

Betrouwbaarheid en validiteit van het testen van het uithoudingsvermogen bij mensen met een unilaterale amputatie aan de onderste extremiteit

LITERATUURSTUDIE



1 (1)

Student: Gerrita Henrieke Dasselaar

Studentnummer: 384800

Scriptiebegeleider/ supervisor: Martin Brauwer B

Datum/Date: 04-06-2021

Hanzehogeschool Groningen, opleiding Fysiotherapie



**Hanzehogeschool
Groningen**
University of Applied Sciences

Academie voor Gezondheidsstudies

Voorwoord

Voor u ligt de afstudeeropdracht “Betrouwbaarheid en validiteit van het testen van het uithoudingsvermogen bij mensen met een unilaterale amputatie aan de onderste extremiteit”. In deze literatuurstudie worden vijf verschillende meetinstrumenten vergeleken met als doel een praktische aanbeveling die fysiotherapeuten in de praktijk kunnen gebruiken bij het meten van het uithoudingsvermogen bij mensen met een amputatie. Het onderwerp van de afstudeeropdracht is tot stand gekomen door mijn eigen interesse in amputatie en prothesiologie, mede door mijn bijbaan als taxichauffeur op een mindervaliden bus, waarbij ik regelmatig met de doelgroep in aanraking kom.

Deze afstudeeropdracht is geschreven in de periode van februari 2021 tot en met juni 2021 als opdracht vanuit de Hanze Hogeschool Groningen voor de bacheloropleiding fysiotherapie.

In deze periode heb ik veel mogen leren over het schrijven van een afstudeeropdracht. Zo heb ik mijn vaardigheden verbeterd in het schrijven van wetenschappelijk onderbouwde artikelen en heb ik meer ervaring opgedaan in het evalueren van literatuuronderzoek. Daarnaast heb ik in combinatie met mijn stage bij het revalidatiecentrum de Horst in Emmen veel geleerd over amputaties, prothesiologie en looptraining, daarvoor wil ik ook mijn stagebegeleiders graag bedanken.

Ook wil ik mijn afstudeerbegeleider Martin Brouwer vanuit de opleiding bedanken voor zijn klassikale en individuele begeleiding die ik in de afgelopen twintig weken heb gekregen. Tot slot bedank ik mijn tutorgroep en klasgenoten waar ik de afgelopen periode veel feedback en tips heb mogen ontvangen.

Ik ben trots op het resultaat en ik wens u veel leesplezier toe,

Lieke Dasselaar

Hoge Hexel, juni 2021

Samenvatting

Introductie

Wereldwijd vinden jaarlijks zes tot 31 beenamputaties plaats per 100.000 mensen, in de toekomst zal dit naar alle waarschijnlijkheid toenemen. Het uithoudingsvermogen is een belangrijke indicator of mensen met een amputatie uiteindelijk met een prothese gaan lopen, omdat het lopen met een prothese meer energie vereist dan normaal gesproken. Verreweg de meeste meetinstrumenten om het uithoudingsvermogen in kaart te brengen zijn ongeschikt om toe te passen bij mensen met een amputatie. Op dit moment bestaan er een aantal testen voor de gekozen doelgroep die worden toegepast in de praktijk. Van deze testen is geen eenduidig overzicht in de literatuur over de betrouwbaarheid en validiteit beschikbaar. Daarom luidt de onderzoeksvraag als volgt: Wat is bij mensen met een unilaterale beenamputatie de meest valide en betrouwbare manier om het uithoudingsvermogen te testen?

Methode

Er is in deze studie gekozen voor een systematic review als design. In de periode van 8 februari 2021 tot en met maart 2021 is gezocht in de digitale databases PubMed, Cinahl en Cochrane Library. De selectieprocedure voor artikelen is voltooid met behulp van de PRISMA-verklaring. De geïnccludeerde artikelen zijn beoordeeld middels de STROBE-vragenlijst. De uitkomsten van vijf meetinstrumenten zijn vergeleken voor validiteit en betrouwbaarheid op basis van de Intraclass Correlation Coefficient voor de maximale zuurstofopname ($VO_2\text{max}$) en de maximale hartfrequentie ($Hf\text{-max}$). Daarnaast is gekeken naar de inter- en intra beoordelaarsbetrouwbaarheid, criterium validiteit, Limit of Agreement en Standard Error of Measurement voor de meetinstrumenten. Waardes met een $p < 0,05$ werden als significant beschouwd.

Resultaten

Er zijn zes artikelen geïnccludeerd in dit onderzoek, met een beoordeling op de STROBE-vragenlijst van 21 tot 26 uit 32 items. Het totale aantal participanten is 202. Hoogste mate van test-hertest betrouwbaarheid voor het meten van de $VO_2\text{max}$ werd weergegeven bij de Modified Treadmill Walking Test met een ICC 0,97, One-legged Cycle Exercise Test met een $r = 0,962$ en de Combined arm-leg (cruiser) Ergometer Test ICC 0,84. De 2-Minuten Wandeltest resulteert significant voor de inter- en intra beoordelaarsbetrouwbaarheid, respectievelijk met een ICC 0,98 en ICC 0,94. De uitkomsten voor de Modified Treadmill Walking Test bij mensen met een amputatie komen significant overeen ($p < 0,001$) bij de Modified Treadmill Walking Test en Running $VO_2\text{max}$ test bij de gezonde controlegroep.

Conclusie

Uit dit onderzoek blijken de Modified Treadmill Walking Test, One-legged Cycle Exercise Test en de Combined arm-leg (cruiser) Ergometer Test het meest betrouwbaar voor het testen van het uithoudingsvermogen. Echter zijn deze meetinstrumenten toegepast bij specifieke participantengroepen, waardoor de uitkomsten niet geheel representatief zijn voor de doelgroep. Daarnaast ontbreken er bij meerdere meetinstrumenten data voor het vergelijken van de validiteit en betrouwbaarheid, waardoor meer onderzoek naar de meetinstrumenten sterk is aanbevolen.

Steekwoorden

Amputatie, Uithoudingsvermogen, Inspanningstest, Validiteit, Betrouwbaarheid

Summary

Introduction

The annual amount of lower limb amputations varies from six to 31 amputations per 100,000 people worldwide. This is likely to increase in the future. People who have had an amputation to the lower extremity may eventually be able to walk with a prosthesis. However, it requires more energy than usual. Therefore, endurance is an important factor of the likelihood that the person will walk again. The vast majority of measuring instruments to map endurance are unsuitable in people with an amputation. Currently, there are a number of tests for the target group that are applied in practice. There is no clear overview of the reliability and validity of these tests in the literature. Therefore, the main question is: What is the most valid and reliable way to test endurance in people with a unilateral leg amputation?

Method

The design in this study is a systematic review. From February 8, 2021 to March 2021, the digital databases PubMed, Cinahl and Cochrane Library were searched. The PRISMA-statement is used for the selection of articles. The quality of the included articles was assessed using the STROBE-questionnaire. The results of five measuring instruments were compared for validity and reliability based on the Intraclass Correlation Coefficient for maximum oxygen uptake (VO_{2peak}) and maximum heart rate (Hf-max). In addition, the inter- and intra-rater reliability, criterion validity, Limit of Agreement and Standard Error of Measurement for the measuring instruments were examined. Values with a p value <0.05 were considered significant.

Results

Six articles were included in this study. The rating on the STROBE-questionnaire is 21 to 26 out of 32 items. The total number of participants is 202. Highest level of test-retest reliability for measuring VO_{2max} was shown in the Modified Treadmill Walking Test with an ICC 0.97, One-legged Cycle Exercise Test with a $r=0.962$ and the Combined arm-leg (cruiser) Ergometer Test ICC 0.84. The 2-Minute Walk test results were significantly for the inter- and intra-rater reliability, with an ICC 0.98 and ICC 0.94, respectively. The results for the Modified Treadmill Walking Test in people with an amputation are significantly similar ($p<0.001$) for the Modified Treadmill Walking Test and Running VO_{2max} test in the healthy control group.

Conclusion

In conclusion, the Modified Treadmill Walking Test, One-legged Cycle Exercise Test and the Combined arm-leg (cruiser) Ergometer Test appear to be the most reliable in testing cardiovascular endurance. However, these measuring instruments have been applied to specific groups of participants. The results are therefore not fully representative for the target group. In addition, several measurement instruments lack data to compare validity and reliability. Hence more research on the measurement instruments is strongly recommended.

Keywords

Amputation, Cardiovascular Endurance, Exercise Test, Validity, Reliability

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Summary	4
Inleiding.....	6
Methode.....	7
Onderzoeksdesign	7
Databases en zoekstrategie	7
Selectieprocedure	8
Beoordeling van methodologische kwaliteit.....	8
Data- extractie.....	9
Data- analyse.....	9
Resultaten	10
Selectie van artikelen	10
Methodologische kwaliteit van artikelen.....	11
Karakteristieken van de artikelen.....	12
Uitkomsten van de artikelen	13
Discussie	20
Vergelijkingen met bestaande literatuur	20
Kwaliteit huidig onderzoek.....	20
Betrouwbaarheid testprotocollen.....	22
Conclusie	23
Referenties	24
Bijlagen	26
Bijlage 1	26
Bijlage 2A.....	29
Bijlage 2B.....	30

Inleiding

Wereldwijd vinden jaarlijks 6 tot 31 beenamputaties plaats per 100.000 mensen, waarvan ongeveer 3300 in Nederland (2)(3). Aanleidingen voor het amputeren aan de onderste extremiteit zijn bijvoorbeeld een acuut trauma, een oncologische aandoening of perifeer arterieel vaatlijden. Verreweg zijn diabetische voetaandoeningen verantwoordelijk voor het grootste aantal amputaties aan de onderste extremiteit, namelijk 75% (4). Er wordt verwacht dat het aantal mensen met diabetes in 2045 is gegroeid naar 700 miljoen mensen, een stijging van bijna 40% ten opzichte van 2019 (5). Het aantal beenamputaties zal naar verwachting de komende jaren dan ook verder toenemen (4).

Na een amputatie aan de onderste extremiteit wordt de afweging gemaakt of iemand gebruik gaat maken van een prothese. Voor het gebruiken van een prothese spelen meerdere factoren een belangrijke rol (3). Zo spelen de balans en de spierkracht, maar ook de fysieke fitheid van de prothesegebruiker een belangrijke rol in de latere loopvaardigheid van de prothesegebruiker (3). Naast de balans en de spierkracht is het uithoudingsvermogen belangrijk aan het begin van een revalidatietraject ter indicatie of een persoon na de revalidatiefase succesvol gaat lopen met een prothese (6). Het lopen met een prothese vergt namelijk veel energie van een mens. Bij een transfemorale amputatie is het energieverbruik 30-90% hoger bij het lopen in vergelijking met mensen zonder een amputatie, en bij mensen met een transtibiale amputatie ligt het energieverbruik gemiddeld 10-30% hoger (3). Om in kaart te brengen of iemand voldoende conditie heeft om te kunnen lopen, moet het uithoudingsvermogen in kaart worden gebracht (3).

Bij het meten van het uithoudingsvermogen bij mensen met een beenamputatie moet rekening gehouden worden met verminderde motorische controle, verminderde spierkracht, balansproblematiek en problemen geassocieerd met langdurige stompbelasting(7). Deze factoren zorgen ervoor dat voor een groot percentage van de mensen met een beenamputatie de meeste gebruikelijke meetinstrumenten, zoals de aanbevolen loopbandtest of de zes-minuten wandeltest, ongeschikt zijn (7).

Om het uithoudingsvermogen in kaart te brengen bij mensen met een unilaterale beenamputatie zijn om bovenstaande reden verschillende meetinstrumenten ontwikkeld die rekening houden met bovenstaande factoren. Op dit moment bestaan er in de literatuur een aantal testen die worden gebruikt om het uithoudingsvermogen te meten bij deze doelgroep. Enkele voorbeelden daarvan zijn de Graded One Legged Cycle Exercise Test, de Combined arm-leg (Cruiser) ergometer test, de 2-Minute Walk Test en de Maximal Arm Cycle Exercise Test (7-10).

Echter ontbreekt er in de literatuur een eenduidig overzicht over de betrouwbaarheid en validiteit van de ontwikkelde meetinstrumenten om het uithoudingsvermogen bij mensen met een unilaterale beenamputatie te testen. Hiervoor is een uitgebreide literatuurstudie essentieel. Daarom luidt de onderzoeksvraag als volgt: Wat is bij mensen met een unilaterale beenamputatie de meest valide en betrouwbare manier om het uithoudingsvermogen te testen? Het resultaat van dit onderzoek is een review van de validiteit en betrouwbaarheid in de literatuur in het testen van het uithoudingsvermogen bij mensen met een eenzijdige beenamputatie. Fysiotherapeuten in de praktijk kunnen deze review gebruiken als aanbeveling voor in de praktijk.

Methode

Onderzoeksdesign

Als opzet is er gekozen voor een literatuuronderzoek in de vorm van een systematic review. In het literatuuronderzoek is gekeken naar de betrouwbaarheid en validiteit van meetinstrumenten om het uithoudingsvermogen te testen bij mensen met een unilaterale beenamputatie.

Databases en zoekstrategie

In de periode vanaf 8 februari 2021 tot en met maart 2021 werd gezocht naar literatuur. De onderzoeker is ondersteund in het zoeken voor uitgebreider resultaat door een medewerker van de Hanze Mediatheek. Er is in verschillende digitale databases gezocht naar relevante artikelen, namelijk PubMed, Cinahl en Cochrane.

Er is gekozen voor PubMed. Deze database wordt beschouwd als de grootste digitale database voor de medische zorg, met meer dan 32 miljoen artikelen (8). Cinahl is gebruikt wegens het grote aantal artikelen over medische zorg die in full tekst beschikbaar zijn. Er is gekozen voor Cochrane omdat deze database een groot onafhankelijk netwerk van onderzoekers heeft dat op interdisciplinair gebied van hoge kwaliteit artikelen online plaatst (9). Er is niet gekozen voor de fysiotherapeutische database Pedro, want deze database publiceert met name Randomised Controlled Trials, systematic reviews en Clinical Guidelines, welke meer gericht zijn op behandelinterventies.

In PubMed is gezocht naar een combinatie van één MeSH term en vrije tekstwoorden, gecombineerd met de booleaanse operatoren "AND" en voor synoniemen met "OR". De MeSH term die is gebruikt is "amputation". Voor een test voor het uithoudingsvermogen waren geen MeSH-termen beschikbaar, hiervoor zijn daarom synoniemen gebruikt, zodat de meest recente artikelen, waar nog geen MeSH termen aan toe zijn gevoegd, niet worden uitgesloten in het onderzoek. In de database Cinahl is ook gebruik gemaakt van de MeSH-term "amputation". In Cochrane Library is breed gezocht met de MeSH-term "amputations". Aan de vrije tekstwoorden is toegevoegd dat voor deze woorden niet alleen in de titel, maar ook in de abstract of het Full-Tekst artikel wordt gezocht. De verschillende vrije tekstwoorden zijn gecombineerd in één zoekterm met gebruik van de booleaanse operatoren "AND" en "OR". Voor de volledige weergave van de zoekstrings, zie Tabel 1.

Tabel 1 Zoekstrings in gebruikte databases

Database	Zoekstring
PubMed	((amputation[MeSH Terms]) OR (lower limb amput*)) OR (amputee)) AND (((((((vo2max) OR ("cardiopulmonary exercise test")) OR ("endurance test")) OR ("cardiorespiratory exercise test")) OR ("cardiorespiratory endurance")) OR (vo2peak) OR ("maximal exercise test")) OR ("peak aerobic capacity")) OR ("aerobic capacity"))
Cinahl	(MH "amputation" OR "lower limb amputation" OR "lower limb amputations" OR amputee) AND (vo2max OR "cardiopulmonary exercise test" OR "endurance test" OR "cardiorespiratory exercise test" OR "cardiorespiratory endurance" OR vo2peak OR "maximal exercise test" OR "peak aerobic capacity" OR "aerobic capacity")
Cochrane Library	#1 MeSH descriptor: [Amputation] explode all trees #2 ("lower limb amputation"):ti,ab,kw #3 (amputee):ti,ab,kw #4 MeSH descriptor: [Exercise test] explode all trees #5 ("VO2 max"):ti,ab,kw

#6 ("VO2peak"):ti,ab,kw
 #7 ("endurance test"):ti,ab,kw
 #8 ("aerobic capacity"):ti,ab,kw
 Zoekstring: (#1 OR #2 OR #3) AND (#4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8)

Selectieprocedure

Voor het doorlopen van alle fasen binnen de zoek- en selectieprocedure voor een systematisch review is gebruik gemaakt van de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, ofwel de PRISMA verklaring (10). Deze flow-diagram bevat een richtlijn en duidelijke methode voor het identificeren, selecteren, beoordelen en samenvoegen van de artikelen (10).

Allereerst zijn de resultaten uit de verschillende databases samengevoegd, zodat vervolgens duplicaten konden worden verwijderd. Vervolgens zijn de overige artikelen gescreend op titel en abstract. Op basis daarvan werd de afweging gemaakt het artikel full-tekst te lezen.

Bij het lezen van de full-tekst artikelen is gebruik gemaakt van de opgestelde in- en exclusiecriteria om een eenduidige beslissing te maken in het includeren en excluderen van artikelen. Artikelen werden geëxcludeerd wanneer de geïnccludeerde participanten in het artikel geen major amputatie aan de onderste extremiteit hadden of een bilaterale amputatie hadden. Daarnaast werden systematic reviews (SR) geëxcludeerd uit dit onderzoek en werden artikelen geëxcludeerd wanneer deze geen concrete betrouwbaarheids- of validiteitskenmerken benoemden over het meetinstrument. Artikelen werden geïnccludeerd wanneer het testprotocol werd weergegeven in het artikel, en het artikel full-tekst beschikbaar was. De volledige weergave van de in- en exclusiecriteria is zichtbaar in Tabel 2.

Tabel 2 In- en exclusiecriteria

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
Testprotocol van het meetinstrument is meegenomen in het artikel	Geïnccludeerde participanten zonder een major-amputatie aan de onderste extremiteit
Artikel is Full Tekst beschikbaar	Geïnccludeerde participanten met een bilaterale amputatie
	Systematic reviews (SR)
	Artikel benoemd geen betrouwbaarheids- of validiteitskenmerken van het meetinstrument

Beoordeling van methodologische kwaliteit

De Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology (STROBE)-vragenlijst bestaat uit 34 items en wordt gebruikt om de interne validiteit van een artikel te beoordelen, waarbij het niet gaat om Randomised Controlled Trials of systematic reviews (11). De STROBE-vragenlijst wordt niet gebruikt om artikelen te standaardiseren, maar juist om artikelen transparant te houden en wetenschappers te stimuleren om te schrijven (12). De vragenlijst hanteert om genoemde reden geen afkapwaardes, zodat het enkel gaat om de transparantie van een artikel. Voor de volledige vragenlijst, zie Bijlage 1.

Data- extractie

Na het beoordelen van de methodologische kwaliteit is de benodigde data uit de artikelen geëxtraheerd. Van ieder artikel is vervolgens het onderzoeksdesign, het aantal participanten, de gemiddelde leeftijd, het geslacht, de tijd sinds de amputatie en de oorzaak voor de amputatie genoteerd. Ieder meetinstrument is vervolgens benoemd, met het aantal keer testen dat per meetinstrument is uitgevoerd en de uitkomstwaarden van iedere test.

Data- analyse

Voor het meten van het uithoudingsvermogen zijn in de artikelen verschillende methodes gebruikt. In deze studie is van de artikelen gekeken naar de maximale zuurstofopname (VO_2max), maximale hartfrequentie (Hf-max) en de maximale Respiratory Exchange Ratio (RERmax). Van deze waardes is de test-hertest betrouwbaarheid gebruikt uit het desbetreffende artikel.

Naast de test-hertest betrouwbaarheid is er gekeken naar de inter- en intra beoordelaarsbetrouwbaarheid van een meetinstrument. De criterium validiteit is meegenomen in de vergelijking tussen meetinstrumenten, om de mate van overeenkomst tussen verschillende meetinstrumenten te vergelijken op basis van de gemeten VO_2max . Waardes met een $p < 0,05$ werden als significant beschouwd (13).

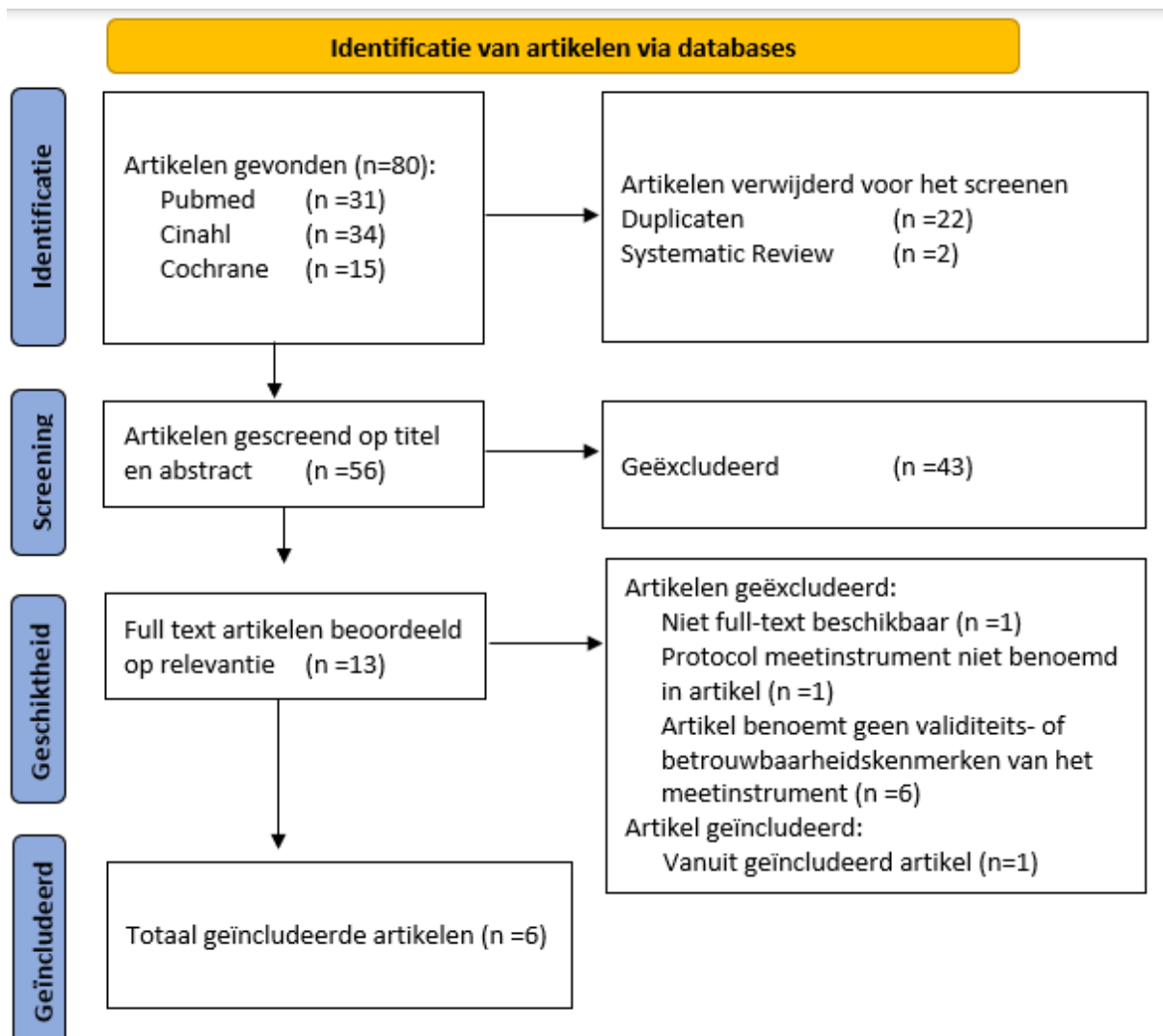
Vanuit de weergegeven Bland Altman Plots in de artikelen is de Limit of Agreement (LoA) gebruikt om de overeenkomst weer te geven tussen twee metingen, waarbij het de systematische meetfout weergeeft bij een CI van 95%

De Standard Error of Measurement (SEM) is gebruikt om het effect van fouten in de individuele data van participanten weer te geven (14). De SEM wordt vaak gebruikt om de absolute betrouwbaarheid van gegevens in een standaard deviatie aan te duiden (15).

Resultaten

Selectie van artikelen

De systematische zoekactie heeft in totaal 80 artikelen opgeleverd (Pubmed: n= 31, CINAHL: n= 34, Cochrane: n= 15). Na het verwijderen van duplicaten en Systematische Reviews (SR) bleven er 56 artikelen over. Deze 56 artikelen werden gescreend op titel en abstract. De 43 artikelen die niet voldeden aan de in- en exclusiecriteria werden uitgesloten in deze studie. De overige dertien artikelen werden full tekst gelezen en beoordeeld op relevantie. Één artikel werd geëxcludeerd omdat er geen full-tekst versie beschikbaar was. Vervolgens werden zeven artikelen geëxcludeerd die niet voldeden aan het includeren van het testprotocol van het meetinstrument en het weergeven van validiteits- of betrouwbaarheidskenmerken van het gebruikte meetinstrument. Via één van de geïnccludeerde artikelen werd vervolgens één artikel gevonden die aan de inclusiecriteria voldeed. Uiteindelijk zijn er zes artikelen geïnccludeerd. In Figuur 2 is het PRISMA flow diagram weergegeven dat gebruikt werd voor het doorlopen van verschillende fasen binnen de zoek- en selectieprocedure (10).



Figuur 2 PRISMA flow diagram zoek- en selectieprocedure

Methodologische kwaliteit van artikelen

Eén onderzoeker heeft de zeven geïnccludeerde artikelen beoordeeld op methodologische kwaliteit, middels de STROBE-vragenlijst. Een overzicht van de methodologische kwaliteit en de Level of Evidence volgens de CBO-praktijkrichtlijn (13) is overzichtelijk weergegeven in Tabel 3.

De scores op de STROBE-vragenlijst varieerden van 21 uit 32 punten tot 26 uit 33 punten. Duidelijk is te zien dat bij ieder geïnccludeerd artikel de participantengroep(en) duidelijk zijn vastgelegd in de methode en de resultaten, waarbij geen enkel artikel gebruik heeft gemaakt van een flow-diagram voor de participantenweergave. Ook is te zien dat de artikelen positief scoorden op de inhoud van de discussie en de beschrijvende statistiek in de resultaten.

Tabel 3 Beoordeling methodologische kwaliteit geïnccludeerde artikelen

	Item	Christensen 2019 (16)	Simmelink 2018 (17)	Gjovaag 2013(15)	Wezenberg 2011 (18)	Brooks 2002 (19)	Chin 1997 (20)
<i>Title and abstract</i>	1a	+	-	+	+	+	-
	1b	+	+	+	+	+	+
Introduction							
<i>Background</i>	2	+	+	+	+	+	+
<i>Objectives</i>	3	+	-	+	+	-	-
Methods							
<i>Study design</i>	4	-	-	+	+	+	-
<i>Setting</i>	5	+	-	-	-	+	-
<i>Participants</i>	6a	+	+	+	+	+	+
	6b	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	+	n.v.t.	n.v.t.
<i>Variables</i>	7	+	+	+	+	+	+
<i>Measurement</i>	8	+	+	+	+	-	+
<i>Bias</i>	9	-	-	+	-	+	-
<i>Study size</i>	10	+	+	-	-	+	-
<i>Quantitative variables</i>	11	+	+	+	+	-	+
<i>Statistical methods</i>	12a	+	+	-	+	+	+
	12b	-	+	+	-	-	+
	12c	+	-	-	-	+	+
	12d	+	-	+	+	-	+
	12e	+	+	+	+	+	+
Results							
<i>Participants</i>	13a	+	+	+	+	+	+
	13b	+	+	+	+	n.v.t.	+
	13c	-	-	-	-	-	-

<i>Descriptive data</i>	14a	+	+	+	+	+	-
	14b	+	+	+	+	+	+
	14c	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<i>Outcome data</i>	15	+	+	+	+	+	+
<i>Main results</i>	16a	+	+	-	+	+	+
	16b	-	+	+	+	-	+
	16c	-	-	-	+	-	-
<i>Other analyses</i>	17	+	+	+	+	+	+
Discussion							
<i>Key results</i>	18	+	+	+	+	+	+
<i>Limitations</i>	19	+	+	+	+	+	-
<i>Interpretation</i>	20	+	+	+	+	+	+
<i>Generalisability</i>	21	-	+	+	+	+	+
Other information							
<i>Funding</i>	22	+	+	+	-	+	-
Totaal		26/32	23/32	25/32	26/33	23/31	21/32
Level of Evidence							
		B	B	B	B	B	B

+= aanwezig in het artikel, - = niet aanwezig in het artikel, n.v.t.= niet van toepassing binnen onderzoek

Karakteristieken van de artikelen

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste karakteristieken van de geïncludeerde artikelen beschreven. De volledige weergave van de karakteristieken zijn te vinden in Tabel 4.

Design

Het design van de verschillende artikelen betrof vier cross-sectionele studies, één Randomised Cross-over studie en één quasi experimenteel case-control studie.

Participanten

Het totale aantal participanten van de geïncludeerde artikelen is 202 waarvan 142 mannen en 60 vrouwen. De gemiddelde leeftijd van de participanten is 47,4 jaar (minimum: 32,5, maximum 63,6). Van deze 202 participanten hebben 159 personen een amputatie aan de onderste extremiteit, de overige 43 participanten bevonden zich in controlegroepen. Het niveau van de amputatie verschilde uit 74 personen met een trans-tibiale amputatie, 59 personen met een trans-femorale amputatie en vijf personen met een heup-disarticulatie. Van 22 participanten is niet duidelijk op welk niveau de amputatie heeft plaatsgevonden, waarbij wel zeker is te zeggen dat deze amputaties een 'major' amputatie betreffen: een amputatie met grotere impact dan de tenen, voorvoet of onderste spronggewricht (4).

De oorzaak voor 159 participanten met een major amputatie aan de onderste extremiteit verschilt. Bij 43 participanten (27,1%) betrof de oorzaak voor de amputatie een vasculaire oorzaak. Bij 63 participanten (39,6%) een andere oorzaak, namelijk traumatisch (n=45), een oncologische aandoening (n=4), een pijnsyndroom (n=1), neurofibromatosis (n=1) of een niet-vasculaire oorzaak (n=12). Bij 53 participanten is de oorzaak voor de amputatie niet weergegeven.

Gemiddeld is de tijd sinds de amputatie bij de participanten 8,8 jaar geleden. De tijd sinds de amputatie verschilt in de artikelen van negentien weken tot 27 jaar.

Gebruikte meetinstrumenten

In de zes geïncludeerde artikelen zijn vijf verschillende meetinstrumenten geobserveerd. Christensen et. al. vergeleken bij acht participanten de uitkomsten bij de Maximal Arm Cycle Exercise Test, verdeeld over drie keer testen (16). Simmelink et. al. vergeleken bij 17 participanten de uitkomsten bij de Combined arm-leg (cruiser) ergometer test, verdeeld over drie keer testen (17). Gjovaag et. al. vergeleken de Modified Treadmill Walking Test bij 12 participanten met een amputatie met de 'gouden standaard' Running VO₂max test bij 12 gezonde participanten, met een extra controlegroep voor de betrouwbaarheid voor de Modified Treadmill Walking Test bij 10 gezonde participanten (15). Wezenberg et. al. vergeleken de Graded one-legged Cycle Exercise Test bij 36 participanten met een amputatie met de Graded one-legged Cycle Exercise Test en de Graded two-legged Cycle Exercise test bij 21 gezonde participanten (18). Brooks et. al. vergeleken bij 33 participanten de uitkomsten bij de 2-Minuten Wandeltest, verdeeld over vier keer testen (19). Chin et. al. vergeleken bij 53 participanten de 1-Legged Cycle Exercise Test, verdeeld over één keer testen voor 43 participanten, en twee keer testen voor 10 participanten (20).

Uitkomsten van de artikelen

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste uitkomsten van de geïncludeerde artikelen beschreven. Voor de volledige weergave van de uitkomsten, zie Tabel 4.

VO₂max en Hf-max

Bij vijf van de zes artikelen is de test-hertest betrouwbaarheid middels de Intraclass Correlation Coefficient (ICC) met een Confidence Interval (CI) van 95% van het meetinstrument voor de VO₂max vastgelegd. Bij de Maximal Arm Cycle Exercise Test is de ICC 0,51, bij de Combined arm-leg (cruiser) ergometer test is de ICC 0,84, bij de 2-Minuten Wandeltest is de ICC 0,64 en bij de Modified Treadmill Walking Test is de ICC 0,97. Van de One-legged Cycle Exercise Test zijn geen gegevens weergegeven over de ICC in relatie tot de VO₂max, wel is de test-hertest betrouwbaarheid voor de VO₂max aangegeven met de Pearson's correlatie coëfficiënt van $r=0,962$.

Voor de Hf-max is wederom een CI gebruikt van 95%. De ICC bij de Maximal Arm Cycle Exercise Test is 0,64 en bij de Combined arm-leg (cruiser) ergometer test ICC 0,68.

Limit of Agreement

Voor Limit of Agreement (LoA) is in de studies die de overeenkomst hebben berekend een Confidence Interval van 95% gehanteerd.

Voor de VO₂max is bij de Maximal Arm Cycle Exercise test een LoA van -0,13 L/min ($\pm 0,53$) berekend, bij de Combined arm-leg (cruiser) ergometer test een LoA van 0,02 L/min ($\pm 0,58$) en bij de Modified Treadmill Walking Test een LoA van -0,12 L/min. Van de overige meetinstrumenten zijn geen gegevens over de LoA van de maximale zuurstofopname berekend.

Voor de Hf-max is bij de Maximal Arm Cycle Exercise Test een LoA van $-0,88 \text{ BpM } (\pm 0,14,6)$ berekend en bij de Combined arm-leg (cruiser) ergometer test een LoA van $-8,3 \text{ BpM } (\pm 39,5)$. Van de overige meetinstrumenten zijn geen gegevens over de LoA van de maximale hartfrequentie berekend.

Standard Error of Measurement

De Standard Error of Measurement (SEM) bij de Maximal Arm Cycle Exercise Test is voor de VO_2max $0,18\text{L/min}$ en voor de Hf-max $6,19\text{BpM}$. Voor de Modified Treadmill Walking Test is dit voor de VO_2max $0,9\text{L/min}$ bij participanten met een amputatie en bij gezonde participanten $0,6\text{L/min}$, wat geen significant verschil aanduidt.

Concurrentie validiteit

In het artikel van Wezenberg et. al. vergelijkt de One-legged cycle exercise test bij participanten met een amputatie met de One-legged cycle exercise test en de Two-legged cycle exercise test bij gezonde participanten (18). De concurrentie validiteit voor de VO_2max is ICC $0,89$ (CI $0,75-0,95$). De VO_2max en Hf-max waren in de controlegroep bij de One-legged cycle exercise test significant lager dan bij de Two-legged cycle exercise test.

Het artikel van Gjovaag et. al. vergelijkt de Modified Treadmill Walking Test bij participanten met een amputatie met de controlegroep, die naast de Modified Treadmill Walking Test de Running VO_2max test uitvoert (15). De resultaten voor de VO_2max komen significant overeen met een p-waarde $<0,001$.

Brooks et. al. vergelijkt de 2-Minuten Wandeltest bij één populatiegroep met verschillende beoordelaars, de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid is weergegeven met een ICC $0,98$ en de intra beoordelaarsbetrouwbaarheid is weergegeven met een ICC $0,94$.

Bij de One-legged Cycle Exercise Test is een significante ($p<0,001$) correlatie van ICC $0,82$ gevonden tussen de anaerobe drempel en de VO_2max .

Tabel 4 Karakteristieken en uitkomsten van de artikelen

Artikel	Design	Participanten	Oorzaak amputatie	Niveau amputatie	Meet-instrument	Test sessies	Uitkomstmaat meetinstrument	Uitkomsten*
<i>Christensen 2019 (16)</i>	Cross-sectioneel	Aantal n=8 m=8 v=0 Leeftijd 32,5 (±4,57) Tijd sinds amputatie 6,25 jaar (±2.82)	8 trauma	Crus-niveau of hoger	Maximal Arm Cycle Exercise Test	3x verdeeld over maximaal 14 dagen	VO₂max Maximale PO-W Test tijd Hf-max BORG (RPE) 6-20 IPAQ-sf FEV1	ICC** 0,51 voor meten VO₂max ICC** 0,64 betrouwbaarheid Hf-max LoA -0,13 L/min (±0,53) voor VO₂max LoA -0,88 BpM (±0,14,6) voor Hf-max SEM VO₂max 0,18L/min SEM Hartfrequentie 6,19 BpM
<i>Simmelink 2018 (17)</i>	Cross-sectioneel	Aantal n=17 m=14 v=3	11 trauma 2 kanker 2 vasculaire oorzaak	8 TF 7 TT 2 KD	Combined arm-leg (cruiser) ergometer test	3x met interval van minimaal 7 dagen	VO₂max Dyspnoe 1-10 BORG (RPE) 1-10 vermoeidheid	ICC** 0,84 voor meten VO₂max ICC** 0,68 voor Hf-max LoA 0,02 L/min (±0,58) voor VO₂max LoA -8,3 BpM (±39,5) voor Hf-max

		<i>Leeftijd</i> 54,5 (±18,6) <i>Tijd sinds amputatie</i> 8,05 jaar (±9,27)	1 pijn-syndroom 1 neuro-fibro-matosis					
<i>Gjovaag</i> 2013 (15)	Randomised crossover study	<i>Aantal</i> l: n=12 m=6 v=6 <i>Leeftijd</i> 42,8 (±13,5) <i>Tijd sinds amputatie</i> >2 jaar	Reden anders dan vasculair	12 TF	Modified treadmill walking test	1x	VO ₂ max BORG (RPE) 0-10 Hf-max VE RER _{max} PWS	<i>Interventie-groep</i> ICC** 0,97 (±0,03) voor meten VO ₂ max LoA -0,12L/min SEM VO ₂ max 0,9L/min

Wezenberg 2011(18)		<i>Aantal</i> C: n=12 m=6 v=6 <i>Leeftijd</i> 43,0 (±11,7)	-	-	1: Modified treadmill walking test 2: Running (gouden standaard) VO _{2max} test	1x 1x	VO _{2max} BORG (RPE) 0-10 Hf-max VE RER _{max} PWS	<i>Vergelijken I & C</i> p<0,001*** voor VO _{2max} mL kg ⁻¹ min ⁻¹ bij vergelijken I en C p<0,001*** voor VO _{2max} L min ⁻¹ bij vergelijken I en C <i>REL-groep</i> Walk test: SEM VO _{2max} 0,6L/min P<0,01*** voor SEM VO _{2max} bij vergelijken I en C
		<i>Aantal</i> REL: n=10 m=5 v=5 <i>Leeftijd</i> 34,4 (±12,4)	-	-	Modified treadmill walking test	3x met interval van 3-7 dagen	VO _{2max} BORG (RPE) 0-10 Hf-max VE RER _{max} PWS	
	Quasi-experiment al case-control study	<i>Aantal</i> I: n=36 m=26 v=10 <i>Leeftijd</i> 62,2 (±6,2) <i>Tijd sinds amputatie</i> 27,2 jaar (±23,0)	26 trauma 10 vasculaire oorzaak	14 TF 23 TT	Graded one-legged cycle exercise test	1x	VO _{2max} RER _{max} Hf-max	<i>Vergelijkingen tussen groepen</i> I: One-legged C: One-legged RER _{max} I: 1,3 (±0,2) RER _{max} C: 1,3 (±0,1) I: One-legged C: Two-legged Concurrentie validiteit ICC (CI 0,75-0,95) 0,89 voor VO _{2max} Verschil VO _{2max} p<0,05*** ² C: One-legged C: Two-legged Verschil VO _{2max} p<0,05*** ²

		<i>Aantal</i> C: n=21 m=14 v=7	-	-	Graded one-legged cycle exercise test	1x	VO ₂ max RER _{max} Hf-max	Verschil Hf-max p<0,05*** ²
		<i>Leeftijd</i> 60,8 (±5,9)			Graded two-legged cycle exercise test	1x Interval minimaal 2 dagen		
Brooks 2002 (19)	Prospectief cross- sectioneel	<i>Aantal</i> n=33 m=23 v=10 <i>Leeftijd</i> 63,6 (±2,0) <i>Tijd sinds amputatie</i> 19,9 weken (±4,41)	20 Vasculaire oorzaak 11 Diabetes 1 Tumor 1 Osteomye litis	33 TT	2-Minuten Wandeltest (rollator: n=24 wandelstok : n=5 krukken: n=2)	4x verdeeld over 2 dagen met interval >20 minuten bij 2 onder- zoekers	Afgelegde afstand in meters VO ₂ max	ICC** 0,94 voor intra-beoordelaars betrouwbaarheid ICC** 0,98 voor inter-beoordelaars betrouwbaarheid ICC** 0,64 test-hertest betrouwbaarheid voor meten VO ₂ max

Chin 1997 (20)	Cross- sectioneel	<i>Aantal</i> n=53 m=40 v=13 <i>Leeftijd</i> TF 51,8 (±18,9) TT 35,6 (±17,0) HD 40 (±16,5) <i>Tijd sinds</i> <i>amputatie:</i> NB		37 TF 11 TT 5 HD	1-legged cycle exercise test	1x voor 42 participan ten 2x voor 10 participan ten		ICC** 0,66 p<0,001*** ¹ correlatie anaerobe drempel en voorspelde VO ₂ max ICC** 0,82 p<0,001*** ¹ correlatie anaerobe drempel en VO ₂ max r=0,962 (p<0,001*** ¹) test-hertest betrouwbaarheid van de test voor VO ₂ max
-------------------	----------------------	---	--	------------------------	---------------------------------------	--	--	--

Afkortingen

N=aantal participanten, M=aantal mannelijke participanten, V=aantal vrouwelijke participanten, I=Interventie groep, C=controle groep, REL=reliability groep, HD=heup-disarticulatie, TF=transfemoraal, KD=knie-disarticulatie, TT=transtibiaal, BORG (RPE)=Borg Rating of Perceived Exertion, VO₂max=maximale zuurstofopname, IPAQ-sf= International Physical Activity Questionnaire-short form, FEV₁= 1-seconde Forced Expiratory Volume, Hf=hartfrequentie, Hf-max= maximale hartfrequentie, VE=long ventilatie, RER_{max}=Maximale Respiratory Exchange Ratio, PO-W= Power Output in wattages, ECG=Elektrocardiogram, PWS=Preferable Walk Speed, ICC= Intraclass correlation coefficient, r=Pearson's correlatie coefficient, LoA=Limit of Agreement, BpM= Beats per Minute, CI=Confidence Interval, SEM= Standard Error of Measurement, NB= Niet benoemd

*Alleen de resultaten relevant voor dit onderzoek zijn overgenomen in de uitkomstentabel

**Er is een 95% CI gehanteerd

***¹Significant resultaat

***²Significant verschil

Discussie

In deze literatuurstudie zijn zes artikelen gebruikt om antwoord te geven op de volgende onderzoeksvraag: Wat is bij mensen met een unilaterale beenamputatie de meest valide en betrouwbare manier om het uithoudingsvermogen te testen? Middels de artikelen is gepoogd zoveel mogelijk wetenschappelijke informatie te verzamelen over de validiteit en betrouwbaarheid van meetinstrumenten om tot het doel te komen: een op wetenschap gebaseerde aanbeveling op welke manier fysiotherapeuten in de praktijk het uithoudingsvermogen van patiënten met een beenamputatie op de meest betrouwbare en valide manier kunnen testen.

De voorlopige conclusie over de vijf meetinstrumenten luidt dat de overeenkomst voor het meten van de maximale zuurstofopname ($VO_2\text{max}$) het hoogst is bij de Modified Treadmill Walking Test, gevolgd door de One-legged Cycle Exercise Test en de Combined arm-leg (cruiser) ergometer test. De Combined arm-leg (cruiser) ergometer test en de Maximal Arm Cycle Exercise Test tonen een lage meetfout aan in het testen. Daarnaast heeft de One-legged Cycle Exercise Test naast de hoge mate van overeenkomst een hoge concurrentie validiteit in vergelijking tot een ander meetinstrument. De 2-minuten wandeltest heeft een hoge intra- en inter beoordelaarsbetrouwbaarheid. De Maximal Arm Cycle Exercise Test toont een lage correlatie aan voor de $VO_2\text{max}$.

Vergelijkingen met bestaande literatuur

In deze studie zijn vijf verschillende meetinstrumenten vergeleken om het uithoudingsvermogen te testen bij mensen met een eenzijdige amputatie. Gezien de literatuur bij gezonde populaties zijn er waarschijnlijk meerdere opties om het uithoudingsvermogen te testen bij mensen met een amputatie, zo correleren de 6-Minuten Wandeltest en de 12-Minuten Wandeltest bij mensen met een respiratoire aandoening zeer goed met de 2-Minuten Wandeltest ($r=0.892-0.955$) (21).

Wat daarnaast vanuit de literatuur duidelijk wordt, dat de kracht bij mensen met een transtibiale- of transfemorale amputatie verschilt van die bij gezonde mensen (22). Ook de balans verschilt bij mensen met een amputatie van die met mensen zonder een amputatie (23).

Als er verder wordt gekeken naar vergelijkingen bij gezonde participanten wordt duidelijk dat bij de Modified Treadmill Walking Test geen significante verschillen gevonden zijn tussen de $VO_2\text{max}$, maximale hartfrequentie en de Standard Error of Measurement.

Kwaliteit huidig onderzoek

Methodologische kwaliteit geïnccludeerde artikelen

Het design van de geïnccludeerde artikelen bestond uit vier cross-sectionele studies, één quasi experimenteel case-control studie en één randomised cross-over studie.

De methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde artikelen is gescoord met de Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology (STROBE)- vragenlijst. De vragenlijst bestaat uit 34 items. Echter zijn enkele vragen uit de STROBE-vragenlijst alleen geschikt voor cohort- of case-control studies, waardoor deze vragen niet werden meegenomen voor de cross-sectionele studies en de randomised cross-over studie. Het maximaal aantal haalbare punten varieerde daardoor in dit onderzoek van 31 tot 33 punten. De STROBE-score van de geïnccludeerde artikelen varieerde van 21 tot 26 punten. Er zijn geen afkap-waardes beschikbaar voor de vragenlijst, omdat het doel van de vragenlijst is de studies transparant weer te kunnen geven in onderzoeken. De uitkomsten uit de

STROBE-vragenlijst verschillen echter niet veel van elkaar, waardoor er is gekozen om alle artikelen te includeren in dit onderzoek.

Na het beoordelen van de methodologische kwaliteit van de artikelen zijn de artikelen geïnclassificeerd volgens het Level of Evidence classificatiesysteem uit de praktijkrichtlijn van het Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO (13). Alle geïnclassificeerde artikelen hebben een Level of Evidence van B, namelijk vergelijkend onderzoek maar niet met alle kenmerken om een Level of Evidence A2 toe te kunnen kennen, zie hiervoor Tabel 5 in [Bijlage 2A](#).

Doordat de methodologische kwaliteit van de individuele artikelen niet van het allerhoogste niveau is, is het niveau van de conclusie daarmee ook lager (13). Het CBO heeft hiervoor in de praktijkrichtlijn een indeling gemaakt om op basis van het aantal onderzoeken en de mate van bewijs een niveau van bewijskracht toe te rekenen aan de conclusie, zie voor deze indeling Tabel 6 in

Bijlage 2B (13). Deze studie vergelijkt meerdere onderzoeken met een Level of Evidence van B, waarbij de kwaliteit van de conclusie niveau 2 heeft.

Populatiekenmerken

Het totaal aantal participanten in deze studie is 202, dat terwijl er alleen in Nederland jaarlijks al ongeveer 3300 amputaties aan de onderste extremiteit plaatsvinden (3), dit kan er mogelijk voor hebben gezorgd dat deze relatief kleine participantengroep een minder betrouwbaar beeld geeft van de gehele populatie. De gemiddelde leeftijd van de participanten in deze studie is 47,4 jaar. 75% van de amputaties aan de onderste extremiteit wordt uitgevoerd bij mensen ouder dan 60 jaar (24). Daarnaast is een diabetische voetaandoening in 75% van de gevallen de oorzaak voor een amputatie (4). In deze studie was bij slechts 27,1% van de participanten de oorzaak voor de amputatie een vasculaire oorzaak. Tot slot verschilt de tijd sinds de amputatie bij de geïncludeerde participanten van negentien weken tot 27 jaar, waarbij sommige participanten nog klinisch werden getest voor het uithoudingsvermogen, en andere participanten vanuit hun thuissituatie. Dit is een groot verschil wat mogelijk effecten kan hebben op het uithoudingsvermogen bij de participanten ten tijde van het afnemen van de testen.

Door bovenstaande benoemde kenmerken van de participanten in deze studie lijkt de participantengroep niet volledig representatief te zijn voor de gehele patiëntenpopulatie, waardoor de kwaliteit van de conclusie over het advies om het uithoudingsvermogen te testen minder valide wordt.

Uitkomsten data-analyse

Voor alle vijf de meetinstrumenten is een test-hertest betrouwbaarheid weergegeven voor de VO₂max. De betrouwbaarheid voor de Hf-max is slechts voor twee meetinstrumenten weergegeven. De LoA voor de VO₂max is berekend voor drie meetinstrumenten en de LoA voor de Hf-max is dit berekend voor twee meetinstrumenten. De SEM is weergegeven voor twee meetinstrumenten.

De concurrentie validiteit is vergeleken tussen participanten met een amputatie en gezonde participanten voor de One-legged Cycle Exercise Test en de Modified Treadmill Walking test. Daarnaast is de concurrentie validiteit vergeleken bij gezonde participanten tussen de One-legged Cycle Exercise Test en de Two-legged Cycle Exercise Test en de Modified Treadmill Walking test en de Running VO₂max test. Hoewel alle vergelijkingen voor de concurrentie validiteit een significant verschil aanduiden, zouden meerdere vergelijkingen tussen meetinstrumenten de validiteit verhogen.

Betrouwbaarheid testprotocollen

Bij bepaalde meetinstrumenten, als de Modified Treadmill Walking Test en de 2-Minuten Wandeltest is het voor participanten die niet kunnen lopen met een prothese onmogelijk om de test uit te voeren. Dit verschil bij participanten zorgt ervoor dat er een tweedeling ontstaat in de doelgroep en de meetinstrumenten die bij de doelgroep van toepassing is.

De testprotocollen van de gebruikte meetinstrumenten zijn nog niet volledig gestandaardiseerd, waardoor validiteits- en betrouwbaarheidsuitspraken minder toepasbaar zijn in de praktijk.

Zo meten Wezenberg et. al. en Chin et. al. allebei in hun onderzoek de validiteit en betrouwbaarheid van de One-legged Cycle Exercise Test bij mensen met een eenzijdige beenamputatie, maar gebruiken zij een ander testprotocol. Wezenberg et. al. verhoogt op basis van de BORG-RPE de

weerstand in wattages, en Chin et. al. verhoogt de wattages op basis van de aangegeven fysieke fitheid van de participanten (18,20). Dit verschilde in stappen van 5W tot 20W per verhoging.

Christensen et. al. geeft aan in de studie dat het verschil in testprotocol mogelijk de test-hertest betrouwbaarheid beïnvloed, waardoor de resultaten uit die studie alleen toepasbaar zijn bij die specifiek gebruikte participantengroep, wat afbreuk doet op de validiteit van de test (16). In de studie van Brooks et. al. lijkt op basis van het testprotocol een leereffect te hebben plaatsgevonden op basis van het afnemen van de test, wat mogelijk de oorzaak is van het toenemen van het aantal gelopen meters in de 2-Minuten Wandeltest.

Conclusie

Het testen van het uithoudingsvermogen bij mensen met een unilaterale amputatie aan de onderste extremiteit is belangrijk als prognostische factor voor lopen met prothese. Uit dit onderzoek blijken de Modified Treadmill Walking Test, One-legged Cycle Exercise Test en de Combined arm-leg (cruiser) Ergometer Test het meest betrouwbaar voor het testen van het uithoudingsvermogen. Echter zijn deze testen afgenomen bij één specifieke populatie binnen de mensen met een unilaterale beenamputatie, waardoor deze meetinstrumenten niet volledig representatief zijn in de doelgroep.

Aanbevelingen voor de praktijk

Er kan in de praktijk worden gekozen om de Modified Treadmill Walking Test, One-legged Cycle Exercise Test en de Combined arm-leg (cruiser) Ergometer Test te gebruiken voor het testen van de maximale zuurstofopname ($VO_2\text{max}$) bij mensen met een unilaterale amputatie aan de onderste extremiteit.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Op basis van dit huidige onderzoek is sterk aan te bevelen voor toekomstig onderzoek om de verschillende meetinstrumenten uitvoeriger te testen. De geïnccludeerde artikelen van dit onderzoek onderzochten vijf verschillende meetinstrumenten, waarbij niet iedere uitkomstmaat voor het vastleggen van de validiteit en betrouwbaarheid uitvoerig is vastgelegd.

Ook zijn er meerdere meetinstrumenten om het uithoudingsvermogen te testen bij mensen met een amputatie, bijvoorbeeld de zes- minuten wandeltest of de twaalf- minuten wandeltest. Over deze meetinstrumenten zijn nog geen onderzoeken beschikbaar die de validiteit en betrouwbaarheid van deze meetinstrumenten onderzoeken bij mensen met een unilaterale amputatie aan de onderste extremiteit.

Meerdere vergelijkingen tussen verschillende meetinstrumenten zullen de validiteit van de meetinstrumenten verhogen, aangezien er in deze studie voornamelijk meetinstrumenten los van elkaar zijn vergeleken.

Tot slot verschilden de kenmerken van de geïnccludeerde participanten in dit onderzoek veel in leeftijd, oorzaak van de amputatie en het niveau van de amputatie. Daarom is aan te bevelen om bij vervolgonderzoek rekening te houden met kenmerken van de participanten om een eenduidige uitspraak te kunnen doen over de populatie.

Referenties

1. Amputation [Internet]. [geciteerd 19 maart 2021]. Beschikbaar op: <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/amputation>
2. Moxey P, Gogalniceanu P, Hinchliffe R, Loftus I, Jones K, Thompson M, e.a. Lower extremity amputations – a review of global variation in incidence. *Diabet Med J Br Diabet Assoc.* 1 maart 2011;28:1144–53.
3. Hoe blijf je fit na een beenamputatie? 1ste dr. Ipskamp Printing; 2020. 11,52.
4. Narres M, Kvitkina T, Claessen H, Droste S, Schuster B, Morbach S, e.a. Incidence of lower extremity amputations in the diabetic compared with the non-diabetic population: A systematic review. *PLoS ONE [Internet].* 28 augustus 2017 [geciteerd 10 maart 2021];12(8). Beschikbaar op: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5573217/>
5. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, e.a. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract.* november 2019;157:107843.
6. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Ojima I, Oyabu H, Nagakura Y, e.a. %VO₂max as an indicator of prosthetic rehabilitation outcome after dysvascular amputation. *Prosthet Orthot Int.* 1 april 2002;26(1):44–9.
7. Wezenberg D, van der Woude LH, Faber WX, de Haan A, Houdijk H. Relation between aerobic capacity and walking ability in older adults with a lower-limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* september 2013;94(9):1714–20.
8. PubMed PMC. Information about PubMed [Internet]. PubMed. [geciteerd 4 juni 2021]. Beschikbaar op: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/about/>
9. Cochrane Library. Cochrane Library: health Library [Internet]. [geciteerd 4 juni 2021]. Beschikbaar op: /about-us
10. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, e.a. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 29 maart 2021;372:n71.
11. Sharp MK. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology STROBE (STROBE) Educational Expansion [Internet]. 2020 [geciteerd 7 juni 2021]. Beschikbaar op: https://bookdown.org/melissasharp/STROBE_eduexpansion/
12. Cuschieri S. The STROBE guidelines. *Saudi J Anaesth.* april 2019;13(Suppl 1):S31–4.
13. Evidence-based Richtlijnontwikkeling. Handleiding voor werkgroepleden - PDF Free Download [Internet]. 2007 [geciteerd 19 mei 2021]. Beschikbaar op: <https://docplayer.nl/8157534-Evidence-based-richtlijnontwikkeling-handleiding-voor-werkgroepleden.html>
14. Huang J L, Leong FTL, Petruzzello M. Standard error of measurement | statistics [Internet]. *Encyclopedia Britannica.* 2016 [geciteerd 2 juni 2021]. Beschikbaar op: <https://www.britannica.com/science/standard-error-of-measurement>

15. Gjoavaag T, Starholm I, Mirtaheri P. Assessment of aerobic capacity and walking economy of unilateral transfemoral amputees. *J Prosthet Orthot Int.* 24 juni 2013;38(2):140–7.
16. Christensen J, Tang L, Doherty P, Langhorn C, Langberg H. Test-retest reliability of a maximal arm cycle exercise test for younger individuals with traumatic lower limb amputations. *Eur J Physiother.* 3 maart 2020;22(2):115–20.
17. Simmelink EK, Wempe JB, Geertzen JHB, van der Woude LHV, Dekker R. Feasibility, safety, and reliability of exercise testing using the combined arm-leg (Cruiser) ergometer in subjects with a lower limb amputation. *PLoS ONE* [Internet]. 13 augustus 2018 [geciteerd 5 maart 2021];13(8). Beschikbaar op: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6089442/>
18. Wezenberg D, de Haan A, van der Woude LH, Houdijk H. Feasibility and Validity of a Graded One-Legged Cycle Exercise Test to Determine Peak Aerobic Capacity in Older People With a Lower-Limb Amputation. *Phys Ther.* 1 februari 2012;92(2):329–38.
19. Brooks D, Hunter JP, Parsons J, Livsey E, Quirt J, Devlin M. Reliability of the two-minute walk test in individuals with transtibial amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1 november 2002;83(11):1562–5.
20. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Ojima I, Oyabu H, e.a. The efficacy of the one-leg cycling test for determining the anaerobic threshold (AT) of lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int.* augustus 1997;21(2):141–6.
21. Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J Clin Res Ed.* 29 mei 1982;284(6329):1607–8.
22. Heitzmann DWW, Leboucher J, Block J, Günther M, Putz C, Götze M, e.a. The influence of hip muscle strength on gait in individuals with a unilateral transfemoral amputation. *PLOS ONE.* 2 september 2020;15(9):e0238093.
23. Ülger Ö, Seher E, Tezel Y. A systematic literature review of physiotherapy and rehabilitation approaches to lower-limb amputation: *Physiotherapy Theory and Practice: Vol 34, No 11* [Internet]. [geciteerd 4 juni 2021]. Beschikbaar op: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09593985.2018.1425938?journalCode=iptp20>
24. Wezenberg D, Dekker R, van Dijk F, Faber W, van der Woude L, Houdijk H. Cardiorespiratory fitness and physical strain during prosthetic rehabilitation after lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int.* 1 augustus 2019;43(4):418–25.

Bijlagen

Bijlage 1

STROBE-vragenlijst

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

	Item No	Recommendation	Page No
Title and abstract	1	(a) Indicate the study’s design with a commonly used term in the title or the abstract	
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	
Introduction			
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	
Methods			
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	
Participants	6	(a) Cohort study—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up Case-control study—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls Cross-sectional study—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants	
		(b) Cohort study—For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed Case-control study—For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case	
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	

Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	
		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	
		(c) Explain how missing data were addressed	
		(d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed <i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed <i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy	
		(e) Describe any sensitivity analyses	
Results			
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	
		(c) Consider use of a flow diagram	
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	
		(c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)	
Outcome data	15*	<i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time	

		<i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure	
		<i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures	
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	
		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	
Discussion			
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	
Other information			
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	

*Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies.

Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at www.strobe-statement.org.

Bijlage 2A

Level of Evidence – individuele artikelen

Tabel 5 Indeling methodologische kwaliteit van individuele artikelen

	Interventie	Diagnostisch accuratesse onderzoek	Schade/bijwerkingen*, etiologie, prognose
A1	Systematische review van tenminste twee onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van A2-niveau		
A2	Gerandomiseerd dubbelblind vergelijkend klinisch onderzoek van goede kwaliteit en van voldoende omvang	Onderzoek ten opzichte van een referentietest (een 'gouden standaard') met tevoren gedefinieerde afkapwaarden en onafhankelijke beoordeling van de resultaten van test en gouden standaard, betreffende een voldoende grote serie van opeenvolgende patiënten die allen de index- en referentietest hebben gehad	Prospectief cohort onderzoek van voldoende omvang en follow-up, waarbij adequaat gecontroleerd is voor 'confounding' en selectieve follow-up voldoende is uitgesloten
B	Vergelijkend onderzoek, maar niet alle kenmerken als genoemd onder A2 (hieronder valt ook patiënt-controle onderzoek, cohort-onderzoek)	Onderzoek ten opzichte van een referentietest, maar niet alle kenmerken die onder A2 zijn genoemd	Prospectief cohort onderzoek, maar niet met alle kenmerken als genoemd onder A2 of retrospectief cohort onderzoek of patiënt-controle onderzoek
C	Niet-vergelijkend onderzoek		
D	Mening van deskundigen		

* Deze classificatie is alleen van toepassing in situaties waarin om ethische of andere redenen gecontroleerde trials niet mogelijk zijn. Zijn die wel mogelijk, dan geldt de classificatie voor interventies

Bijlage 2B

Level of Evidence - conclusies

Tabel 6 Niveau van conclusies

Conclusie gebaseerd op	
1	Onderzoek van niveau A1 of tenminste 2 onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van niveau A2
2	Onderzoek van niveau A2 of tenminste 2 onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van niveau B
3	1 onderzoek van niveau B of C
4	Mening van deskundigen