

CARDIOPULMONALE EXERCISE TEST VERSUS STEEP RAMP TEST: PREDICTIEMODEL VAN DE EERSTE VENTILATOIRE DREMPEL

PRAKTIJKONDERZOEK



Student: Silke van der Wal

Studentnummer: 384240

Scriptiebegeleider/ supervisor: Caspar Mijlius

Datum/Date: 07-02-2023

HANZEHOGESCHOOL GRONINGEN | OPLEIDING FYSIOTHERAPIE



Voorwoord

Voor u het bachelor scriptie met als titel: “Cardiopulmonale Exercise Test versus Steep Ramp Test: predictiemodel van de eerste ventilatoire drempel”. Het doel van deze studie is de SRT toepasbaar maken in de praktijk voor het evalueren van de fysieke belastbaarheid op de VT1 waarde, bij gezonde Nederlandse volwassenen binnen de leeftijdscategorie van 45 tot 85 jaar.

Dit praktijkonderzoek is een deelonderzoek van het LIFT-project (Lifelong Fitness Testing), vanuit het Martiniziekenhuis en Brandwondencentrum Groningen. Dit is een studie naar de Steep Ramp Test en heeft als hoofddoel om de geslachts- en leeftijd gerelateerde normwaarden hiervan op te stellen. Dit deelonderzoek heeft plaatsgevonden tussen oktober 2022 en december 2022.

Graag wil ik Ingeborg Trul-Kreuze en het Brandwondencentrum bedanken voor het beschikbaar stellen van vorige data en hun tijd. Daarnaast mijn dank aan Caspar Mijlius voor het constant begeleiden tijdens dit hele traject. Tot slot mijn grootste dank aan de deelnemers die de tijd en moeite hebben genomen om naar Groningen te komen om deel te nemen aan dit onderzoek.

Silke van der Wal

7 februari 2023

Inhoudsopgave

1. Samenvatting.....	4
1.1 Abstract.....	5
2. Inleiding	6
2.1 Doel van de studie.....	7
2.2 Onderzoeksvraag	7
3. Methoden	7
3.1 Onderzoeksopzet	7
3.2 Participanten	7
3.2.1 Inclusiecriteria	8
3.2.2 Exclusiecriteria.....	8
3.3 Meetinstrumenten en uitkomstmaten	8
3.3.1 Steep Ramp Test (SRT)	8
3.3.2 Cardiopulmonary Exercise Test (CPET).....	8
3.4 Data-analyse.....	9
4. Resultaten.....	9
4.1 Demografische gegevens.....	9
4.2 Normaalverdeling.....	10
4.3 T-toets	10
4.4 Correlaties	11
4.5 Regressieanalyse	11
5. Discussie	12
6. Conclusie.....	13
7. Aanbevelingen	13
8. Literatuur.....	14

1. Samenvatting

Inleiding: De eerste ventilatoire drempel (VT1) is de intensiteit waarbij het niveau van CO₂ uitstoot voor het eerst boven het niveau van O₂ inname uitstijgt. Men wordt beperkt door de accumulatie van de CO₂, waardoor niet langer oneindig door kan worden gegaan met de activiteit die op dat moment wordt uitgevoerd. De CPET is de gouden standaard als het gaat om het meten van de cardiorespiratoire fitheid (CRF). De CPET meet onder andere de VT1, de VT2 en de maximaal behaalde wattage (WRpeak). Aan de hand van deze gegevens kan een schatting worden gemaakt van het aantal METs dat een persoon aankan voordat de VT1 waarde is bereikt. Echter wordt er een alternatieve goedkopere test gezocht waarbij er ook een schatting kan worden gemaakt van de CRF. De Steep Ramp Test (SRT) is een snel uit te voeren test, de kosten zijn lager waardoor het tot een grotere groep toepasbaar is. Daarom is deze studie gericht op het maken van een predictiemodel van de VT1 met behulp van de SRT.

Methoden: Aan dit praktijkonderzoek doen 16 deelnemers mee, waarvan 9 mannen (56%) en 7 vrouwen (44%), binnen de leeftijdscategorie van 45-85 jaar. Deze zijn geïnccludeerd via vragenlijsten (PAR-Q, SQUASH en EQ5D+C) en antropometrie (lengte, gewicht, BMI en vetpercentage). Vervolgens worden de metingen voor de deelnemer op één testdag uitgevoerd. Te beginnen met de SRT, gevolgd door een half uur rust en tot slot de CPET. De gegevens worden geanalyseerd met behulp van SPSS versie 29.

Resultaten: De correlatie tussen de WRpeak van de SRT en de WRpeak van de CPET is zeer hoog ($r=0.955$). De correlatie tussen de WRpeak van de SRT en de VT1 van de CPET is middelmatig/hog ($r=0.700$). Met behulp van een backward regressieanalyse is het volgende predictiemodel gemaakt: $VT1 = 1.438 + (0.041 \cdot WRpeak\ SRT) + (-2.697 \cdot geslacht\ (0= vrouw, 1= man))$. Met een adjusted $R^2 = 0.535$.

Conclusie: Concluderend kan er gesteld worden dat er op basis van huidig onderzoek de SRT geen geschikt middel lijkt om de VT1 te schatten. De formule die is opgesteld kan voor 53,5% de VT1 waarde voorspellen aan de hand van de SRT WRpeak en het geslacht. De adjusted R^2 waarde van 0.535 is middelmatig. Om een goede indicatie te krijgen van de VT1 blijft de CPET op dit moment nog de beste manier.

1.1 Abstract

Introduction: The first ventilatory threshold (VT1) is the intensity where the CO₂ emission level first exceeds the O₂ intake level. One is limited by the accumulation of CO₂, which means that it is no longer possible to continue indefinitely with the activity that is currently being performed. The CPET is the gold standard when it comes to measuring cardiorespiratory fitness (CRF). The CPET measures, among other things, the VT1, the VT2 and the maximum wattage achieved (WRpeak). Based on this data, an estimate can be made of the number of METs a person can handle before reaching the VT1 value. However, an alternative cheaper test is being sought in which an estimate of the CRF can also be made. The Steep Ramp Test (SRT) is a quick test to perform, the costs are lower making it applicable to a larger group. Therefore, this study focuses on making a prediction model of the VT1 using the SRT.

Method: There are 16 participants in this practical study, of which 9 men (56%) and 7 women (44%), within the age group of 45-85 years. These were included via questionnaires (PAR-Q, SQUASH and EQ5D+C) and anthropometry (height, weight, BMI and fat percentage). Subsequently, the measurements for the participant are performed on one test day. Start with the SRT, followed by half an hour of rest and finally the CPET. The data will be analyzed using SPSS.

Results: The correlation between the WRpeak of the SRT and the WRpeak of the CPET is very high ($r=0.955$). The correlation between the WRpeak of the SRT and the VT1 of the CPET is moderate/high ($r=0.700$). Using a backward regression analysis, the following prediction model was made: $VT1 = 1.438 + (0.041 \cdot WRpeak\ SRT) + (-2.697 \cdot gender\ (0 = female, 1 = male))$. With an adjusted $R^2 = 0.535$.

Conclusion: In conclusion, it can be said that based on current research, the SRT does not seem to be a suitable tool to estimate the VT1. The formula that has been drawn up can predict the VT1 value for 53.5% based on the SRT WRpeak and the gender. The adjusted R^2 value of 0.535 is moderate. To get a good indication of the VT1, the CPET is currently still the best way.

2. Inleiding

De eerste ventilatoire drempel (VT1) wordt ook wel aerobe drempel genoemd; het is de intensiteit waarbij het niveau van CO₂ uitstoot voor het eerst boven het niveau van O₂ inname uitstijgt. Men wordt beperkt door de accumulatie van de CO₂, waardoor niet langer oneindig door kan worden gegaan met de activiteit die op dat moment wordt uitgevoerd (1). Bij de tweede ventilatoire drempel (VT2), ook wel anaerobe drempel, neemt dit niveau exponentieel toe (1,2). Het behalen van beide deze waarden tijdens een inspanningstest ligt dan ook aan de motivatie van de participant om diep te gaan (3). De VT1 wordt gemakkelijker behaald dan de VT2. Aan de hand van VT1 waardes kan een schatting gemaakt worden van wat deze persoon aankan qua activiteiten. Volgens een onderzoek van MacIntosh uit 2021 ligt de grens van de VT1 waarde bij < 6.0 METs (4). Dat wil zeggen activiteiten met een matige intensiteit zoals: comfortabel lopen en rustig fietsen. Deze waarden geven een beeld over de cardiorespiratoire fitheid (CRF) (5,6). Voor het meten van deze cardiorespiratoire fitheid wordt gebruik gemaakt van een test, namelijk de cardiopulmonary exercise test (CPET)(7).

De CPET is de gouden standaard als het gaat om het meten van de cardiorespiratoire fitheid. De CPET meet onder andere de VT1, de VT2 en de maximaal behaalde wattage (WRpeak)(7,8). Aan de hand van deze gegevens kan een schatting worden gemaakt van het aantal METs (in ml O₂/kg/min) dat een persoon aankan voordat de VT1 waarde is bereikt (9). De test wordt uitgevoerd op een fietsergometer met ademhalingsgasanalyse, een elektrocardiografie en een bloeddrukbeoordeling. Al deze apparatuur brengt een hoger kostenplaatje met zich mee en zorgt dit ervoor dat het een tijdrovende test is. Er is specialistische kennis en geavanceerde apparatuur voor nodig en dit zijn redenen waarom deze test niet veel wordt uitgevoerd in de praktijk (10). Het is daarom voor in de eerstelijns fysiotherapiepraktijk een lastig uit te voeren test (10,11).

Dit is een reden dat er naar een alternatieve goedkopere test wordt gezocht waarbij er ook een schatting kan worden gemaakt van de CRF van een persoon. De Steep Ramp Test is een snel uit te voeren test. De afdaling duurt bij de meeste mensen tussen de 5 en 6 minuten. De kosten zijn lager, het materiaal is kosteneffectief waardoor de SRT tot een grotere groep toepasbaar is (12). Er is namelijk alleen een fietsergometer en een hartslagmeter voor nodig. De test bestaat uit drie minuten fietsen als warming up. Waarna vervolgens elke 10 seconden het wattage met 25 Watt geleidelijk omhoog gaat. Het is de bedoeling om gedurende de test tussen de 70-80 omwentelingen per minuut aan te houden. Zodra de participant onder de 60 omwentelingen komt, stopt de test en is het piekwattage (WRpeak) bereikt (12,13). De uitkomstwaarde is dus de WRpeak waarmee nu ook een schatting van de VO₂max kan worden gemaakt met behulp van de volgende formule: $VO_{2max} (L/min) = 0,0067 \cdot WR_{peakSRT} + 0,3583$ (12). Wat echter nog ontbreekt bij deze test is een formule kijkende naar de VT1 waarde. Met het wattage dat bij de VT1 hoort kan er namelijk een schatting worden gemaakt van wat een persoon aankan qua activiteiten in METs voordat de aerobe drempel is bereikt (6).

Daarom is deze studie gericht op het maken van een predictiemodel van de VT1 bij de SRT. Als eerst wordt er bij dit onderzoek gekeken of er met de SRT een goede meting kan worden gedaan van de VT1. Het voordeel van dit onderzoek is dat de metingen van de SRT ook met ademgasanalyse wordt uitgevoerd. Wat betekend dat de VT1 waarde te controleren is bij de SRT, in tegenstelling tot in de praktijk (14). Dit wordt vergeleken door te kijken of er een significant verschil is tussen de gemiddelden van de VT1 waarden van de SRT en de CPET. Vervolgens wordt er gekeken naar de correlatie tussen de valide VT1 en de WRpeak van de SRT. De WRpeak is belangrijk in dit verhaal omdat deze score in de praktijk de uitkomstmaat is (12). Deze uitkomstmaat zal nodig zijn bij het opstellen van het predictiemodel voor de VT1. Om te kijken of de SRT een representatief beeld geeft

van de CRF (wat betreft eindscore in wattage), wordt de correlatie tussen de WRpeak van de SRT en de CPET bepaald. Vervolgens wordt er dus een predictiemodel gemaakt voor de VT1 waarde, met behulp van de WRpeak van de SRT.

2.1 Doel van de studie

Het doel van deze studie is de SRT toepasbaar maken in de praktijk voor het evalueren van de fysieke belastbaarheid op de VT1 waarde, bij gezonde Nederlandse volwassenen in de leeftijd van 45 tot 85 jaar.

2.2 Onderzoeksvraag

Wat is het predictiemodel van de VT1, opgesteld met behulp van de WRpeak van de SRT?

3. Methoden

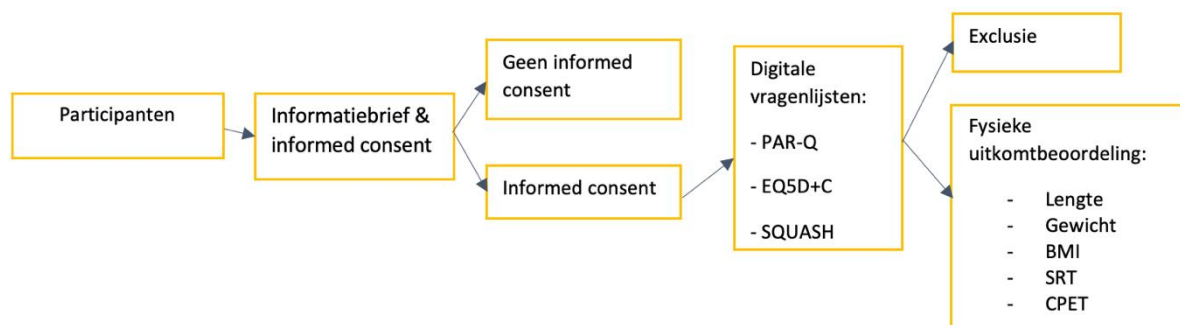
3.1 Onderzoeksopzet

Dit onderzoek maakt deel uit van een groter onderzoek vanuit het Martini Ziekenhuis in Groningen, genaamd het LIFT project: “De Steep Ramp test bij Nederlandse volwassenen en ouderen: leeftijd- en geslacht gerelateerde normwaarden, en de beoordeling van de reproduceerbaarheid, validiteit en onderliggende fysiologische reacties” (15). De hele studie is een poweranalyse van minimaal 600 deelnemers met per 10 jaar vijf mannen en vijf vrouwen, in een leeftijdscategorie van 25-85 jaar. Echter door beperkte tijd voor de studie is er gekozen voor de convenience sample. Wat betekend zo veel mogelijk deelnemers proberen te rekruteren in een kortere periode van 20 weken.

Dit deelonderzoek is een cross-sectioneel praktijkonderzoek voor het opstellen van een predictiemodel van de VT1, aan de hand van de SRT. Deze studie is goedgekeurd door de ethische commissie vanuit het UMCG Groningen (METC: NL78670.100.21,R21.088). In oktober, november en december 2022 zijn de metingen uitgevoerd.

3.2 Participanten

De participanten worden geworven via social media, lokale sportverenigingen en kennissen uit omgeving van de onderzoekers. De participanten krijgen via de mail een informatiebrief en een informed consent. Nadat deze door de deelnemers is ondertekend worden er drie vragenlijsten via de mail opgestuurd, namelijk de PAR-Q, EQ5D+C en de SQUASH. Aan de hand van deze vragenlijsten wordt bepaald of de participant binnen de “norm” valt en mee mag doen in het onderzoek (16). Indien dit allemaal positief is wordt de participant uitgenodigd voor een testdag. Op deze dag wordt eerst de lengte, gewicht en BMI bepaald. Hierna worden de SRT en de CPET uitgevoerd, met tussen beide testen in minimaal een pauze van 30 minuten.



Figuur 1: Inclusieproces

3.2.1 Inclusiecriteria

- Gezonde Nederlandse volwassenen en ouderen, met een leeftijd tussen 45-85 jaar.

3.2.2 Exclusiecriteria

Deelnemers met een van de volgende criteria, worden uitgesloten van het onderzoek:

- Een medische aandoening (fysiek of mentaal) die de maximale inspanning contra-indiceert, gebaseerd op de PAR-Q (alle vragen dienen met “Nee” te worden beantwoord) (16).
- Het niet naleven van de Nederlandse Norm Gezond Bewegen (NNGB); een minimum van 30 min per dag, 5 dagen in de week licht tot matige fysieke activiteit, gebaseerd op de SQUASH (17).
- Het gebruik van medicatie dat effect heeft op het inspanningsvermogen.
- Duidelijke gezondheidscondities die effect hebben op het inspanningsvermogen.
- Verminderde motorische ontwikkeling.
- Obesitas: body mass index > 30 kg/m².
- Bloeddruk bovendruk > 250 mm/Hg (18)
- Niet in staat mee te werken met de testprocedures (onvoldoende begrip van de Nederlandse taal).
- Topsporters: > 10 uur in de week zwaar lichamelijk actief.
- Zwangerschap

3.3 Meetinstrumenten en uitkomstmaten

Zowel de CPET als de SRT wordt uitgevoerd door de participanten. Eenmaal geïncludeerd wordt eerst de SRT uitgevoerd; te beginnen met 3 minuten warm fietsen, waarna de test echt begint. Dit duurt gemiddeld 2-3 minuten. De participant levert een korte maximale inspanning. Hierna volgt een pauze van 30 minuten. Na deze pauze wordt vervolgens de CPET uitgevoerd. Deze test begint ook met 3 minuten warm fietsen zonder weerstand, waarna het wattage geleidelijk wordt opgebouwd. Er wordt naar gestreefd om deze test 8 tot 12 minuten te laten duren.

3.3.1 Steep Ramp Test (SRT)

De SRT is een korte maximale inspanningstest die op een fietsergometer wordt uitgevoerd. Als eerst vindt de warming up plaats. Waarna vervolgens de weerstand geleidelijk elke 10 seconden met 25 Watt omhooggaat. Het is de bedoeling om tussen de 70-80 omwentelingen per minuut te blijven. Zodra dit onder de 60 per minuut komt stopt de test. Het is de bedoeling dat de patiënt tot het maximaal haalbare gaat. Het maximaal behaalde wattage (WRpeak) wordt gebruikt in de analyse van de resultaten. Daarnaast wordt de test in deze setting uitgevoerd met een ademgasanalyse, waardoor de VT1 waarde (in ml/kg/min) ook kan worden gebruikt (12,13,19).

Primaire uitkomstmaten:

- WRpeak (Watt)
- VT1 (ml/kg/min)

3.3.2 Cardiopulmonary Exercise Test (CPET)

De CPET is de gouden standard als het gaat om het meten van de cardiorespiratoire fitheid. Het is een maximale inspanningstest die wordt uitgevoerd op dezelfde fietsergometer. Als warming up is het weer drie minuten fietsen zonder weerstand. Hierna begint de test. Het wattage wordt geleidelijk opgevoerd in stapjes van 15/20/25/30 Watt per minuut. Afhankelijk van het behaalde wattage bij de SRT wordt er een schatting gemaakt. De test moet tussen de 8 en 12 minuten duren. Ook hierbij geldt: houdt de omwentelingen tussen de 70-80 per minuut. Zodra dit aantal onder de 60 per minuut komt stopt de test. De participant wordt verwacht tot het maximaal haalbare te gaan.

Deze test wordt standaard met ademgasanalyse, bloeddrukmetingen, saturatie en hartslagmetingen uitgevoerd. Bij dit onderzoek worden alleen de volgende uitkomstmaten gebruikt (7,20,21).

Primaire uitkomstmaten:

- WRpeak (watt)
- VT1 (ml/kg/min)

3.4 Data-analyse

Al de data zal worden geanalyseerd met SPSS-versie 29 (22). Met dit onderzoek wordt gestreefd naar een participantenaantal tussen de 10 en 15. Om te bepalen of de afhankelijke data hiervan normaal verdeeld is, wordt gebruik gemaakt van de Shapiro-Wilk test. Een p-waarde van < 0.050 wordt gezien als statistisch significant (23). Van de normaal verdeelde continue variabelen zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie (SD) weergegeven. Bij de niet normaal verdeelde continue variabelen worden het gemiddelde en de range weergegeven. De variabelen die worden gebruikt zijn: geslacht, leeftijd, lengte, gewicht, BMI, WRpeak SRT, WRpeak CPET, VT1 SRT, VT1 CPET.

Om te bepalen van welke test de VT1 waarde te voorspellen wordt er eerst een t-toets uitgevoerd. Hierbij wordt gekeken naar het verschil tussen de gemiddelden van de VT1 bij de SRT en de VT1 bij de CPET. Als dit verschil significant is zullen de CPET-resultaten worden gebruikt aangezien dit de gouden standaard is (24). Om vervolgens te kijken naar de samenhang tussen de variabelen zal gebruik gemaakt worden van de Spearman test bij niet normaal verdeeld, en de Pearson test bij normaal verdeelde variabelen. Uit deze tests komt een getal tussen de -1 en 1. Hierbij betekend de 0 geen lineaire correlatie, +1 een perfecte positieve lineaire correlatie en -1 een perfecte negatieve lineaire correlatie, zie tabel 1 (25,26). Om een predictiemodel te maken voor het voorspellen van de VT1, wordt een backward regressieanalyse uitgevoerd met de volgende variabelen: WRpeak van de SRT, leeftijd, geslacht, lengte en gewicht (27). Aan de hand van deze resultaten wordt een predictieformule opgesteld (28).

Tabel 1: Correlatiecoëfficiënt en de sterkte van de correlatie (R)(26)

0.00 – 0.30	Nauwelijks of geen correlatie
0.30 – 0.50	Lage of zwakke correlatie
0.50 – 0.70	Middelmatige correlatie
0.70 – 0.90	Hoge of sterke correlatie
0.90 – 1.00	Zeer hoge of zeer sterke correlatie

4. Resultaten

4.1 Demografische gegevens

Aan dit onderzoek doen 16 participanten mee, waarvan 9 mannen (56%) en 7 vrouwen (44%). Demografische gegevens en de daarbij horende gemiddelden zijn weergegeven in tabel 2. De mannen zijn gemiddeld wat ouder dan de vrouwen (gem = 59.75 en gem = 58.60). Het BMI licht nagenoeg gelijk (gem = 24.09 en gem = 24.25). Mannen scoren gemiddeld gezien hoger op zowel de SRT (gem = 400.25 t.o.v. gem = 283.20) als de CPET (gem = 295.38 t.o.v. gem = 196.00) kijkend naar de WRpeak. Mannen scoren bij de SRT een groter verschil op de VT1 waarde ten opzichte van de CPET. De VT1 waarde bij de SRT is drie keer niet gemeten van de 16 deelnemers in totaal.

Tabel 2: Demografische gegevens; gemiddelde en standaarddeviatie

	TOTAAL N= 16	MAN N= 9	VROUW N= 7
LEEFTIJD (J)	59.31 (SD 8.32)	59.75 (SD 6.16)	58.60 (SD 11.84)
LENGTE (M)	1.80 (SD 0.12)	1.87 (SD 0.09)	1.69 (SD 0.04)
GEWICHT (KG)	79.01 (SD 13.93)	85.13 (SD 14.22)	69.30 (SD 5.99)
BMI	24.15 (SD 1.80)	24.09 (SD 2.10)	24.25 (SD 1.41)
WRPEAK SRT (W)	355.23 (SD 74.61)	400.25 (SD 56.36)	283.20 (SD 39.00)
WRPEAK CPET (W)	257.615 (SD 78.46)	295.38 (SD 72.32)	196.00 (SD 41.45)
VT1 SRT (ML/KG/MIN)	17.86 (SD 3.99) (N= 13)	19.66 (SD 3.87) (N= 7)	14.98 (SD 2.15) (N= 6)
VT1 CPET (ML/KG/MIN)	14.73 (SD 3.03)	15.19 (SD 3.67)	14.00 (SD 1.67)

J= JAREN, M= METER, KG= KILOGRAM, W= WATT, ML/KG/MIN= MILILITER PER KILOGRAM PER MINUUT. BMI= BODY MASS INDEX, WRPEAK= PIEKWATTAGE, VT1= EERSTE VENTILATOIRE DREMPEL, SD= STANDAARDDEVIATIE

4.2 Normaalverdeling

De Shapiro-Wilk test geeft een significantie >0.050 aan bij alle variabelen behalve de SRT VT1 waarde en de leeftijd bij de mannen zoals in tabel 3 weergegeven, waardoor er met zekerheid kan worden gezegd dat de overige continue data normaal verdeeld zijn (23).

Tabel 3: normaalverdeling volgens Shapiro-Wilk

	SHAPIRO-WILK	SIG.
LEEFTIJD	Vrouw:	.409
	Man:	.050
LENGTE	Vrouw:	.853
	Man:	.243
GEWICHT	Vrouw:	.438
	Man:	.989
BMI	Vrouw:	.282
	Man:	.367
SRT WRPEAK	Vrouw:	.231
	Man:	.180
SRT VT1	Vrouw:	.561
	Man:	.026
CPET WRPEAK	Vrouw:	.230
	Man:	.317
CPET VT1	Vrouw:	.497
	Man:	.090

4.3 T-toets

Er is een t-toets uitgevoerd om de gemiddeldes van de VT1 bij de SRT en de CPET te vergelijken. Hieruit komt het volgende: het verschil in gemiddelde VT1 waarde bij de SRT (gem = 17.862; SD = 3.989) en de CPET (gem = 14.731; SD = 3.025) is significant ($t(15) = 18.588$; $p < 0.001$) (29).

4.4 Correlaties

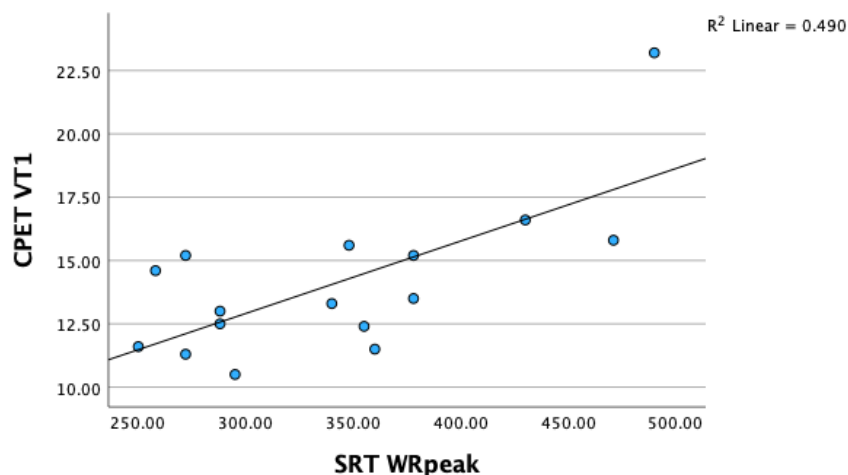
Vervolgens is er gekeken naar de Pearson correlaties tussen de WRpeak van de SRT met de WRpeak van de CPET, en de WRpeak van de SRT en de VT1 van de CPET zoals weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Pearson correlaties

	CORRELATIE	SIGNIFICANTIE
WRPEAK SRT – WRPEAK CPET	.955	<.001
WRPEAK SRT – VT1 CPET	.700	.003
WRPEAK CPET – VT1 CPET	.686	.003

De correlatiecoëfficiënt tussen de WRpeak van de SRT en de WRpeak van de CPET is volgens de Pearson methode vastgesteld op 0.955 met een significantieniveau van <0.001. Dit is een zeer hoge correlatie (26). De Pearson correlatiecoëfficiënt tussen de WRpeak van de SRT en de VT1 van de CPET is vastgesteld op 0.700 met een significantieniveau van 0.003. Dit is een middelmatig/hoge correlatie (26,30).

Figuur 2: Relatie tussen VT1 CPET en WRpeak SRT



4.5 Regressieanalyse

Vervolgens is er een backward regressieanalyse opgesteld met als doel een voorspellingsformule te maken van de VT1 van de CPET, aan de hand van de variabelen WRpeak van de SRT, leeftijd, geslacht en lengte. Daar komt de volgende formule als beste uit met een adjusted R²-waarde van 0.535 en een significantie van 0.003 (27,30): **VT1 = 1.438 + (0.041 · WRpeak SRT) + (-2.697 · geslacht (0= vrouw, 1= man))**. Met VT1 uitgedrukt in ml/kg/min en WRpeak SRT in Watt.

De backward regressieanalyse laat zien dat met de WRpeak van de SRT in combinatie met leeftijd, geslacht, lengte en gewicht 50,7% van de VT1 waarde bij de CPET kan voorspellen (adjusted R²= 0.507, sig.= 0.028). Hieruit komt de volgende formule: VT1 = -14.522 + (0.035 · WRpeak) + (0.075 · leeftijd) + (-4.085 · geslacht (vrouw = 0, man = 1)) + (5.383 · lengte) + (0.061 · gewicht). Met lengte uitgedrukt in meters (m) en gewicht in kilogram (kg). Zie tabel 5.

Tabel 5: Backward regressieanalyse (eerste en laatste model weergegeven)

MODEL	ADJUSTED R SQUARE	ANOVA			B	SIG.
1	.507	Regression	92.862	(Constante)	-14.522	.469
		Residual	45.476	SRT WRpeak	.035	.026
		Totaal	138.337	Leeftijd	.075	.353
		Sig.	.028	Lengte	5.383	.709
				Geslacht	-4.085	.067
2	.535			Gewicht	.061	.566
		Regression	82.628	(Constante)	1.438	.635
		Residual	55.710	SRT WRpeak	.041	.001
		Totaal	138.337	Geslacht	-2.697	.085
		Sig.	.003			

5. Discussie

Het doel van dit onderzoek was om een predictiemodel te maken voor de VT1, met behulp van de Steep Ramp Test. Uit de resultaten is gebleken dat het model er als volgt uit ziet: $VT1 = 1.438 + (0.041 \cdot WRpeak\ SRT) + (-2.697 \cdot geslacht\ (0 = vrouw, 1 = man))$. In de regressieanalyse is te zien dat 53,5% van de variatie in de VT1 bij de CPET kon worden verklaard met de WRpeak bij de SRT en het geslacht (adjusted $R^2 = 0.535$), met een significantieniveau van $p = 0.003$. De overige 46,5% wordt door deze variabele dus niet verklaard (25,27,30). De backward regressieanalyse laat zien dat met de WRpeak van de SRT in combinatie met leeftijd, geslacht, lengte en gewicht 50,7% van de VT1 waarde bij de CPET kan voorspellen (adjusted $R^2 = 0.507$). Dit model is minder goed door een significantie van $p = 0.028$ (30). Door het toevoegen van meerdere variabelen gaat de adjusted R^2 waarde niet omhoog en de significantie wordt minder goed. In dit onderzoek hebben meerdere variabelen dus geen positief effect op de predictieformule van de VT1.

Uit dit onderzoek kan worden verklaard dat er voor een geldige voorspelling van de VT1 waarde de SRT niet een geschikte test lijkt. Echter kan er op basis van dit onderzoek alleen geen harde uitspraken worden gedaan gezien de kleine sample size en de grote spreiding tussen leeftijd. De SRT lijkt uit huidig onderzoek wel een goede test voor het meten van de WRpeak en daarbij de VO2piek. Mede gezien de hoge correlatie tussen de WRpeak van de SRT en de CPET gemeten in dit onderzoek ($r = 0.955$). Rozenberg et al. en Van de Poppe et al. tonen in hun onderzoek aan dat de SRT een valide instrument is om een schatting te maken van iemands maximale aerobe capaciteit (28,31). Echter lijkt de SRT een te korte test om de tussenwaarden ook te kunnen meten.

Fletcher et al. toont aan dat het lichaam een paar seconden nodig heeft om te reageren, dit terwijl de fietstest dan al verder gaat (32). Buchfuhrer et al. suggereert om een inspanningstest met helling zo op te bouwen dat de deelnemer rond de 10 minuten op de limiet van zijn tolerantie zit. Hierbij is genoeg tijd om zowel de piek als de tussenwaarden te meten (33). Op basis van deze informatie en de uitkomsten van dit onderzoek moet worden afgevraagd of de SRT wel een geschikte test is voor het specifiek meten van de VT1 waarde, vanwege zijn korte duur.

Een sterk punt van dit onderzoek is dat de testen zijn afgenomen in een gecontroleerde setting met betrouwbaar apparatuur, namelijk in het HAAL in het Wiebengacomplex van de Hanzehogeschool te Groningen. Elke deelnemer heeft de testen conform richtlijn onder toezicht van meerdere onderzoekers uitgevoerd en tijdens de CPET was ook een extra supervisor aanwezig (20). Deze richtlijn is beschikbaar op aanvraag. Een ander sterk punt van deze studie is dat zowel de SRT als de CPET op dezelfde dag is afgenomen, zodat de deelnemer met dezelfde omstandigheden en voldoende rust tussendoor de test maakt (34). Er kan dan ook niet worden gezegd dat er sprake was van een off day bij een van de tests. Er is dan ook een hoge correlatie tussen WRpeak van de SRT en de CPET ($R=0.955$) in dit onderzoek. Daarnaast is er weinig onderzoek naar ouderen (leeftijd boven 45 in dit geval) op het gebied van de SRT en de CPET (35,36).

Een minpunt van deze studie is dat het in een relatief korte tijd afgerond moest worden. Zo zijn er testen afgenomen in een periode van twee maanden. Waardoor het deelnemersaantal niet al te groot is. Zo kunnen er ook niet hele harde uitspraken worden gedaan, want in hoeverre is dit een geldige representatie van “de gemiddeld gezonde mens” in Nederland. Volgens Faber et al. zou het aantal deelnemers voor dit soort onderzoek rond de 60 moeten zijn, wil je een geldige uitspraak doen over een populatie (37). Dit is iets wat in het vervolgonderzoek een streven zou zijn.

Daarnaast zijn er tijdens het afnemen van de test verschillende stopredenen per deelnemer. Met dit onderzoek is dat bewust niet meegenomen aangezien elke stopreden als legitiem wordt gezien, want de persoon stopt uiteindelijk wanneer die zelf wilt (38). Echter zou er afgevraagd kunnen worden welke factoren kunnen zorgen dat er eerder wordt gestopt. Denk aan verminderde beenspierkracht of kortademigheid. In volgend onderzoek zou er ook gekeken kunnen worden wat het effect hiervan zou zijn op het voorspellen van de VT1.

6. Conclusie

Concluderend kan er gesteld worden dat er op basis van huidig onderzoek de SRT geen geschikt middel lijkt om de VT1 te schatten. Echter vanwege de kleine sample size is dit niet met zekerheid te zeggen. De formule die is opgesteld kan voor 53,5% de VT1 waarde voorspellen aan de hand van de SRT WRpeak en het geslacht. De formule is als volgt: **$VT1 = 1.438 + (0.041 \cdot WRpeak\ SRT) + (-2.697 \cdot geslacht)$** (0= vrouw, 1= man)). De adjusted R^2 waarde van 0.535 is middelmatig (tabel 1)(26). Er zou nog uitgebreider onderzoek gedaan moeten worden om dit te verifiëren met meerdere deelnemers. Om een goede indicatie te krijgen van de VT1 blijft de CPET op dit moment nog de beste manier.

7. Aanbevelingen

In dit onderzoek wordt geconcludeerd dat SRT geen geschikt middel lijkt om de VT1 te schatten. Om dit in vervolgonderzoeken te verifiëren wordt aangeraden om meer deelnemers te werven. Hierdoor kan er met meer zekerheid een conclusie worden getrokken. Tevens zouden er meerdere soorten variabelen kunnen worden toegevoegd om te kijken of dit van invloed kan zijn op de VT1. Denk hierbij aan beenspierkracht, hartfrequentie of mate van vermoeidheid/kortademigheid. Tot die tijd wordt de SRT niet aangeraden om te gebruiken voor het schatten van de VT1 in de praktijk.

8. Literatuur

1. Mateika JH, Duffin J. Ventilatory responses to exercise performed below and above the first ventilatory threshold. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994;68(4):327–35.
2. de Morree JJ, Jongert T. Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training. Vol. 1. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2011. 86–92 p.
3. Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. The Relationship Between Exercise Intensity and Affective Responses Demystified: To Crack the 40-Year-Old Nut, Replace the 40-Year-Old Nutcracker! *Annals of Behavioral Medicine*. 2008 Apr 28;35(2):136–49.
4. MacIntosh BR, Murias JM, Keir DA, Weir JM. What Is Moderate to Vigorous Exercise Intensity? *Front Physiol*. 2021 Sep 22;12.
5. Mendes M de A, da Silva I, Ramires V, Reichert F, Martins R, Ferreira R, et al. Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. *PLoS One*. 2018 Jul 19;13(7):e0200701.
6. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol*. 1990 Aug;13(8):555–65.
7. Tran D. Cardiopulmonary Exercise Testing. In 2018. p. 285–95.
8. Davis JA, Sorrentino KM, Ninness EM, Pham PH, Dorado S, Costello KB. Test-retest reliability for two indices of ventilatory efficiency measured during cardiopulmonary exercise testing in healthy men and women. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006 May;26(3):191–6.
9. Stuiver MM, Kampshoff CS, Persoon S, Groen W, van Mechelen W, Chinapaw MJM, et al. Validation and Refinement of Prediction Models to Estimate Exercise Capacity in Cancer Survivors Using the Steep Ramp Test. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017 Nov;98(11):2167–73.
10. Köhler A, Filges B, Völzke H, Felix SB, Ewert R, Stubbe B, et al. Body surface scan anthropometrics are related to cardiorespiratory fitness in the general population. *Sci Rep*. 2022 Dec 23;12(1):22185.
11. Silva Queiroz D, Marques da Silva CCB, Franco Amaral A, Rodrigues Oliveira M, Salge JM, Ribeiro Carvalho CR, et al. Evaluation of maximal exercise capacity through the incremental shuttle walking test in lymphangioleiomyomatosis. *Pulmonology*. 2022 Jul;
12. Joeris S, van Engelen E. Uitgebreide toelichting van het meetinstrument Steep Ramp Test (SRT) [Internet]. 2019 Jan. Available from: www.meetinstrumentenzorg.nl
13. Werkman MS, Bongers BC, Blatter T, Takken T, Wittink H. Extended steep ramp test normative values for 19–24-year-old healthy active young adults. *Eur J Appl Physiol*. 2020 Jan 1;120(1):107–15.
14. Bongers BC, de Vries SI, Obeid J, van Buuren S, Helders PJM, Takken T. The Steep Ramp Test in Dutch White Children and Adolescents: Age- and Sex-Related Normative Values. *Phys Ther*. 2013 Nov 1;93(11):1530–9.
15. E. Middelkoop. Lifelong Fitness Testing (LIFT). Groningen; 2021 Dec.

16. Schwartz J, Oh P, Takito MY, Saunders B, Dolan E, Franchini E, et al. Translation, Cultural Adaptation, and Reproducibility of the Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+): The Brazilian Portuguese Version. *Front Cardiovasc Med*. 2021 Jul 26;8.
17. Weggemans RM, Backx FJG, Borghouts L, Chinapaw M, Hopman MTE, Koster A, et al. The 2017 Dutch Physical Activity Guidelines. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2018 Dec 25;15(1):58.
18. Pressler A, Jähnig A, Halle M, Haller B. Blood pressure response to maximal dynamic exercise testing in an athletic population. *J Hypertens*. 2018 Sep;36(9):1803–9.
19. BONGERS BC, de VRIES SI, HELDERS PJM, TAKKEN T. The Steep Ramp Test in Healthy Children and Adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2013 Feb;45(2):366–71.
20. Albouaini K, Egred M, Alahmar A, Wright DJ. Cardiopulmonary exercise testing and its application. Vol. 83, *Postgraduate Medical Journal*. 2007. p. 675–82.
21. Herdy AH, Ritt LEF, Stein R, de Araújo CGS, Milani M, Meneghelo RS, et al. Cardiopulmonary exercise test: Background, applicability and interpretation. Vol. 107, *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Arquivos Brasileiros de Cardiologia; 2016. p. 467–81.
22. IBM SPSS Statistics for MacOs, Version 29.0. Armonk, NY: IBM Corp; 2022.
23. van Heijst L. Normale verdeling onderzoeken, begrijpen en interpreteren. <https://www.scribbr.nl/statistiek/normale-verdeling/>. 2023.
24. ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 Jan 15;167(2):211–77.
25. Moore DS, McCabe GP. *Statistiek in de praktijk*. 5th ed. Boom uitgevers Amsterdam; 2016.
26. Mukaka MM. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*. 2012 Sep;24(3):69–71.
27. van Heijst L. Regressieanalyse uitvoeren, interpreteren en rapporteren. <https://www.scribbr.nl/statistiek/regressieanalyse/>. 2022.
28. van de Poppe DJ, Hulzebos E, Takken T. Reference values for maximum work rate in apparently healthy Dutch/Flemish adults: data from the LowLands fitness registry. *Acta Cardiol*. 2019 May 4;74(3):223–30.
29. van Heijst L. T-test begrijpen, uitvoeren (SPSS) en het resultaat interpreteren. <https://www.scribbr.nl/statistiek/t-toets/>. 2022.
30. Hinkle DE, Wiersma W. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. 5th ed. Cengage Learning; 2003.
31. Rozenberg R, Bussmann JBJ, Lesaffre E, Stam HJ, Praet SFE. A steep ramp test is valid for estimating maximal power and oxygen uptake during a standard ramp test in type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sports*. 2015 Oct;25(5):595–602.
32. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise Standards for Testing and Training. *Circulation*. 2001 Oct 2;104(14):1694–740.
33. Buchfuhrer MJ, Hansen JE, Robinson TE, Sue DY, Wasserman K, Whipp BJ. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *J Appl Physiol*. 1983 Nov 1;55(5):1558–64.

34. Glaab T, Taube C. Practical guide to cardiopulmonary exercise testing in adults. *Respir Res.* 2022 Dec 12;23(1):9.
35. van de Poppe DJ, Hulzebos E, Takken T. Reference values for maximum work rate in apparently healthy Dutch/Flemish adults: data from the LowLands fitness registry. *Acta Cardiol.* 2019 May 4;74(3):223–30.
36. Roever L, Bennett DA. Cardiorespiratory fitness and cognition in the elderly. *Neurology.* 2016 Feb 2;86(5):408–9.
37. Faber J, Fonseca LM. How sample size influences research outcomes. *Dental Press J Orthod.* 2014 Aug;19(4):27–9.
38. Seiler KS, Kjerland GO. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scand J Med Sci Sports.* 2006 Feb;16(1):49–56.