeropdracht opleiding fysiotherapie

Geschreven door: Saskia Gosselink

Datum: december 2012

Artikel begeleider: Joost van der Flier

Samenvatting

Achtergrond: Bij nierpatiënten is er sprake van een kwaliteit van leven die langzaam achteruit gaat. Het is aangetoond dat sporten de achteruitgang kan remmen.

Doel: achterhalen wat het meeste effect heeft op de kwaliteit van leven: conditietraining, krachttraining of een combinatie hiervan.

Vraagstelling: Wat is het verschil in effect tussen conditietraining en krachttraining op de kwaliteit van leven bij patiënten die dialyseren.

Methode: er is een literatuurstudie gedaan naar het effect van verschillende vormen van training bij dialysepatiënten. De literatuur is gezocht in de volgende databanken; Pubmed, cebp, PEDro en Google Scholar.

Resultaten: In deze literatuurstudie zijn 8 onderzoeken gebruikt die de effecten van training bij dialysepatiënten meten op de punten; kwaliteit van leven, kracht en functionele inspanningscapaciteit. Uit de resultaten blijkt dat bij alle uitkomstmaten een significant verschil gevonden wordt in het voordeel van training. Met name de uitkomstmaat 'kracht' scoort goed, 5 van de 5 artikelen laten een significant verschil zien. Bij 'kwaliteit van leven' zijn dit 4 van de 5 artikelen. Bij algemene inspanningscapaciteit zijn dit 2 van de 5 artikelen.

Conclusie: Het is duidelijk dat trainen een positief effect heeft bij nierdialysepatiënten. Wel moet er verder (gelijkwaardig)onderzoek gedaan worden wat het beste effect geeft, krachttraining, conditietraining of een combinatie

Zoektermen: Kidney disease, physical activity, quality of life, training, kidney disease, rehabilitation, aerobic training, renal disease, dialysis

Inleiding

Relevantie onderwerp

In Nederland waren er in 2010 60.000 mensen met een nieraandoening waarvan 6375 mensen dialyse kregen. Jaarlijks overlijdt 20% van de dialyse patiënten.(nierstichting.nl)

Het uitvoeren van algemene dagelijkse taken is bij nierpatiënten niet vanzelfsprekend. Naarmate de nieren minder gaan functioneren nemen de mogelijkheden van de zieke af. Mensen komen in een vicieuze cirkel, de spierkracht neemt af, de conditie wordt slechter en mensen zijn moe (Johansen et al. 2007). Hierdoor gaat het steeds meer energie kosten om de dagelijkse dingen voor elkaar te krijgen. De kwaliteit van leven gaat achteruit.

Eenmaal aan de dialyse neemt het dialyseapparaat niet de volledige functie van de nieren over. Dit is tot ongeveer 10% van de functie van gezond functionerende nieren. Hierdoor vraagt dialyse erg veel van het lichaam en daarnaast kost het veel tijd. Er zijn al een aantal onderzoeken gedaan waarin aangetoond is dat bewegen tijdens de dialyse effectief is voor het algemeen dagelijks functioneren van de dialysepatiënt .(Chen et al 2010, Cheema et al 2005).

Op het gebied van trainen is er naast de lichamelijke factor ook de mentale factor. Omdat het al veel energie kost om de dagelijkse dingen te doen en er veel tijd gaat zitten in de dialyse, is het gebleken dat het moeilijk is om zelfstandig te blijven oefenen (Konstantinidou et al 2002). Mede daarom is het van belang om een interessante en boeiende samenstelling van een training krijgen.

Evidentie

Het is inmiddels aangetoond dat bewegen goed is voor nierpatiënten in de dialysefase (Chen et al 2010, Cheema et al 2007). De bloedwaarden verbeteren, de conditie wordt beter en de spierkracht groter. Daarnaast heeft (conditie)training een positief effect op de nachtrust (Afshar et al 2011).

Probleemstelling

Omdat het aangetoond is dat training tijdens de dialyse een positief effect heeft op het algemeen dagelijks functioneren van dialysepatiënten, gaat dit artikel verder in op de vraag wat het meest effectief is; conditietraining, krachttraining of een combinatie daarvan.

Probleemstelling: Wat is het verschil in effect tussen conditietraining en krachttraining op de kwaliteit van leven bij patiënten die dialyseren.

Methode

Door middel van een literatuurstudie is er informatie opgezocht over het effect van conditietraining, en / of krachttraining bij nierdialyse. De literatuur die gebruikt is, werd gevonden via Pubmed, cebp, PEDro en Google Scholar. Voor het vinden van de juiste artikelen zijn de volgende trefwoorden gebruikt:

Kidney disease, physical activity, quality of life, training, kidney disease, rehabilitation, aerobic training, renal disease, dialysis. Deze woorden zijn in verschillende combinaties gebruikt als zoekterm.

Voor een zo goed mogelijk antwoord op de vraagstelling moeten de artikelen voldoen aan de volgende inclusiecriteria:

- Gepubliceerd in of na 2002
- Een minimale PEDro score van 6
- Geschreven in het Nederlands of Engels
- De in- en exclusie criteria zijn duidelijk beschreven
- Patiënten moeten ouder dan 18 jaar zijn
- De patiënten moeten minstens 3 maanden dialyseren
- Er mag geen sprake zijn van ernstig hartfalen bij de testgroepen
- De kwaliteit van leven wordt gemeten met de SF-36 of de RAND-36
- De conditie is gemeten worden met een functionele test
- De onderzoeksperiode is tenminste 12 weken.

Deze informatie staat samen met de PEDro score, het design, jaartal en auteur in een data-extractie tabel.

Artikelen die gaan over de betrouwbaarheid en kwaliteit van meetinstrumenten mogen voor 2002 gepubliceerd zijn. Dit heeft namelijk geen direct effect op de uitkomsten van de uitkomstmaten.

In deze literatuurstudie gebruik gemaakt van de volgende uitkomstmaten: 'kwaliteit van leven', 'kracht', en 'algemene inspanningscapaciteit'. Hier mist een uitkomstmaat. Bloedwaarden zijn bij nierpatiënten een belangrijke factor. In veel van de gebruikte artikelen zit ook de uitkomstmaat 'bloedwaarden' inbegrepen. Deze factor valt echter buiten het vakgebied van de fysiotherapeut dus zal niet uitgebreid besproken worden. Wel zullen de uitslagen meegenomen worden in de conclusie.

Resultaten

Na een selectie van artikelen op basis van de eerder genoemde criteria zijn uiteindelijk 8 geschikte artikelen gevonden. Waarvan 1 systematic review, 6 randomized controlled trials en 1 descriptive cross sectional case controlled studie.

In de literatuur zijn verschillende interventies gebruikt variërend van krachttraining, conditietraining of een combinatie hiervan.

De resultaten zijn opgedeeld per uitkomstmaat. Daarnaast zijn de tabellen ingedeeld naar kwaliteit, met het artikel met de hoogste Pedro-score bovenaan.

Kwaliteit van leven

De *kwaliteit van leven* is in deze onderzoeken gemeten met de SF-36 of de Nederlandse versie: Rand-36. De geïncludeerde onderzoeken zijn: dePaul et al, Cheema et al, Molsted et al, van Vilsteren et al en Chen et al.

De SF-36 en de rand-36 zijn veelgebruikte vragenlijsten bij chronisch zieke mensen. De betrouwbaarheid van de vragenlijsten is veelvuldig gemeten en daaruit komt naar voren dat de Rand-36 een betrouwbaar en geschikt meetinstrument is voor deze doelgroep (VanderZee et al 1996). Ook de SF-36 voldoet aan deze criteria (Lindsay et al. 2006).

In deze onderzoeken is de kwaliteit van leven onderzocht tussen een groep die een trainingsprogramma heeft doorlopen en een groep die dit niet heeft gedaan. De specificaties van de gevolgde interventies staan in tabel 1. In de tabel staan de resultaten vermeld van de testgroep ten opzichte van de controlegroep. Daarnaast staat het gevolgde trainingsprogramma van de testgroep vermeld in de kolom 'interventie'.

Tabel 1

Auteur+ jaartal	Interventie	Meetinstrument	Uitkomst/conclusie
Cheema et al. 2007	3x per week krachtoefeningen grote spiergroepen bovenst en extremiteit en onderste extremiteit. Voor een periode van 12 weken.	SF-36	Significante($P < 0.05$) verbetering op 2 domeinen van de sf-36: vitality ($P=0.02$) en physical function ($P=0.02$) ten opzichte van controlegroep.
DePaul et al. 2002	3x per week conditietraining en krachttraining Onderste extremiteit. Voor een periode van 12 weken.	SF-36	Er is met de SF-36 geen significant($P < 0.05$) verschil gevonden tussen de trainings- en controlegroep($P=0.55$).
Chen et al. 2010	krachttraining: 2x per week gedurende 12 weken krachtoefeningen van de OE. lenigheid: 2x per week gedurende 12 weken rekoefeningen van de OE, verder geen verschil in adl.	SF-36	Bij de 'physical component' ($P= 0.02$) is een significant ($P < 0.05$) verschil gevonden in het voordeel van de krachttrainingsgroep.
van Vilsteren et al. 2004	Krachttraining voor de dialyse en fietsen tijdens de dialyse. 2-3x per week 20-30 minuten per keer. Uitgevoerd voor de dialyse en in de eerste 2 uur van de dialyse. Voor een periode van 12 weken.	Rand-36	Er is op 3 domeinen: 'vitality' ($P= 0.001$), 'general health perception' ($P= 0.001$) en 'health change' ($P=0.021$) van de rand-36 een significant($P < 0.05$) verschil gevonden.
Molsted et al. 2004	2x per week een uur trainen (combinatieconditie/lenigheid/kracht) voor een periode van 5 maanden.	SF-36	'physical function' ($P=0.004$) en 'bodily pain' ($P=0.03$) tonen een significant ($P \leq 0.05$) verschil.

Het effect van trainen op kwaliteit van leven, na een trainingsperiode van 12 weken met een combinatie van kracht- en conditietraining (DePaul et al, Cheema et al, van Vilsteren et al) of alleen kracht (Chen et al 2010) is bestudeerd. Hieruit blijkt dat 4 van de 5 geïnccludeerde onderzoeken een significant verschil hebben gemeten in het voordeel van de trainingsgroep.

Algemene inspanningscapaciteit

Naast kwaliteit van leven, is door middel van functionele testen, ook het effect op de algemene inspanningscapaciteit gemeten. Hiervoor zijn verschillende meetinstrumenten gebruikt waaronder de '6 minuten wandel test' (6MWT), de '2 minuten traplooptest' en de 'Short Physical Performance Battery' (SPBB). De resultaten zijn weergegeven in tabel 2. Ook in deze tabel staat in de kolom 'uitkomst/conclusie' de verschillen vermeld van de testgroep ten opzichte van de trainingsgroep.

Gezien de lage belastbaarheid van nierpatiënten en het feit dat de trainingen vooral gedaan worden om algemeen dagelijkse activiteiten te verbeteren, is er gekozen om te meten met functionele testen. De meetinstrumenten die gebruikt zijn in de geïnccludeerde artikelen zijn niet allemaal hetzelfde. Wel zijn de gebruikte meetinstrumenten vergelijkbaar. In elk meetinstrument is (o.a.) de spierfunctie van de onderste extremiteit een testonderdeel.

De betrouwbaarheid van deze meetinstrumenten voor deze specifieke doelgroep is nog weinig tot niet onderzocht in de meeste gevallen. Wanneer er geen geschikte onderzoeken gevonden zijn, wordt er gebruik gemaakt van artikelen onderzoeken hebben gedaan bij soortgelijke aandoeningen.

De '6 Minuten wandel test' (6MWT) is een goed instrument gebleken om de mogelijkheid tot uitvoering van dagelijkse activiteiten zoals lopen weer te geven (Segura-Ortí et al. 2011). Dit is getest bij nierpatiënten die dialyse ondergaan.

Van de 'Short Physical Performance Battery' (SPPB) is met name op voorspellende waarde onderzocht bij ouderen met chronische aandoeningen. Volgens Volpato et al (2011) is er een correlatie tussen een lagere score bij de test en achteruitgang van algemeen dagelijkse vaardigheden.

De 'Groningen fitness test for the elderly' is bij ouderen getest en daar valide en betrouwbaar gebleken voor deze categorie patiënten (Van Heuvelen et al. 1998).

De 'twee minuten traplooptest' is een aangepaste versie van de 'stair climb test'. De 'stair climb test' is valide en betrouwbaar bevonden voor verschillende doelgroepen waaronder ouderen en chronisch zieken (Bennell et al. 2011).

Tabel 2

Auteur+ jaartal	Interventie	Meetinstrument	Uitkomst/conclusie
Cheema et al. 2007	3x per week krachtoefeningen grote spiergroepen bovenst en extremititeit en onderste extremititeit. Voor een periode van 12 weken.	6MWT	Ten opzichte van de controlegroep is er geen significante vooruitgang aangetoond in het aantal gelopen meters.
DePaul et al. 2002	3x per week conditietraining en krachttraining Onderste extremititeit. Voor een periode van 12 weken.	6MWT	Er zijn geen significante verschillen gevonden bij de 6MWT.
Chen et al. 2010	krachttraining: 2x per week gedurende 12 weken krachtoefeningen van de OE. lenigheid: 2x per week gedurende 12 weken rekoefeningen van de OE, verder geen verschil in adl.	SPPB	Verbeterde uitvoering van het onderdeel 'chair stand time' van de SPBB na 12 weken bij de krachttrainingsgroep. Dit onderdeel is bij de lenigheidsgroep zelfs achteruit gegaan. (P=0.03)

van Vilsteren et al. 2004	Krachttraining voor de dialyse en fietsen tijdens de dialyse. 2-3x per week 20-30 minuten per keer. Uitgevoerd voor de dialyse en in de eerste 2 uur van de dialyse. Voor een periode van 12 weken.	Groningen fitness test for the elderly	Hier is een positief verschil gemeten in het voordeel van de testgroep. De onderdelen 'manual dexterity' en 'reaction time' van de Groningen fitness test for the elderly scoren na de trainingsperiode hoger.
Molsted et al. 2004	2x per week een uur trainen (combinatieconditie/lenigheid/kracht) voor een periode van 5 maanden.	2 min traplooptest	Er zijn geen significante verschillen ten opzichte van de controlegroep aangetoond na 12 weken.

Uit de gebruikte literatuur komt naar voren dat de testpersonen betere resultaten halen na de trainingsperiode bij 2 van de 5 onderzoeken aanwezig is.

Kracht

Naast kwaliteit van leven en algemene inspanningscapaciteit is ook kracht een belangrijke uitkomstmaat. Kracht is essentieel voor het kunnen uitvoeren van dagelijkse activiteiten zoals traplopen of iets optillen.

Voor de uitkomstmaat 'kracht' zijn er in de studies verschillende meetinstrumenten gebruikt. Deze spierkrachttesten zijn verschillend, maar wel allemaal gericht op spierkracht van de onderste extremiteit. Hieronder staat een korte beschrijving van de meetinstrumenten en hun betrouwbaarheid, bruikbaarheid en validiteit. Ook hier geldt dat wanneer een meetinstrument niet getest is op nierpatiënten, hiervoor een andere (vergelijkbare) doelgroep als voorbeeld genomen zal worden.

Verder staan in tabel 3 de uitkomsten van de onderzoeken uitgewerkt.

1RM (one repetition maximum). Deze test is valide en betrouwbaar gebleken voor het testen bij chronisch zieken bijvoorbeeld COPD (KNGF richtlijnen, richtlijn COPD). En ook bij gezonde mensen is dit een valide en betrouwbare test gebleken (Tagesson et al. 2007).

De 5 RM test is een variatie van de 1RM test die gebruikt wordt bij minder belastbare testpersonen of testpersonen die minder ervaring hebben met gewichtheffen. Aan de hand van de gegevens van de 5RM wordt vaak de 1RM berekent. In vergelijking met de 10 RM is de 5RM een betrouwbaardere manier om terug te rekenen naar de 1RM (Reynolds et al. 2006).

Kracht knie extensoren. De kracht is gemeten met de 'Nicholas Manual Muscle tester'. Deze meetmethode is betrouwbaar gebleken wanneer uitgevoerd door getrainde testers. (Ottenbacher et al. 2002)

Sit to stand to sit test (10 hh). Van deze test zijn verschillende variaties. De voor dit onderzoek gebruikte test is die van 10 hh. Deze test is betrouwbaar en reproduceerbaar gebleken bij dialysepatienten (Segura-Ortí et al. 2011).

Squat test. Deze test is valide gebleken bij ouderen en chronisch zieken (Beyer et al. 1999). Bij nierziekten is dit meetinstrument nog niet getest.

Tabel 3

Auteur + jaartal	Interventie	Meetinstrument	Uitkomst/conclusie
Cheema et al. 2007 8	3x per week krachtoefeningen grote spiergroepen bovenst en extremititeit en onderste extremititeit. Voor een periode van 12 weken.	Maximaalkracht (1RM) knie-extensoren/heup-abductoren/triceps	Na 12 weken een duidelijk significant en functioneel verschil in kracht bij de testgroep.
DePaul et al. 2002 7	3x per week conditietraining en krachttraining Onderste extremititeit. Voor een periode van 12 weken.	5RM quadriceps en hamstrings	Er is de volgende vooruitgang gemeten bij de krachttest: quadriceps toename 18lb, hamstrings toename 17 lb ten opzichte van controlegroep na 12 weken.
Chen et al. 2010 7	krachttraining: 2x per week gedurende 12 weken krachtoefeningen van de OE. lenigheid: 2x per week gedurende 12 weken rekoefeningen van de OE, verder geen verschil in adl.	Kracht knie-extensoren	Significante verschillen van kracht bij de testgroep na 12 weken.
van Vilsteren et al. 2004 6	Krachttraining voor de dialyse en fietsen tijdens de dialyse. 2-3x per week 20-30 minuten per keer. Uitgevoerd voor de dialyse en in de eerste 2 uur van de dialyse. Voor een periode van 12 weken.	Sit to stand to sit test (10 HH)	Er zijn significant verbeterde uitkomsten bij de testgroep na 12 weken. (P=0.05)
Molsted et al. 2004 6	2x per week een uur trainen (combinatieconditie/lenigheid/kracht) voor een periode van 5 maanden.	Squat test	Na 12 weken is er een significant verschil meetbaar bij de testgroep maar niet bij de controlegroep.

Er is een significant verschil gevonden bij alle gebruikte onderzoeken. Elk onderzoek geeft aan dat de kracht verbeterd is na de trainingsperiode.

Discussie

Aan het begin van deze literatuurstudie is de volgende vraag gesteld: 'Wat is het verschil in effect tussen conditietraining en krachttraining op de kwaliteit van leven bij patiënten die dialyseren.'

Training bij dialyse patiënten is een relatief nieuw en onbekend onderdeel binnen de fysiotherapie. Dit is te merken aan het geringe aantal artikelen dat over het onderwerp geschreven is. De artikelen die er zijn, zijn qua kwaliteit en inhoud zeer verschillend. Er is al een redelijke hoeveelheid onderzoek gedaan of training effect heeft bij nierpatiënten. Deze onderzoeken tonen aan dat er een positief effect is (Kosmadakis et al. 2010 (Adams et al. 2006).

Maar er is minder onderzoek gedaan naar welke specifieke interventie het meest effectief is. De onderzoeken hebben veelal verschillende meetinstrumenten gebruikt voor gelijkmatige uitkomstmaten. Dit maakt het lastig om de onderzoeken goed te vergelijken.

Alle artikelen die in deze literatuurstudie gebruikt zijn hebben minstens een PEDro score van 6. Naast deze artikelen zijn er weinig vergelijkbare artikelen met dezelfde methodologische kwaliteit te vinden.

Uit de resultaten komt naar voren dat training bij dialysepatiënten een geschikte optie zou kunnen zijn om de kwaliteit van leven te verhogen. Hier kunnen echter ook de volgende kanttekeningen bij geplaatst worden.

Uit de onderzochte literatuur blijkt dat er in 3 van de 5 gevallen een verbetering van testuitslagen waar te nemen is (SF-36/RAND-36). Tevens is, bij 3 van de 5 studies, een verbeterde testuitslag waar te nemen bij de functionele testen. Opvallend is dat er bij de 6MWT bij dePaul et al. geen significante verschillen zijn gevonden bij de testresultaten van de 6MWT. Maar bij Cheema et al zijn wel significante verschillen waargenomen. Dit zou verder onderzocht moeten worden voor betrouwbare resultaten.

Bij de krachttraining is opvallend dat in alle gebruikte literatuur de uitkomsten duidelijk positief zijn. In elk onderzoek is een significant verschil in kracht gevonden.

Om echt een uitspraak te doen over wat meer effect heeft op de kwaliteit van leven, krachttraining of conditietraining, moeten er meer vergelijkbare onderzoeken gedaan worden. De studies die tot nu toe gedaan zijn hebben voornamelijk het verschil tussen een interventiegroep en een controlegroep gemeten. Wat nog interessant is om te onderzoeken is het verschil tussen bijvoorbeeld testgroep A(krachttraining) en testgroep B(conditietraining). Dit gemeten met dezelfde meetinstrumenten en met als uitkomstmaat kwaliteit van leven. Voor de uitkomstmaat 'kwaliteit van leven' is de sf-36 een geschikt meetinstrument (Lindsay et al. 2006), voor het meten van algemene inspanningscapaciteit is de 6 minuten wandel test geschikt gebleken (Segura-Ortí et al. 2011). Voor het testen van de kracht is de 'sit to stand to sit test (10 hh)' betrouwbaar gebleken voor dialysepatiënten (Segura-Ortí et al. 2011).

De factor therapietrouw is in deze literatuurstudie buiten beschouwing gehouden. Wel is dit een belangrijke factor om mee te nemen in een volgend onderzoek. Het is namelijk gebleken dat het moeilijk is voor dialysepatiënten om de training zelfstandig voort te zetten(Konstantinidou et al 2002).

Conclusie

De vraag voor deze literatuurstudie was: Wat is het verschil in effect tussen conditietraining en krachttraining op de kwaliteit van leven bij patiënten die dialyseren.

Er kan gezegd worden dat de krachttraining effect lijkt te hebben. 5 van de 5 onderzoeken geven een positief significant verschil. De algemene inspanningscapaciteit (2 van de 5 studies een significant verschil) is minder toegenomen, hier zal over een grotere selectie artikelen een vergelijking gedaan moeten worden.

Bij de kwaliteit van leven is bij 4 van de 5 studies een significant verschil aangetoond.

Aanbevelingen

Er valt aan de hand van deze literatuurstudie niet te verklaren wat voor de verbetering van de kwaliteit van leven zorgt. De gebruikte interventies in de studies zijn te verschillend om een goede vergelijking te maken. Daarnaast is het voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag beter om twee interventies. Bijvoorbeeld een testgroep(krachttraining) vergelijken met een testgroep(conditietraining) en dan het verschil in effect op kwaliteit van leven meten.

Literatuur

Adams, G.R., Vaziri, N.D.(2006). Skeletal muscle dysfunction in chronic renal failure: effects of exercise. *Am J Physiol Renal Physiol* 290:F753-F761, 2006.

Afshar, R., Emany, A., Saremi, A., Shavandi, N., Sanavi, S.(2011). Effects of Intradialytic Aerobic Training on Sleep Quality in Hemodialysis Patients. *IJKD* 2011;5:119-23.

Bennell, K., Dobson, F., RANA Hinman, R.(2011). Measures of Physical Performance Assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care & Research* Vol. 63, No. S11, November 2011, pp S350–S370.

Beyer, N., Aadahl, M., Strange, B., Kirkegaard, P., Hansen, B.A., Mohr, T., Kjær, M. (1999). Improved Physical Performance After Orthotopic Liver Transplantation. *Liver Transplantation and Surgery*, Vol 5, No 4 (July), 1999: pp 301-309.

Cheema, B., Abas, H., Smith, B., O’Sullivan, A., Chan, M., Patwardhan, A., . . . Fiatarone Singh, M. (2007). Progressive Exercise for Anabolism in Kidney Disease(PEAK): A Randomized, Controlled Trial of Resistance Training during Hemodialysis. *J Am Soc Nephrol*, 18, 1594–1601, 2007.

Cheema, B.S.B., Fiatarone Singh, M.A.(2005). Exercise Training in Patients Receiving Maintenance Hemodialysis: A Systematic Review of Clinical Trials. *Am J Nephrol*. 2005;25:352–364.

Chen, J.L.T., Godfrey, S., Ng, T.T., Moorthi, R., Liangos, O., Ruthazer, R., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2010). Effect of intra-dialytic, low intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: a randomized pilot trial. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 25, 1936-1943, 2010.

DePaul, V., BHSc(PT), Moreland, J., MSc, Eager, T., BSc(N), & Clase, C.M., MB, MSc.(2002). The Effectiveness of Aerobic and Muscle Strength Training in Patients Receiving Hemodialysis and EPO: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Kidney Diseases*, Vol 40, No 6 (December), 2002: pp 1219-1229.

Johansen, K.L., Chertow, G.M., Jin, C., Kutner, N.G.(2007). Significance of Frailty among Dialysis Patients. *J Am Soc Nephrol* 18: 2960-2967, 2007.

Konstantinidou, E., Koukouvou, G., Kouidi, E., Deligiannis, A., Tourkantonis, A.(2002). Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: Comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med* 2002; 34: 40–45.

Kosmadakis, G.C., Bevington A., Smith, A.C., Clapp, E.L., Viana, J.L., Bishop, N.C., Feehally, J.(2010). Physical Exercise in Patients with Severe Kidney Disease. *Nephron Clin Pract*. 2010;115:c7-c16.

Lindsay, R.M., Heidenheim, P.A., Nesrallah, G., Garg, A.X., Suri, R. (2006). Minutes to recovery after a hemodialysis session: A simple health-related quality of life question that is reliable, valid, and sensitive to change. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* 2006;1[5]:952-959.

Molsted, S., Eidemak, I., Sorensen, H.T., Kristensen, J.H. (2004). Five Months of Physical Exercise in Hemodialysis Patients: Effects on Aerobic Capacity, Physical Function and Self-Rated Health. *Nephron clin Pract* 2004;96:c76-c81.

Ottenbacher, K.J., PhD, OTR, Branch, L.G., PhD, Ray, L., MPA, Gonzales, V.A., PhD, Peek, M.K., PhD, Hinman, M.R., EdD, PT. (2002). The Reliability of Upper- and Lower-Extremity Strength Testing in a Community Survey of Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1423-7.

Reynolds, J.M., Gordon, T.J., Robergs, R.A. (2006). Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 584–592.

Segura-Ortí, E., Martínez-Olmos, F.J. (2011). Test-Retest Reliability and Minimal Detectable Change Scores for Sit-to-Stand-to-Sit Tests, the Six-Minute Walk Test, the One-Leg Heel-Rise Test, and Handgrip Strength in People Undergoing Hemodialysis. *PHYS THER.* 2011; 91:1244-1252.

Tagesson, S.K., Kvist, J. (2007). Intra- and interrater reliability of the establishment of one repetition maximum on squat and seated knee extension. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug;21(3):801-7.

Van Heuvelen, M.J.G., Kempen, G.I.J.M., Ormel, J., Rispens, P. (1996). Physical fitness related to age and physical activity in older persons. University of Groningen, the Netherlands. Submitted for publication July 1996. Accepted for publication July 1997.

van Vilsteren, M.C.B.A., de Greef, M.H.G., and Huisman, R.M. (2005). The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in The Netherlands: results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant*, 20, 141–146, 2005.

VanderZee, K.I., Sanderman, R., Heyink, J.W., de Haes, H. (1996). Psychometric qualities of the rand 36-item health survey 1.0: A multidimensional measure of general health status. *International magazine of behavioral* 1996.

Volpato, S., Cavalieri, M., Sioulis, F., Guerra, G., Maraldi, C., Zuliani, G., Fellin, R., Guralnik, J.M. (2011). Predictive Value of the Short Physical Performance Battery Following Hospitalization in Older Patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2011 January;66A(1):89–96.