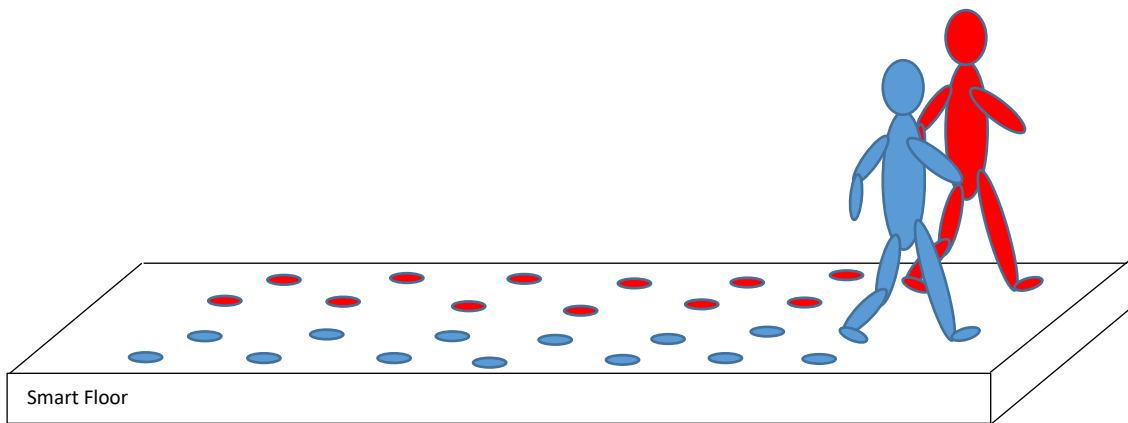


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Test-hertest betrouwbaarheidsonderzoek van de Smart Floor bij geriatrische-revalidanten



Maaïke Spahr van der Hoek (auditor)

Master Geriatric Physical Therapy, Avans+, Breda

Begeleider:

Gijssel M., MSc

Examinatoren:

Gijssel M.P.E, MSc

Smulders E., PhD

1. Het gebruikte type artikel volgens de American Physical Therapy Journal is **Measurement Evaluation Studie**.
2. De thesis voldoet **WEL** 100% aan de gevolgde PT richtlijn voor het betreffende type artikel.
3. Indien de thesis niet 100% aan de gevolgde richtlijn voldoet, geef hieronder aan met welke lector en opleidingsmanager van Avans+ dit is afgestemd en goedgekeurd: **niet van toepassing**.
4. Aantal woorden artikel (inleiding t/m conclusie): 3997
5. Indien van toepassing:

NWMO verklaring METC **NEE** nummer **NVT**

WMO verklaring METC **NEE** nummer **NVT**

6. De thesis is op waarheid gecontroleerd en goedgekeurd door de externe opdrachtgever (indien aanwezig)

Naam externe opdrachtgever: tante Louise, Wynanda Bogaerts
(locatiemanager GR)

Handtekening



Datum van goedkeuring: 21-06-2021

7. Versie en datum thesis: Versie 7-09-2021

Aantal woorden:

Nederlands Abstract: 291

Engels abstract: 275

Inleiding: 885

Methode: 1381

Resultaten: 243

Discussie en Conclusie: 1488

Aantal tabellen: 2

Aantal figuren: 3

Aantal woorden

20

Reflectie: 727

21

22 **Samenvatting**

23 **Inleiding:** Binnen de Geriatrische Revalidatie spelen innovatieve technologieën een grote
24 rol. Dit is ter ondersteuning van het diagnostisch- en behandelproces. Deze systemen
25 worden ingezet om de loopfunctie nauwkeuriger in kaart te brengen. Een van deze nieuwe
26 technologieën is de Smart Floor (SF). De SF combineert wearables met een “slimme” vloer.
27 Deze ontvangt vanuit de wearables signalen om zo de loopparameters te detecteren en
28 metingen te verrichten. Het doel van deze studie is om de test-hertest betrouwbaarheid van
29 de SF vast te stellen.

30 **Methode:** Ten behoeve van dit onderzoek is een Measurement Evaluation Study uitgevoerd.
31 Om de test-hertest betrouwbaarheid van de SF te onderzoeken, zijn de volgende
32 klinimetrische testen gebruikt: de 10 meter looptest (10MLT), de Time Up and GO (TUG) en
33 de Performance Oriënted Mobility Assessment. De herhaalde metingen vonden op twee
34 achtereenvolgende dagen plaats.

35 **Resultaten:** Voor dit onderzoek zijn 52 geriatrische revalidanten geïncludeerd met een
36 gemiddelde leeftijd van 77,4 jaar (SD 7,8). Test-hertest betrouwbaarheidsresultaten: 10MLT
37 is goed (ICC=0,85), looptijd (TUG) is uitstekend ($K_w=0,88$), gemiddelde schredelengte is
38 gemiddeld ($K_w=0,65$), gemiddelde schrefrequentie is substantieel (ICC=0,63), loopsnelheid
39 van de SF is goed (ICC=0,86), valrisico-classificatie is goed ($K_w=0,74$).

40 **Conclusie:** De uitkomst van het test-hertest betrouwbaarheidsonderzoek is dat de SF
41 mogelijk een betrouwbaar en toepasbaar meetinstrument is bij geriatrische-revalidanten. Om
42 de betrouwbaarheid en bruikbaarheid te vergroten is het wenselijk om meer onderzoeksdata
43 van geriatrische-revalidanten te verzamelen.

44

45

46

47 **Impactstatement:** De SF is een innovatieve technologie die perspectief kan bieden aan
48 geriatrie fysiotherapeuten om in de klinische praktijk als meetinstrument bij geriatrische-
49 revalidanten in te zetten. De SF kan mogelijk ondersteunend zijn bij het meer nauwkeurig, -
50 efficiënt en –objectief meten van loopparameters, dit komt het diagnostisch en
51 behandelproces in de dagelijkse praktijk ten goede. Voor gebruik bij geriatrische-revalidanten
52 is het wenselijk dat er software- en hardwarematige aanpassingen gedaan worden

53

54

55

56 **Abstract**

57 **Introduction:** Innovative technologies play an increasingly important role supporting the
58 diagnostic and treatment process within geriatric rehabilitation to identify gait ability more
59 accurately. The Smart Floor (SF) is a new technology used for this purpose. The SF
60 combines wearables with signals from the floor, enabling it to detect the gait parameters. The
61 aim of this study is to determine the test-retest reliability of the SF.

62 **Method:** A Measurement Evaluation Study was used in this study, carried out on geriatric
63 rehabilitees. The procedure used the following clinimetric tests to examine the test-retest
64 reliability: 10-meter walking-test (10MWT), Time Up and GO (TUG) and Performance
65 Oriented Mobility Assessment. These repeated measures were performed the same way on
66 two consecutive days.

67 **Results:** For the study of test-retest reliability, 52 geriatric rehabilitees were included with an
68 average age of 77.4 years (SD 7.8). Test-retest reliability results: 10MWT is good (ICC=0.85),
69 walking duration (TUG) is excellent ($K_w=0.88$), mean stride length is average ($K_w=0.65$),
70 mean stride frequency is substantial (ICC=0.63), gait speed of SF is good (ICC=0.86) and
71 fall risk classification is good ($K_w=0.74$).

72 **Conclusion:** The SF may be a reliable and applicable measuring instrument within geriatric
73 rehabilitation. To increase usability in the clinical field, more research data is required from
74 geriatric rehabilitees.

75 **Impact statement:** The SF is an innovative and automated technology that offers
76 possibilities for geriatric physiotherapists to use in clinical practice as a measuring instrument
77 for geriatric rehabilitees. The SF could support the measurement of walking parameters in a
78 more accurate, efficient, and objective manner, benefiting the diagnostic and treatment
79 process for daily practice. For use in geriatric rehabilitation, it is desirable that software and
80 hardware adjustments are made.

81

82	Inhoudsopgave	
83		
84	<u>Inleiding</u>	8
85	<u>Methode</u>	12
86	<u>Resultaten</u>	18
87	<u>Discussie</u>	19
88	<u>Referentielijst</u>	25
89	<u>Tabellen/Figuren</u>	32
90	<u>Reflectie</u>	39
91	<u>Plagiaat</u>	42
92	<u>Bijlage</u>	43
93		
94		
95		

96 **Inleiding**

97 Geriatrische Revalidatie Zorg (GRZ) is een onmisbare schakel tussen het ziekenhuis en de
98 thuissituatie.¹ De geriatrisch-revalidant heeft vaak als hulpvraag het zo zelfstandig mogelijk
99 kunnen functioneren in de thuissituatie.² Zelfredzaamheid is hierbij belangrijk, vooral het
100 veilig en zelfstandig lopen in en rondom huis.^{2,3} Loopfunctie in kaart brengen wordt binnen de
101 GRZ-instelling nog vaak gedaan door visuele observatie, vragenlijsten en het toepassen van
102 klinimetrie. Deze methodes zijn kwalitatief goed en eenvoudig te hanteren.⁴ Wel is de
103 verkregen data semi-subjectief omdat ze namelijk slechts gebaseerd is op expertise, visuele
104 observatie en ervaring van de therapeut.⁵⁻⁷ Vandaar dat het zinvol is om objectieve
105 technologieën die metingen verrichten te verkennen.

106

107 Inmiddels zijn er verschillende innovatieve meetsystemen om loopfunctie objectiever en
108 nauwkeuriger te meten.⁷⁻¹² Grofweg zijn zij in te delen in twee categorieën: Optische- en
109 Inertial Sensing meetsystemen.⁷⁻¹² Optische meetsystemen leggen hun data vast door een of
110 meerdere optische sensors te gebruiken, welke objectief en nauwkeurig verschillende
111 loopparameters meten.^{8,9,11} Deze geïstrumenteerde technologie is veelbelovend, maar
112 wordt ook als tijdrovend, te technisch en relatief duur in aanschaf ervaren.^{5,7,8,10} De tweede
113 categorie, de Inertial Sensing, gebruikt on-body sensoren (wearables).^{5,7,8,10,12} Deze
114 sensoren bevatten een accelerometer, een gyrometer en een magnetometer waarmee
115 versnelling wordt gemeten en bewegingen worden gedetecteerd.^{5,8,10,12} Op deze wijze wordt
116 mogelijk eenvoudig loopfunctie beoordeeld. Deze thesis richt zich dan ook op het
117 onderzoeken van een on-body sensingsystem.

118 Het Inertial Sensing System waar deze thesis zich specifiek op richt, is de Smart Floor (SF).
119 Deze combineert wearables met het gebruik van een 'slimme' vloer.^{13,14} Deze combinatie is
120 kostenbesparend en eenvoudig te gebruiken in de dagelijkse praktijk. De vloer bestaat uit
121 een dunne sensorfolie die Radio Frequency Identification-antennes (RIFD) bevat.^{13,14} Zij
122 vangen signalen van de wearables op en meten zo de loopparameters schredeffrequentie,

123 schredelengte en loopsnelheid.^{13,14} De geautomatiseerde metingen zijn hierdoor minder
124 foutgevoelig.^{13,14} Ten opzichte van de dagelijkse praktijk is het een innovatie om bij een
125 revalidant eenvoudig en frequent loopparameters te kunnen meten. Frequente metingen
126 leveren belangrijke informatie op over de ontwikkeling van de revalidant. Verder zou de SF
127 een meerwaarde kunnen hebben bij het nauwkeurig monitoren en/of bijstellen van een
128 multidisciplinaire behandeling. SF-resultaten kunnen ook een bijdrage leveren aan een
129 doelgericht overleg met orthopeden, neurologen en revalidatieartsen. Deze argumenten
130 geven het belang aan van het huidige onderzoek.

131 De functionaliteit van de SF is onderzocht bij verpleeghuisbewoners in de langdurige zorg.¹³
132 Onderzocht werd of er een correlatie is tussen de uitkomstmaat van de Performance
133 Oriented Mobility Assessment (POMA), valrisico-classificatie en de SF-gemeten
134 loopparameters zoals loopsnelheid, gemiddelde schredefrequentie, gemiddelde staplengte.¹³
135 De volgende valrisico-classificatie is gehanteerd: laag valrisicoscore >24, verhoogd
136 valrisicoscore ≥ 19 - ≥ 24 en een hoog valrisicoscore <19.¹³ Uit het onderzoek bleek dat de
137 scores op de gemeten loopparameters van de SF en de POMA-score, met name op
138 loopsnelheid, een uitstekende correlatie hadden (ρ 0,74 95% betrouwbaarheidsinterval (CI)
139 0,70-0,90).¹³ De SF-score op de gemiddelde schredefrequentie had een matige correlatie
140 met de POMA-score (ρ 0,51 95% CI-interval 0,50-0,70) evenals de SF-score op gemiddelde
141 schredelengte (ρ 0,56 95% CI-interval 0,50-0,70).¹³ De onderzoeksresultaten zijn verworven
142 binnen een kleine populatie. Verder komt uit dit onderzoek naar voren dat bij
143 verpleeghuisbewoners een stabiel looppatroon te detecteren was. Hierdoor was de
144 stapdetectie bij verpleeghuisbewoners makkelijker te meten. De onderzoeksresultaten zijn
145 zodoende niet generaliseerbaar naar andere doelgroepen.¹³ De betrouwbaarheid van de SF
146 is hier niet gemeten.

147

148 Bij een GRZ-instelling ontstaat er behoefte aan meer objectieve -, nauwkeurige - en
149 betrouwbare informatie over loopparameters. Gezien de uitkomsten van het onderzoek bij

150 verpleeghuisbewoners is het interessant om te onderzoeken of de toepassing van de SF ook
151 mogelijk is bij geriatrische-revalidanten.¹³ Meten met de SF zou hier kunnen leiden tot het
152 doen van betere uitspraken over de kwaliteit van veilig en zelfstandig verplaatsen. Daarnaast
153 kunnen (fysio)therapeuten zo ondersteund worden bij het diagnosticeren, het selecteren van
154 de juiste interventies en het beslissen over de haalbaarheid van ontslag.^{5,15,16,17}

155 Loopfunctieverbetering tijdens een GRZ-instellingsopname geeft immers een indicatie over
156 de mate van zelfredzaamheid in de thuissituatie.¹⁵ Verder geven loopparameters, zoals
157 loopsnelheid, een indicatie over de kwaliteit van leven, hospitalisatie en fysieke - en
158 cognitieve achteruitgang.^{15,17,18} Tevens kan een verhoogd valrisico worden aangegeven door
159 verminderde stapfrequentie en pascontinuïteit.^{15,19}

160 Een GRZ-instelling heeft er nu voor gekozen om de SF te gaan toepassen bij geriatrische-
161 revalidanten, met als doel het aanbieden van een zo optimaal mogelijk revalidatietraject.
162 Deze instelling veronderstelt dat de SF als betrouwbaar meetinstrument een toegevoegde
163 waarde kan hebben bij het objectief en nauwkeurig meten van de loopparameters.¹³ Zinnvolle
164 uitspraken over de praktische toepasbaarheid kunnen pas gedaan worden bij consistente
165 meetwaarden.²⁰ Om de stabiliteit van de SF-metingen te onderzoeken, wordt hiertoe een
166 betrouwbaarheidsonderzoek (test-hertest) binnen een GRZ-afdeling gestart. Met deze
167 resultaten kan een uitspraak worden gedaan over de test-hertest betrouwbaarheid van de
168 SF, toegepast bij geriatrisch revalidanten. Een andere thesis zal zich richten op de validiteit.
169 De gebruikte klinimetrie voor het test-hertest betrouwbaarheidsonderzoek is: de 10 Meter
170 Loop Test (10MLT), de POMA en Time Up and Go (TUG).²¹

171

172 Dit heeft geleid tot de volgende onderzoeksvraag:

173 Is de SF als betrouwbaar (test-hertest)meetinstrument toepasbaar bij geriatrische-
174 revalidanten?

175

176 Opgestelde hypothesen:

- 177 - De test-hertest betrouwbaarheid van de gemiddelde loopsnelheid (10MLT) op de
178 SF is hoog ($ICC \geq 0,90$).
- 179 - De test-hertest betrouwbaarheid van de gemiddelde TUG-scores op de SF is hoog
180 ($ICC \geq 0,90$).
- 181 - Er is een goede mate van overeenstemming tussen de valrisicoclassificatie-scores
182 (POMA) op de SF ($Kappa \geq 0,80$).
- 183 - De test-hertest betrouwbaarheid van de gemeten SF-loopp parameters (gemiddelde
184 schredelengte, gemiddelde schredefrequentie en gemiddelde loopsnelheid) is hoog
185 ($ICC \geq 0,90$).

186

187 **Methode**

188 **Design en populatie**

189 Deze thesis is een “Measurement Evaluation Study”, volgens de richtlijnen van de
190 COSMIN.^{22,23} De financiers hadden geen invloed op de inhoud van het onderzoek. De
191 deelnemers tekenden voorafgaand aan het onderzoek een Informed Consent.²⁴ De totale
192 geïncludeerde steekproefomvang was (N=52). De geriatrische-revalidanten, verblijvend op
193 de GRZ-afdeling te Bergen op Zoom, werden getoetst op de volgende inclusiecriteria: leeftijd
194 ≥ 55 jaar, een Functional Ambulant Scale van 3-5 en een GRZ-verblijf van \geq drie dagen. De
195 deelnemers van alle diagnoses werden geïncludeerd. De gehanteerde exclusiecriteria zijn:
196 ernstige, door logopedist vastgestelde, afasie en het niet voldoende machtig zijn van de
197 Nederlandse taal. Aanvullende karakteristieke gegevens: leeftijd, lengte, geslacht,
198 opnamediagnose en nevendiagnose. Confounders van het onderzoek kunnen pijn en
199 vermoeidheid zijn, inzichtelijk gemaakt door Numeric(Pain) Rating Scale (N(P)RS).

200

201

202

203

204 **Meetinstrumenten**

205 Smart Floor

206 De SF zal in dit onderzoek fungeren als objectief meetinstrument voor de toegepaste
207 loopparameters loopsnelheid (10MLT), looptijd (TUG), gemiddelde schredefrequentie en
208 gemiddelde schredelengte.¹³ De in de SF verwerkte RIFD-antennes dienen als
209 positiemarkers.^{13,14} Ze ontvangen de signalen van de, om de enkel gedragen, wearables. Zo
210 wordt de voetpositie berekend, tot 7,5 centimeter nauwkeurig.^{13,14} De positieberekening is
211 gekoppeld aan een tijdstip van de linker- en rechter wearable.^{13,14} De wearable bestaat uit
212 een heelable, een RIFD-tagreader en een batterij.¹³ De heelable bevat alle elektronica, de
213 chip met WIFI, bluetooth, klok en sensoren zoals de accelerometer, gyroscoopmeter en de
214 magnetometer.^{13,14} De accelerometer bepaalt de versnelling, de gyroscoopmeter de stand
215 van de wearable: omhoog/omlaag of voor/achter.¹³ De wearable werd geplaatst om de enkel,
216 erop lettend dat de V-hals van de sensor om de achillespees viel. De positionering is
217 belangrijk voor het meten en detecteren van de stappen. Vervolgens detecteert de wearable
218 elke stap en stuurt het "datapakketje" naar een internet-gateway.^{13,14} Data-analyse van de
219 gevonden loopparameters volgt. De informatie van de gyroscoop en de versnellingsmeter
220 berekent het aantal stappen per tijdseenheid, zo vindt synchronisatie plaats van de
221 temporele loopparameters naar de klinische gegevens.¹³ Het meten van de
222 schredefrequentie en -lengte van de SF gebeurt middels het vergelijken van het aantal
223 stappen, gemeten met een mechanische stappenteller.¹³ Om tijdens de TUG de start- en
224 stoptijd in de SF-data te signaleren, is een borstsensoren gebruikt. (zie figuur 1)

225

226 UNCO-mob 2.1²¹

227 De UNCO-mob 2.1 is een set fysiotherapeutische meetinstrumenten voor geriatrische
228 ouderen.²¹ Deze is als uitvoeringsprotocol voor de toegepaste klinimetrie gebruikt. Om het

229 veilig en zelfstandig verplaatsen te meten, adviseert de UNCO-mob 2.1 de uitvoering van
230 10MLT, TUG en POMA.²¹

231

232 10MLT^{21,25}

233 Het doel van de 10 MLT is het inventariseren, diagnosticeren en evalueren van de
234 gemiddelde loopsnelheid over een traject van 10 meter, gemeten in seconden.²¹ Hoe hoger
235 de snelheid hoe beter de functionele loopvaardigheid.²¹ De deelnemer begint, op
236 comfortabele loopsnelheid, 2,5 meter voor de eerste markering. De tijd start als de
237 deelnemer een voet over de eerste markering zet en de tijd stopt zodra de voet voorbij de
238 tweede markering (10MLT) komt. De deelnemer loopt dan nog 2,5 meter uit. De test wordt
239 drie keer herhaald en de uitkomst is een gemiddelde van deze drie resultaten, omgerekend
240 in meters per seconde.²¹ Bij een looptijd in meters per seconde van >0,58 is het
241 waarschijnlijk dat men binnenshuis zelfstandig kan functioneren.²¹ Een hulpmiddel is
242 toegestaan. De test-hertest betrouwbaarheid bij kwetsbare ouderen is uitstekend (ICC=0,95-
243 0,99).²⁶⁻²⁷ De Minimal Detectable Change (MDC) is 0,13-0,16 m/s.²⁶⁻²⁷

244 TUG^{21,28,29}

245 De TUG heeft als doel het evalueren van de gemiddelde comfortabele loopsnelheid,
246 gemeten in seconden, bij de zit-stand-zit-transfer.²¹ Een kortere looptijd impliceert een hoger
247 functioneringsniveau.²¹ De deelnemer staat op vanuit een stoel, loopt drie meter, gaat om de
248 pylon heen, loopt terug en gaat weer zitten.²¹ De test wordt drie keer herhaald. Een
249 hulpmiddel is toegestaan. De test-hertest betrouwbaarheid was uitstekend bij CVA-patiënten
250 (ICC= 0,95).³⁰ Bij de convergente validiteit van de TUG met de POMA-Gait was de correlatie
251 gemiddeld tot sterk (r=0,51).³¹

252 POMA^{21,32}

253 Doel van de POMA is het inventariseren en evalueren van de balans tijdens zit, stand en
254 lopen.²¹ Hij bestaat uit twee delen: balans (POMA-B) en ganganalyse (POMA-G).²¹ Beiden

255 hebben acht items.²¹ POMA-B evalueert de balans in zit, de eerste seconden in stand, staan,
256 vervolgens met externe prikkels, gesloten ogen, ronddraaien en gaan zitten.²¹ Totale
257 score:16 punten, op een ordinale schaal van drie punten: 0,1 of 2. POMA-G evalueert het
258 looppatroon.²¹ Items: ganginzet, paslengte, pashoogte van zowel linker- als rechtervoet,
259 passymmetrie en continuïteit.²¹ Totale score: 12 punten, middels een ordinale schaal van
260 drie punten: 0,1 of 2. POMA-B en POMA-G samen zijn 28 punten.²¹ Dit wordt normaal
261 gezien bij gezonde mensen zonder balans- of loopproblemen.²¹ De test-hertest
262 betrouwbaarheid is hoog: (r= 0,72-0,77).³³ De sensitiviteit en specificiteit van de POMA bij
263 geriatrische patiënten varieerden van relatief slecht tot goed (sensitiviteit 64-95,5%) en van
264 slecht naar zeer hoog (specificiteit 60-100%).³⁴

265

266 N(P)RS^{21,35}

267 Het doel van de N(P)RS is het koppelen van subjectief ervaren pijn en/of vermoeidheid aan
268 een cijfer.²¹ Op een schaal van 1-10 wordt de ervaren pijn nagevraagd.²¹ Een
269 psychometrische eigenschap: de test-hertest betrouwbaarheid bij geriatrische ouderen is
270 goed (r=0,83; p<0,001).^{35,36}

271

272

273

274

275 **Procedure**

276 Uitvoeringsprotocol

277 Door tweewekelijks de informatie vanuit het Client Service Bureau naast de inclusiecriteria te
278 leggen, werden de deelnemers geïncludeerd. Mogelijke deelnemers werden, na mondelinge
279 en schriftelijke informatie, mondeling om deelname gevraagd. Bij deelnamebevestiging
280 volgde Informed Consent. Demografische gegevens werden op de testdag vastgelegd. De
281 metingen van testdag een (T1) en testdag twee (T2) werden op twee achtereenvolgende
282 dagen op hetzelfde tijdstip uitgevoerd. Dit om de ontwikkeling van de revalidatie zo klein - en
283 de persoonlijke situatie zo stabiel mogelijk te houden. Het onderzoek vond plaats op een
284 rustige testlocatie binnen de GRZ-instelling, in een laboratoriumachtige setting.

285 Op de testlocatie nam de deelnemer op een stoel plaats, 2,5 meter voor de start van de
286 10MLT. De wearables en de borstsensoren werden hier omgedaan. NRS en NPRS werden,
287 vooraf aan het testen, mondeling afgenomen. Korte uitleg over de testprocedure volgde.

288 De testen werden volgens het UNCO-MOB 2.1-protocol uitgevoerd.²¹ Tijdens het testen
289 werden er rustpauzes ingelast naargelang de belasting/belastbaarheid van de deelnemer.

290 Tijdens T1 en T2 werd hetzelfde hulpmiddel en schoeisel gebruikt. Het testen startte met
291 10MLT, daarna volgde TUG. Vervolgens werd POMA-G afgenomen: de deelnemer liep over
292 de SF, startend vanaf de 10-meter markering tot het einde. Tegelijkertijd werd handmatig,
293 met een mechanische stappenteller, de schrede-frequentie van de rechtersvoet bijgehouden.

294 POMA-B werd als laatst uitgevoerd, dit om de valrisico-classificatie in kaart te brengen.

295 Deze werd niet geregistreerd op de SF (zie figuur 2).

296

297 Alle gegevens zijn, per test, anoniem opgeslagen in een softwareapplicatie bij SF. De
298 applicaties en de data worden 15 jaar bewaard.³⁷ Voor het onderzoek naar de test-herstest
299 betrouwbaarheid werden de SF-scores van TUG, 10MLT, gemiddelde schredelengte en -

300 schredefrequentie, van twee achtereenvolgende dagen met elkaar vergeleken. Zo ook de
301 valrisico-classificatie van de SF.

302

303 **Dataverwerking**

304 Ter beoordeling van de statistische analyse is Statistical Package for the Social Sciences
305 (SPSS) versie 27 en Microsoft Excel 365 versie 2015 gebruikt.

306 Bij de loopsnelheid van 10MLT is ter beoordeling van normaliteit de Kolmogorov-Smirnov
307 toegepast. De overige variabelen zijn getoetst middels Shapiro-Wilk.

308 De SF-data was voor 50% normaal verdeeld. De Interclass Correlation Coëfficiënt (ICC)
309 model 3, vorm 1 toetste deze. Uitgangspunt was dat de SF de Fixed beoordelaar was.^{20,38,39}

310 Er waren geen andere beoordelaars. De gebruikte interpretatie: waardes <0,5 (laag), tussen
311 0,5-0,75 (gemiddeld), tussen 0,75-0,9 (goed) en >0,9 (uitstekend).^{20,38,39} De non-

312 parametrische niet normaal verdeelde data zijn middels de Weighted Kappa gedaan.²⁰ Bij
313 interpretatie van de Kappa: boven de 0,8 (uitstekend), tussen 0,6-0,8 (substantieel), tussen
314 0,5-0,6 (gematigd) en onder 0,4 (slecht).²⁰

315

316 De absolute betrouwbaarheid werd bepaald door de Standaard Error of Measurement

317 (SEM)⁴³ met de volgende methode: $SEM = \frac{s_d}{\sqrt{2}}$.⁴³ Vervolgens is de MDC afgeleid van de SEM,

318 deze is namelijk gebaseerd op de SEM, $MDC = z * SEM * \sqrt{2}$.²⁰ De mate van overeenkomst

319 tussen de data gebeurde middels de Limits of Agreement (LoA).^{20,40,41} Het berekenen van de

320 LoA is gedaan door het gemiddelde en standaarddeviatie (SD) te nemen van de verschillen

321 (van de metingen).^{20,40,41} Dit is grafisch vormgegeven door een Bland-Altman Plot (figuur

322 3).^{20,40,41}

323

324

325 De confounders zijn middels een regressie-analyse gecontroleerd of deze predictief waren
326 voor de afhankelijke variabelen. Een significant verschil werd hierbij niet gevonden ($p > 1$).
327 Correctie vooraf was niet nodig. Daarnaast is de normal Q-Q plot en de Bland-Altman plot
328 voortkomend uit de output van SPSS gebruikt om eventuele uitschieters te analyseren. Alle
329 gemeten afhankelijke variabelen bevonden zich hoofdzakelijk rondom de $Y=X$ -as en of
330 tussen $-2SD$ en $+2SD$. Dit suggereert dat er geen duidelijke uitschieters waren. Datacorrectie
331 achteraf was niet nodig.

332

333 **Resultaten**

334 Karakteristieken en testresultaten

335 In de periode van 5-02-2021 tot 10-04-2021 verbleven op de GRZ 67 geriatrische-
336 revalidanten die in aanmerking kwamen voor het onderzoek. Vijf wilden niet meedoen en
337 acht waren medisch gezien niet stabiel. Twee van de 54 deelnemers hebben T2 door
338 omstandigheden niet uitgevoerd. Het aantal geïncludeerden kwam op 52. Van hen was 25
339 man (48,1%), 27 vrouw (51,9%), gemiddelde leeftijd 77,4 jaar ($SD=7,8$), gemiddelde lengte
340 169,1 ($SD=7,9$), gemiddeld gewicht van 74,2 ($SD=14,9$). De verschillende diagnoses zijn
341 onderverdeeld in zeven hoofdgroepen (tabel 1).

342 De test-hertest betrouwbaarheidsresultaten van 10MLT van de SF was op T1-T2 goed
343 ($ICC=0,85$). Het 95% CI-interval lag tussen (0,72-0,92), de SEM was 0,17(m/s), de MDC
344 was 0,46(m/s).

345 De resultaten van de TUG, de valrisico-classificatiescores van de SF en gemiddelde
346 schredelengte zijn getoetst middels de Cohen's Weighted Kappa. De test-hertest
347 betrouwbaarheid van de TUG van T1-T2 scoorde uitstekend ($k_w=0,85$). De 95% CI-interval
348 lag tussen (0,79-0,97). De valrisicoclassificatie ($K_w=0,74$) van de SF was goed (0,74). De
349 95%-CI lag tussen (0,58-0,92).

350 De score van de schredelengte ($k_w=0,65$) was substantieel. De 95% CI-interval lag tussen
351 (0,55-0,75). De resultaten van de schredefrequentie van T1-T2 was gemiddeld

352 (ICC=0,63). De 95% CI-interval lag tussen (0,41-0,78), de SEM was 0,11(schrede/s), de
353 MDC was 0,31(schrede/s). De loopsnelheid, gebruikt voor het valrisico-classificatie
354 algoritme, scoorde voor de test-hertest betrouwbaarheid goed (ICC=0,85). De 95% CI-
355 interval lag tussen (0,77-0,93) ,de SEM was 0,14(m/s), de MDC was 0,38(m/s). De
356 resultaten vanuit het onderzoek zijn gebaseerd op een gevarieerde steekproefomvang (zie
357 tabel 2).

358

359 **Discussie**

360 De doelstelling van dit onderzoek was te onderzoeken of de SF een betrouwbaar
361 meetinstrument is, toepasbaar bij geriatrische-revalidanten. De verwachtingen van het
362 onderzoek zijn niet in zijn geheel overeengekomen met de gestelde hypothesen. De
363 resultaten laten een lagere test-hertest betrouwbaarheid zien. Het verschil ten aanzien van
364 de vastgestelde test-hertest betrouwbaarheid wisselde per gemeten variabele. Ten eerste is
365 gekeken naar de gestelde test-hertest betrouwbaarheid van de 10MLT en de loopsnelheid
366 van de SF. Het verschil was marginaal. Dit suggereert dat de SF gebruikt kan worden als
367 betrouwbaar meetinstrument voor loopsnelheid bij geriatrische-revalidanten.

368 Ten tweede is gekeken naar de test-hertest resultaten van de looptijd (TUG). Op basis van
369 deze resultaten kan gesteld worden dat de SF dit in de tijd consistent kan meten. Een
370 kanttekening hierbij is dat er 48% missende data was. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn:
371 storingen in de loopsensor, gebrekkige wifi en een foutmelding waardoor datatransport niet
372 mogelijk was. Door afwijkende/verschillende loopvormen kon ook de schrededetectie
373 problemen geven. Verder voldoet het algoritme, dat voor de start-en-stop-detectie bij
374 geriatrische-revalidanten is ontwikkeld, nog niet optimaal. Dit betekent dat de borstsensor de
375 veranderingen bij het opstaan en gaan zitten onvoldoende herkent. Bij een onduidelijke
376 vorlage of bij rollatorgebruik, waarbij men mogelijk meer voorover hangt/buigt, kan het
377 algoritme concluderen dat de persoon al gaat zitten. Verder kan de positie en plaatsing van

378 de borstsensor, betreffende borstomvang en lage of hoge plaatsing, eveneens hebben
379 meegespeeld.

380 Ten derde is gekeken naar de test-hertest betrouwbaarheid van de SF met de valrisico-
381 classificatie. Deze kwam overeen met de resultaten. Wel was door missing-data voor de
382 analyse maar (n=42) gehanteerd. Daarnaast wordt opgemerkt dat de 95% CI-interval, ten
383 aanzien van de 10MLT/TUG en de loopsnelheid SF, vrij breed was. Dit geldt eveneens voor
384 de variabelen gemiddelde schredefrequentie en gemiddelde schredelengte. Dit kan
385 betekenen dat, ten aanzien van de overige variabelen, de meetnauwkeurigheid beter was bij
386 10MLT/TUG en loopsnelheid SF.

387 Als laatst zijn de resultaten van de loopparameters gemiddelde schredelengte en
388 gemiddelde schredefrequentie bekeken. Deze kwamen niet overeen met de gestelde
389 hypothese. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het huidige algoritme nog niet accuraat
390 genoeg is om alle verschillende loopvormen te detecteren.

391 De MDC-uitkomst van 0,46m/s kan men in de klinische praktijk interpreteren alsdat er
392 ongeveer 0,5 meter sneller op de SF gelopen moet worden om zijn/haar prestatie te
393 verbeteren. Dat is een flinke opgave voor de geriatrische oudere met een gemiddelde
394 loopsnelheid van 0,7. Dit betekent dat de meetnauwkeurigheid van de SF minimaal is. Een
395 van de oorzaken kan de samenstelling van de deelnemers zijn. Een homogene doelgroep
396 heeft namelijk vaker een kleinere MDC dan een heterogene groep. Zodoende is het inzetten
397 van de SF als evaluatief meetinstrument in de klinische praktijk nog niet haalbaar. Mogelijk
398 kan de SF wel als nulmeting ingezet worden.

399

400 Het onderzoek naar de test-hertest betrouwbaarheid van de SF geeft vergelijkbare resultaten
401 met andere betrouwbaarheidsonderzoeken die gericht zijn op geautomatiseerd meten van
402 loopparameters.^{5,7,9,11,12,42,43,44} Deze onderzoeken laten een hogere test-hertest
403 betrouwbaarheid zien op loopsnelheid (ICC=0,99), schredelengte (ICC=0,95) en

404 loopsnelheid gemeten met de 10MLT (ICC=0,92).^{7,9,11,12,42,43,44} De desbetreffende
405 onderzoeken zijn uitgevoerd bij een meer homogene groep, het betrof vaak een jongere
406 doelgroep en de steekproefomvang was tussen (n=20-40). Bij het huidige onderzoek
407 wisselde de steekproefomvang per meetvariabele.^{7,9,11,12,42,43,44} Deze punten kunnen het
408 minimale verschil in ICC-waardes verklaren.

409 In de literatuur wordt de test-hertest betrouwbaarheid van een geïnstrumenteerde TUG
410 (ITUG) vaak onderzocht op TUG-onderdelen en geanalyseerd met een ICC.⁴⁵⁻⁴⁸ Hierdoor
411 kunnen de resultaten voor dit onderzoek vanuit de literatuur niet een-op-een worden
412 overgenomen⁴⁵⁻⁴⁸ In een onderzoek bij een andere doelgroep werd de test-hertest
413 betrouwbaarheid van de ITUG uitstekend bevonden (ICC=0,93).⁴⁵⁻⁴⁸ Hier werd over de ITUG
414 “Sit-to-Walk” variabele een lagere ICC score (ICC=0,43) aangegeven.⁴⁵⁻⁴⁸ Voor het huidige
415 onderzoek wordt de meetnauwkeurigheid van de start-stop-detectie gesteld op 93%. Het lijkt
416 erop dat de SF ten opzichte van het vorige onderzoek in staat is om, met de huidige data, de
417 start-stop-detectie nauwkeuriger te detecteren.

418 Kijkend naar literatuur met betrekking tot SEM en MDC zijn er soortgelijke onderzoeken
419 waarbij gesteld wordt dat SEM en MDC van de SF met elkaar overeenkomen.^{7,12} Andere
420 onderzoeken geven daarentegen een veel kleinere MDC ten aanzien van de SF aan.
421 Mogelijke redenen hiervoor zijn de fundamentele verschillen tussen meetsystemen, Inertial
422 versus Optisch. Daarnaast zijn de meetomgevingen verschillend en worden er andere
423 testprotocollen gehanteerd. Zodoende kunnen SEM en MDC van de SF lastig vergeleken
424 worden met de literatuur en kunnen hier geen uitspraken over gedaan worden.

425 De resultaten van voorgaand onderzoek over de valrisico-classificatie hadden een betere
426 uitkomst ten aanzien van dit huidige onderzoek. Een van de redenen kan zijn dat voorgaand
427 onderzoek gebaseerd is op de uitvoering van Senden, waarbij de procedure verschilt van dit
428 huidige onderzoek.⁴⁹ Verder vond het voorgaand onderzoek plaats bij een homogene groep,
429 waarbij de loopvormen stabielere waren. Bij het huidige onderzoek waren de gemiddelde
430 schredelengte en gemiddelde schredefrequentie lastiger te detecteren door verscheidenheid

431 aan loopvormen.⁴⁹ Dit maakt dat de resultaten minder waren ten aanzien van voorgaand
432 onderzoek, hierbij was de betrouwbaarheid van de loopsensor beter.

433 Bij het interpreteren van de resultaten van dit onderzoek moet rekening gehouden worden
434 met een aantal beperkingen. Een belangrijk aandachtspunt is de gemiste data per variabele,
435 waardoor een lagere test-hertest betrouwbaarheid van enkele meetvariabelen naar voren
436 komt. Voor de klinische praktijk zou dit betekenen dat de SF op dit moment nog niet optimaal
437 functioneert. Wel kan gezegd worden dat dit het eerste betrouwbaarheidsonderzoek is bij
438 een heterogene groep geriatrische-revalidanten. De schrededetectie was door afwijkende
439 loopvormen moeilijk te meten. Hierdoor ontstond mede de missing data. Ondanks deze
440 punten is bij deze heterogene groep de nauwkeurigheid van de loopsensor gesteld op 91%.
441 Dit maakt dat de toepasbaarheid van de SF juist wordt vergroot en daardoor steeds beter in
442 staat is om metingen te verrichten bij verschillende looppatronen.

443 Een andere beperking kan zijn dat bij de statistische-analyse van de data er enige bias was.
444 De onderzoeker heeft deze zelf uitgevoerd en er was geen onafhankelijke statisticus bij
445 betrokken. Naderhand zijn, in overleg met de medeonderzoeker, tegenstrijdige uitkomsten in
446 de data geminimaliseerd en, waar nodig, gecorrigeerd.

447 De laatste beperking kan zijn dat het onderzoek plaats vond in een laboratoriumachtige
448 setting. Enerzijds was er geen variatie in meetomgeving en in testers met mogelijk invloed op
449 de data. De generaliseerbaarheid naar de klinische praktijk was daardoor minder. Anderzijds
450 was dit wel een positief punt van het onderzoek, omdat de omstandigheden juist stabiel
451 waren. Dit kwam het test-hertest betrouwbaarheidsonderzoek ten goede. Factoren als
452 uitvoeringsprotocol, testers en omgevingsfactoren dienen zo stabiel mogelijk te zijn.

453 Opgemerkt moet worden dat tijdens T1 en T2 er bij de deelnemers enige leercurve te zien
454 was. De deelnemer wist op testdag twee vaak wat er komen ging, alles verliep gemakkelijker
455 en voelde vertrouwer aan. De meeste revalidanten presteerden ondanks de leercurve
456 hetzelfde.

457 Een ander positief punt is dat er wel voldaan was aan de richtlijnen van de COSMIN met
458 betrekking tot de steekproefomvang. Dit ondanks de situatie van COVID-19 en een relatief
459 korte testperiode. Nog een positief punt van het onderzoek is dat, vanwege de heterogene
460 groep, het test-hertest betrouwbaarheidsonderzoek generaliseerbaar is naar andere GRZ-
461 instellingen. Deze kunnen dit onderzoek overnemen en mogelijk verdiepen

462 De praktische implicatie van het onderzoek voor de geriatrie-fysiotherapeuten is dat de SF
463 perspectief kan bieden op het eenvoudig afnemen van geautomatiseerde metingen bij
464 geriatrische-revalidanten. De metingen die gedaan worden zijn objectiever, waardoor minder
465 meetfouten kunnen ontstaan en komen dichterbij de werkelijkheid. Ook kan met de SF de
466 testfrequentie, ten opzichte van de dagelijkse praktijk, vergroot worden. Uiteindelijk kan dit
467 alles positief bijdragen aan het optimaliseren van de kwaliteit van behandelen en revalideren.

468

469 Een aanbeveling vanuit dit onderzoek is dat door het optimaliseren van zowel de software
470 als de hardware er meer mogelijkheden van de SF benut kunnen worden. Hiervoor is wel
471 data voor verder onderzoek nodig en moet daarmee het algoritme geoptimaliseerd worden.
472 Door meer data vanuit verschillende GRZ-aandoeningen te genereren, krijg je meer
473 diversiteit. Het meetinstrument wordt aan een breder scala van diagnoses/aandoeningen
474 blootgesteld. Het algoritme zal meer soorten stapdetectie herkennen omdat het meer
475 patronen in de database heeft. Het zal zodoende verder geoptimaliseerd worden en beter
476 functioneren. Ook kan er met behulp van de SF gekeken worden naar subgroepen binnen de
477 heterogene groep. Hierbij is onderzoek naar de nauwkeurigheid van de SF-metingen
478 belangrijk. Verder heeft het meerwaarde te onderzoeken of andere spatiotemporele
479 parameters, zoals pascontinuïteit en passymmetrie, ook uit de SF te halen zijn. Beide
480 parameters kunnen door verminderde pascontinuïteit en passymmetrie een indicatie geven
481 van een verhoogd valrisico.¹⁵ Dit maakt het algoritme voor valrisico-classificatie sterker.

482

483 Concluderend kan men zeggen dat de resultaten van het betrouwbaarheidsonderzoek laten
484 zien dat de SF redelijk tot goed in staat is om, bij geriatrische-revalidanten, consistent
485 loopparameters te meten in de tijd. Dit betekent voor de dagelijkse praktijk dat de SF als
486 meetinstrument mogelijk ondersteuning kan bieden bij het diagnostisch- en behandelproces.
487 Voor verdere implementatie van de SF in de dagelijkse praktijk is het wenselijk om de
488 aanbevelingen verder uit te voeren en om aanpassingen te doen aan de sensoren, zowel bij
489 de hardware als bij software.

490

491

492

493

494 Referenties:

- 495 1. Actiz. Geriatrische revalidatiezorg infographic. [https://www.actiz.nl/stream/grz-](https://www.actiz.nl/stream/grz-infographic)
496 [infographic](https://www.actiz.nl/stream/grz-infographic). Published 2016. Accessed 20-03-2020
- 497 2. Studio GRZ. Geriatrische revalidatiezorg: wat vinden patiënten belangrijk. Input
498 voor prestatie-indicatoren geriatrische revalidatiezorg.
499 [https://www.studiogrz.nl/wp-content/uploads/2014/12/Geriatrische-revalidatiezorg-](https://www.studiogrz.nl/wp-content/uploads/2014/12/Geriatrische-revalidatiezorg-wat-vinden-patienten-belangrijk-NPCF.pdf)
500 [wat-vinden-patienten-belangrijk-NPCF.pdf](https://www.studiogrz.nl/wp-content/uploads/2014/12/Geriatrische-revalidatiezorg-wat-vinden-patienten-belangrijk-NPCF.pdf). Accessed: 21-11-2020
- 501 3. Studio GRZ. Behandelkaders Geriatrische Revalidatie. Versenso.
502 [https://www.studiogrz.nl/wp-content/uploads/2014/12/Behandelkaders-](https://www.studiogrz.nl/wp-content/uploads/2014/12/Behandelkaders-Geriatrische-Revalidatie-Verenso.pdf)
503 [Geriatrische-Revalidatie-Verenso.pdf](https://www.studiogrz.nl/wp-content/uploads/2014/12/Behandelkaders-Geriatrische-Revalidatie-Verenso.pdf). Accessed: 21-11-2020
- 504 4. UNC-ZH. Universitair Netwerk voor de Care sector Zuid-Holland: UNC-H
505 Meetplan Geriatrische Revalidatie.
506 <https://www.lumc.nl/sub/9600/att/RoadmapBasissetMeetinstrumentengeriatrischer>
507 [evalidatie](https://www.lumc.nl/sub/9600/att/RoadmapBasissetMeetinstrumentengeriatrischer). Accessed: 21-11-2021
- 508 5. Petraglia F, Scarcella L, Pedrazzi G, Brancato L, Puers R, Costantino C. Inertial
509 sensors versus standard systems in gait analysis: a systematic review and meta-
510 analysis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2019;55(2):265-280. doi:10.23736/S1973-
511 9087.18.05306-6
- 512 6. Beauchet O, Allali G, Sekhon H, et al. Guidelines for Assessment of Gait and
513 Reference Values for Spatiotemporal Gait Parameters in Older Adults: The
514 Biomathics and Canadian Gait Consortiums Initiative. *Front Hum Neurosci*.
515 2017;11:353. Published 2017 Aug 3. doi:10.3389/fnhum.2017.00353
- 516 7. Washabaugh EP, Kalyanaraman T, Adamczyk PG, Clafflin ES, Krishnan C.
517 Validity and repeatability of inertial measurement units for measuring gait
518 parameters. *Gait Posture*. 2017;55:87-93. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.04.013
- 519 8. Muro-de-la-Herran A, Garcia-Zapirain B, Mendez-Zorrilla A. Gait analysis
520 methods: an overview of wearable and non-wearable systems, highlighting clinical

- 521 applications. *Sensors (Basel)*. 2014;14(2):3362-3394. Published 2014 Feb 19.
522 doi:10.3390/s140203362
- 523 9. van Uden CJ, Besser MP. Test-retest reliability of temporal and spatial gait
524 characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite). *BMC*
525 *Musculoskelet Disord*. 2004;5:13. Published 2004 May 17. doi:10.1186/1471-
526 2474-5-13
- 527 10. Chen S, Lach J, Lo B, Yang GZ. Toward Pervasive Gait Analysis With Wearable
528 Sensors: A Systematic Review. *IEEE J Biomed Health Inform*. 2016;20(6):1521-
529 1537. doi:10.1109/JBHI.2016.2608720
- 530 11. Lee MM, Song CH, Lee KJ, Jung SW, Shin DC, Shin SH. Concurrent Validity and
531 Test-retest Reliability of the OPTOGait Photoelectric Cell System for the
532 Assessment of Spatio-temporal Parameters of the Gait of Young Adults. *J Phys*
533 *Ther Sci*. 2014;26(1):81-85. doi:10.1589/jpts.26.81
- 534 12. Rantalainen T, Pirkola H, Karavirta L, Rantanen T, Linnamo V. Reliability, and
535 concurrent validity of spatiotemporal stride characteristics measured with an
536 ankle-worn sensor among older individuals. *Gait Posture*. 2019;74:33-39.
537 doi:10.1016/j.gaitpost.2019.08.006
- 538 13. Drost KT, Lefeber FJ, Dierkx IJ. Smart Floor, een innovatief meetinstrument voor
539 valrisico bij ouderen. *Nederlands Tijdschrift voor Geriatriefysiotherapie*. 2020;
540 december 19-28
- 541 14. SmartFloor. <https://smartfloor.com/> Accessed December 5, 2020
- 542 15. Lindemann U. Spatiotemporal gait analysis of older persons in clinical practice
543 and research : Which parameters are relevant?. Spatiotemporale Ganganalyse
544 älterer Menschen in der klinischen Praxis und Forschung : Welche Parameter
545 sind relevant?. *Z Gerontol Geriatr*. 2020;53(2):171-178. doi:10.1007/s00391-019-
546 01520-8
- 547 16. Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, Sarkar B. Reliability, validity, and
548 responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic

- 549 stroke. *BMC Neurol.* 2018;18(1):141. Published 2018 Sep 13.
550 doi:10.1186/s12883-018-1146-9
- 551 17. Friedman PJ, Richmond DE, Baskett JJ. A prospective trial of serial gait speed as
552 a measure of rehabilitation in the elderly. *Age Ageing.* 1988;17(4):227-235.
553 doi:10.1093/ageing/17.4.227
- 554 18. Peel NM, Kuys SS, Klein K. Gait speed as a measure in geriatric assessment in
555 clinical settings: a systematic review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*
556 2013;68(1):39-46. doi:10.1093/gerona/gls174
- 557 19. Mortaza N, Abu Osman NA, Mehdikhani N. Are the spatio-temporal parameters of
558 gait capable of distinguishing a faller from a non-faller elderly?. *Eur J Phys
559 Rehabil Med.* 2014;50(6):677-691
- 560 20. Leslie G. Portney. Concept of measurement validity. In K. Douglas Gross.
561 *Foundations of clinical research. Applications to Evidence-Based Practice.* 4th ed.
562 Philadelphia, United States of America: F.A.Davis; 2020: 115-126.
- 563 21. Universitair Netwerk Ouderenzorg (UNO-VUmc), de Backer FMJ. *UNCO-MOB
564 2.1: Dé fysiotherapeutische meetinstrumentenset voor de geriatrische cliënt.*
565 2018. Amsterdam, Netherlands. [https://unovumc.nl/wp-](https://unovumc.nl/wp-content/uploads/2017/06/UNCO-MOB-2.1.pdf)
566 [content/uploads/2017/06/UNCO-MOB-2.1.pdf](https://unovumc.nl/wp-content/uploads/2017/06/UNCO-MOB-2.1.pdf). Accessed November 9, 2020
- 567 22. Oxford Academic. Author Guidelines. Physical Therapy.
568 https://academic.oup.com/ptj/pages/Author_Guidelines. Accessed November 21,
569 2020
- 570 23. Mokkink LB, Prinsen CAC, Patrick DL, Alonso J, Bouter LM, de Vet HCW,
571 Terwee, CB. *COSMIN Study Design checklist for Patient-reported outcome
572 measurement instruments.* July 2019. Amsterdam, Netherlands.
573 [https://www.cosmin.nl/wp-content/uploads/COSMIN-study-designing-](https://www.cosmin.nl/wp-content/uploads/COSMIN-study-designing-checklist_final.pdf)
574 [checklist_final.pdf](https://www.cosmin.nl/wp-content/uploads/COSMIN-study-designing-checklist_final.pdf). Accessed November 16, 2020
- 575 24. CCMO. Centrale Commissie Mensgebonden Onderzoek. Uw onderzoek: WMO-
576 plichtig of niet? <https://www.ccmo.nl/onderzoekers/wet-en-regelgeving-voor->

- 577 medisch-wetenschappelijk-onderzoek/uw-onderzoek-wmo-plichtig-of-niet.
578 Accessed December 12, 2020
- 579 25. Collen FM, Wade DT, Bradshaw CM. Mobility after stroke: reliability of measures
580 of impairment and disability. *International disability studies*. 1990 Jan-Mar;12(1):6-
581 9
- 582 26. Chan WLS, Pin TW. Reliability, validity, and minimal detectable change of 2-min
583 walk test and 10-m walk test in frail older adults receiving day care and residential
584 care. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(4):597-604. doi:10.1007/s40520-019-01255-x
- 585 27. Chan WLS, Pin TW. Practice effect and cueing of 2-minute walk test, 6-minute
586 walk test and 10-meter walk test in frail older adults with and without dementia -
587 Recommendations to walk tests protocols. *Exp Gerontol*. 2019;124:110648.
588 doi:10.1016/j.exger.2019.110648
- 589 28. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go"
590 test. *Arch Phys Med Rehabil*. 1986;67(6):387-389.
- 591 29. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional
592 mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39(2):142-148.
593 doi:10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x
- 594 30. Hafsteinsdóttir TB, Rensink M, Schuurmans M. Clinimetric properties of the Timed
595 Up and Go Test for patients with stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil*.
596 2014;21(3):197-210. doi:10.1310/tsr2103-197
- 597 31. Lin MR, Hwang HF, Hu MH, Wu HD, Wang YW, Huang FC. Psychometric
598 comparisons of the timed up and go, one-leg stand, functional reach, and Tinetti
599 balance measures in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc*.
600 2004;52(8):1343-1348. doi:10.1111/j.1532-5415.2004.52366.x
- 601 32. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly
602 patients. *J Am Geriatr Soc*. 1986;34(2):119-126. doi:10.1111/j.1532-
603 5415.1986.tb05480.x

- 604 33. Faber MJ, Bosscher RJ, van Wieringen PC. Clinimetric properties of the
605 performance-oriented mobility assessment. *Phys Ther.* 2006;86(7):944-954.
- 606 34. Pardasaney PK, Latham NK, Jette AM, et al. Sensitivity to change and
607 responsiveness of four balance measures for community-dwelling older
608 adults. *Phys Ther.* 2012;92(3):388-397. doi:10.2522/ptj.20100398
- 609 35. Bergh I, Sjöström B, Odén A, Steen B. An application of pain rating scales in
610 geriatric patients. *Aging (Milano).* 2000;12(5):380-387. doi:10.1007/BF03339864
- 611 36. Alghadir AH, Anwer S, Iqbal A, Iqbal ZA. Test-retest reliability, validity, and
612 minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating
613 scales for measurement of osteoarthritic knee pain. *J Pain Res.* 2018;11:851-856.
614 Published 2018 Apr 26. doi:10.2147/JPR.S158847
- 615 37. European Medicines Agency. *Guideline on the content, management and*
616 *archiving of the clinical trial master file (paper and/or electronic).* December 2018.
617 London, United Kingdom. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-content-management-archiving-clinical-trial-master-file-paper/electronic_en.pdf)
618 [guideline/guideline-content-management-archiving-clinical-trial-master-file-](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-content-management-archiving-clinical-trial-master-file-paper/electronic_en.pdf)
619 [paper/electronic_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-content-management-archiving-clinical-trial-master-file-paper/electronic_en.pdf). Accessed December 12, 2020
- 620 38. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation
621 Coefficients for Reliability Research [published correction appears in *J Chiropr*
622 *Med.* 2017 Dec;16(4):346]. *J Chiropr Med.* 2016;15(2):155-163.
623 doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
- 624 39. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater
625 reliability. *Psychol Bull.* 1979;86(2):420-428. doi:10.1037//0033-2909.86.2.420
- 626 40. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb).*
627 2015;25(2):141-151. Published 2015 Jun 5. doi:10.11613/BM.2015.015
- 628 41. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two
629 methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1(8476):307-310.
- 630

- 631 42. Kluge F, Gaßner H, Hannink J, Pasluosta C, Klucken J, Eskofier BM. Towards
632 Mobile Gait Analysis: Concurrent Validity and Test-Retest Reliability of an Inertial
633 Measurement System for the Assessment of Spatio-Temporal Gait
634 Parameters. *Sensors (Basel)*. 2017;17(7):1522. Published 2017 Jun 28.
635 doi:10.3390/s17071522
- 636 43. Tsushima H, Morris ME, McGinley J. Test-retest reliability, and inter-tester
637 reliability of kinematic data from a three-dimensional gait analysis system. *J Jpn
638 Phys Ther Assoc*. 2003;6(1):9-17. doi:10.1298/jjpta.6.9
- 639 44. McGinley JL, Baker R, Wolfe R, Morris ME. The reliability of three-dimensional
640 kinematic gait measurements: a systematic review. *Gait Posture*. 2009;29(3):360-
641 369. doi:10.1016/j.gaitpost.2008.09.003
- 642 45. Ponciano V, Pires IM, Ribeiro FR, Spinsante S. Sensors are Capable to Help in
643 the Measurement of the Results of the Timed-Up and Go Test? A Systematic
644 Review. *J Med Syst*. 2020;44(12):199. Published 2020 Oct 17.
645 doi:10.1007/s10916-020-01666-8
- 646 46. van Lummel RC, Walgaard S, Hobert MA, et al. Intra-Rater, Inter-Rater and Test-
647 Retest Reliability of an Instrumented Timed Up and Go (iTUG) Test in Patients
648 with Parkinson's Disease. *PLoS One*. 2016;11(3):e0151881. Published 2016 Mar
649 21. doi:10.1371/journal.pone.0151881
- 650 47. Salarian A, Horak FB, Zampieri C, Carlson-Kuhta P, Nutt JG, Aminian K. iTUG, a
651 sensitive and reliable measure of mobility. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*.
652 2010;18(3):303-310. doi:10.1109/TNSRE.2010.2047606
- 653 48. Wüest S, Massé F, Aminian K, Gonzenbach R, de Bruin ED. Reliability and
654 validity of the inertial sensor-based Timed "Up and Go" test in individuals affected
655 by stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2016;53(5):599-610.
656 doi:10.1682/JRRD.2015.04.0065

657 49. Senden R, Savelberg HH, Grimm B, Heyligers IC, Meijer K. Accelerometry-based
658 gait analysis, an additional objective approach to screen subjects at risk for
659 falling. *Gait Posture*. 2012;36(2):296-300. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.03.015
660

661
662

Tabel 1: Karakteristieke gegevens van de onderzoekspopulatie de test-hertest betrouwbaarheid

Totaal aantal deelnemers N = 52		
Karakteristieken	Aantal (N) / %	Gemiddelde(SD) /Mediaan (Range)
Geslacht		
Man	25 (48,1%)	
Vrouw	27 (51,9%)	
Leeftijd (jaar)		77,4 (7,8)
Lengte (cm)		169,1(7,9)
Gewicht (kg)		74,2 (14,9)
Diagnose		
Cerebro Vasculair Accident	15(28,8%)	
Chirurgie	2(3,8%)	
Covid-19	6(11,5%)	
COVID-19,met IC Opname	6(11,5%)	
Interne	5(9,6%)	
Orthopedie electief	3(5,8%)	
Orthopedie Trauma	15(28,8%)	
Loophulpmiddel		
Geen	4 (7,7%)	
Rollator	45 (86,5 %)	
Vierpoot/eifel	3 (5,8%)	

Orthese			
Geen	51 (94,4%)		
Evo	2 (3,7%)		
Orthopedisch Schoen	1 (1,9%)		
Prothese	1 (1,9%)		
Loopvaardigheid bij baseline			
FAC 5	2 (3,8%)		
FAC 4	39 (75,%)		
FAC 3	11 (21,2%)		
Uitkomsten NRS begin T1	52		0,0(0-7)
Uitkomsten NRS begin T2	52		0,0(0-6)
0 (T1/ T2)	44(84,6%)	39(75%)	
1 (T2)		3(5,8%)	
4 (T1/ T2)	7(13,5%)	9(17,3%)	
6 (T2)		1(1,9%)	
7 (T1/ T2)	1(1,9%)		
Uitkomsten NRS einde T1	52		0,0 (0-7)
Uitkomsten NRS einde T2	52		0,0 (0-6)
0 (T1/ T2)	43(82,7%)	32(61,5%)	
4 (T1/ T2)	6(11,5%)	16(30,8%)	
5 (T1)	1(1,9%)		
6 (T2)		4(7,7%)	
7 (T1)	2(3,8%)		

Uitkomsten NPRS T1	52		0,0 (0-6)
Uitkomsten NPRS T2	52		0,0 (0-6)
0 (T1/ T2)	42(80,8%)	44(84,6%)	
4 (T1/ T2)	7 (13,5%)	6(11,5%)	
5 (T1)	1 (1,9%)		
6 (T1/ T2)	2 (3,8%)	2(3,8%)	

663 N: aantal proefpersonen, (%):percentage, SD: StandaardDeviatie, Range: (minimum-
664 maximum),CM;centimeters, KG:Kilogram, #: fractuur, FAC: Functional Ambulation
665 Classification, NRS: Numeric Rating Scale, NPRS: Numeric Pain Rating Scale

666

667

668

669 Tabel 2: Gemiddelde testresultaten van de loopparameters en de test-hertest betrouwbaarheid van de SF

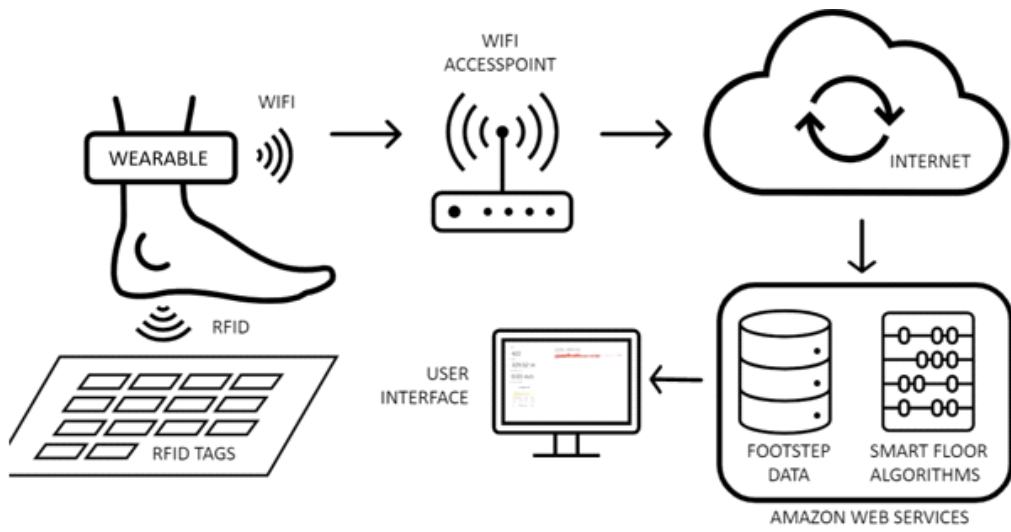
Loopparameters SF	Testsessie 1	Testsessie 2	ICC(3.1) 95% CI	Cohen's Weighted Kappa	95% LOA CV (%)	SEM	MDC
Loopsnelheid (10MLT)/(10m/s) (n=51)	Gemiddelde:0,63 SD: 0,22	Gemiddelde:0,68 SD:0,25	0,85 (0,72-0,92)		-0,29-0,19	0,17(m/s)	0,46(m/s)
Looptijd (TUG) (s) (n=27)	Mediaan: 20,6 Range:41 (12,6-53,6)	Mediaan: 19,8 Range: 34,4 (11,6-46,0)		0,88 (0,79-0,97)			
Valrisico-Classificatie (n=42)	Mediaan: 2 Range: 2 (0-2)	Mediaan: 2 Range: 1 (1-2)		0,74 (0,58-0,92)			
Loopsnelheid (m/s) (n=43)	Gemiddelde:0,67 SD:0,19	Gemiddelde:0,70 SD:0,20	0,86 (0,77-0,93)		-0,21-0,16	0,14(m/s)	
Gem.Schredelng (m) (n=43)	Mediaan: 0,91 Range: 0,69 (0,42-1,11)	Mediaan: 0,91 Range: 0,75 (0,50-1,25)		0,65 (0,55-0,75)			
Gem.Schredefrq (schrede/s) (n=43)	Gemiddelde:0,81 SD: 0,16	Gemiddelde:0,84 SD: 0,16	0,63 (0,41-0,78)		-0,30-0,22	0,11(schrede/s)	0,32 (schrede/s)

670 SF, Smart Floor; ICC, intra-class correlation coefficient; LOA, limits of agreement; SEM, Standard error of Measurement; MDC, Minimum Detectable Change;

671 M/s, meter per seconde ;10MLT,10meter looptest; N, steekproefomvang;TUG,Time up and Go; Gem,gemiddelde; Schredelng,schredelengte;

672 Schredefrq,schredefrequentie

673







SMART FLOOR VITALITEIT Valrisico Profiel Valdetectie Revalidatie Activiteit Diagnose Afmelden

Perform test Tests overview

Tests overview

dd-mm-yyyy ~ dd-mm-yyyy All tests

Avatar	Last measurement	Test type
	dd-mm-yyyy	10 Meter Walking
	dd-mm-yyyy	TUG
	dd-mm-yyyy	10 Meter Walking
	dd-mm-yyyy	6 Minute Walking

Same client, but different tests

674

675 *Figuur 1 visuele uitleg SF 1*

676

677

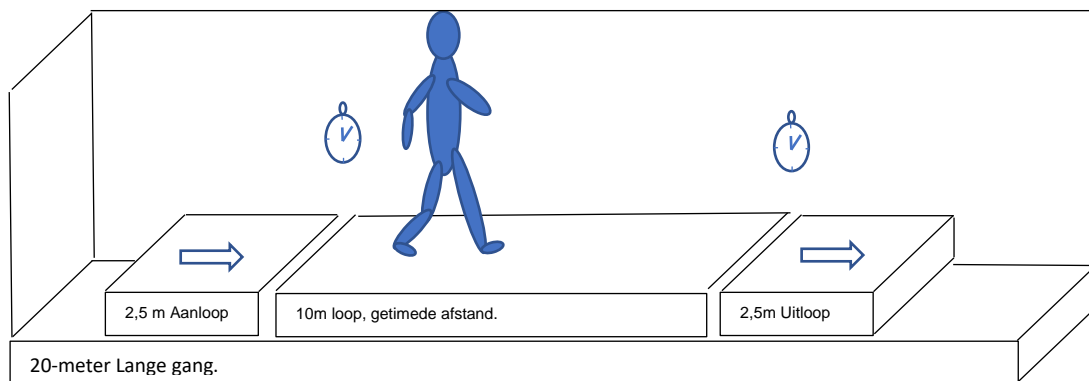
678

679

680

681

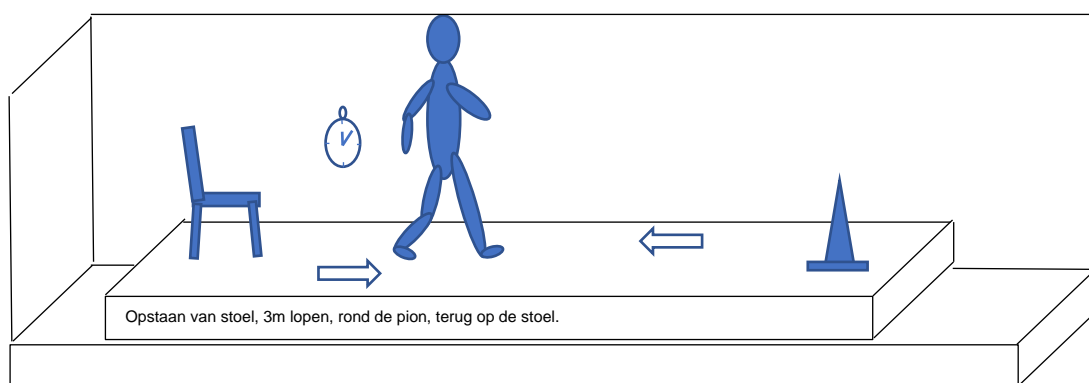
682



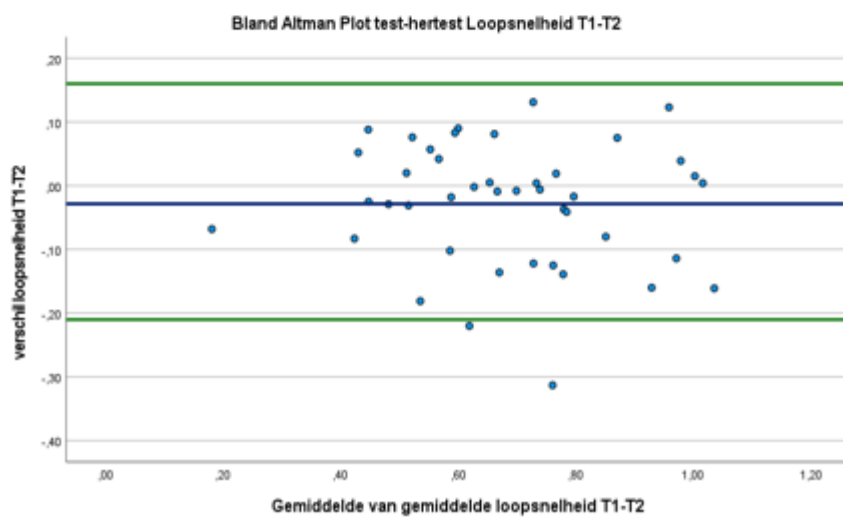
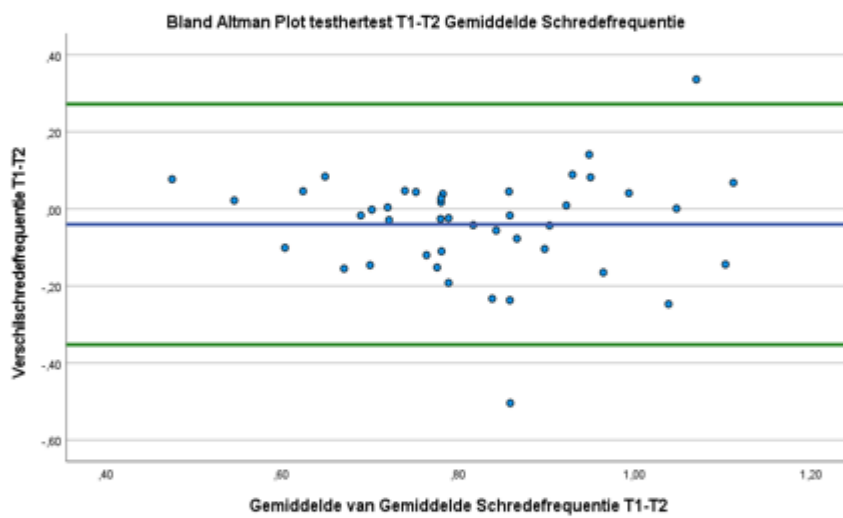
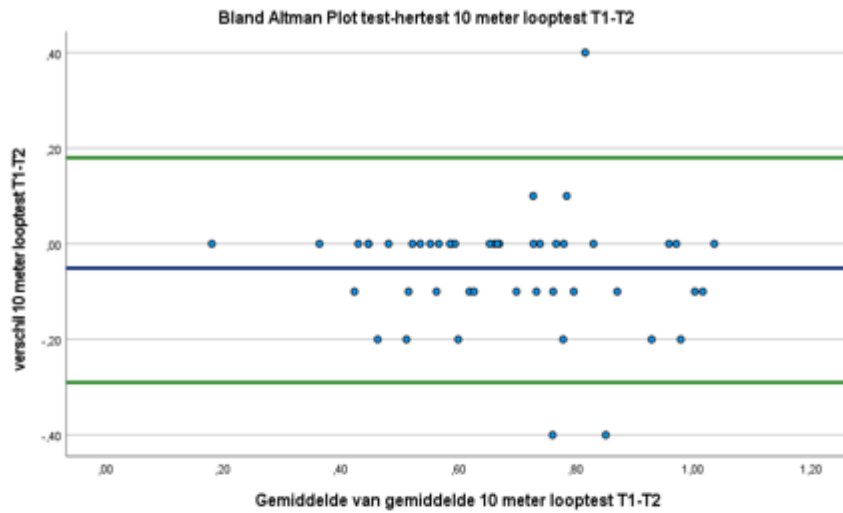
683

684

685



Figuur 2 testopstelling SF 1



686

687 *Figuur 3 Bland Altman Plot van T1-T2 10 meter looptest, gemiddelde schredeffrequentie, gemiddelde loopsnelheid*

688 Reflectie

689 Vanuit tanteLouise en Smart Floor was er voldoende draagvlak en bereidwilligheid om dit
690 project te laten slagen. Tijdens de voorbereiding was het nog zoeken naar de benodigde
691 informatie voor het daadwerkelijke testen. De eerste stap was om, met de projectleider en
692 innovatiebegeleider, te kijken welke informatie uit het voorafgaande onderzoek van SF bij
693 verpleeghuisbewoners gebruikt kon worden. Ook werd dieper ingegaan op de rollen en
694 taakverdeling, zodat de randvoorwaarden voor dit onderzoek duidelijk waren.

695 Verder werd met de locatiemanager en de CEO van Connective Floors overlegd over de
696 voortgang, zoals plaatsing van de vloer, informeren van overig (zorg)personeel en opstellen
697 van een informatiebrief en informed consent voor de revalidant.

698 Met de medewerkers van Connective Floors werd op constructieve en praktische wijze
699 informatie uitgewisseld en kennis gedeeld over eigen expertise. Beide partijen waren bewust
700 bekwaam op wat zij noodzakelijk achtten voor het onderzoek. Door deze kennis te delen
701 kwam er meer inzicht in hoe de testen uitgevoerd moesten worden. Onze aandacht ging uit
702 naar welke data belangrijk was en hoe deze verzameld ging worden. Ook werd gesproken
703 over de werking van de soft- en hardware. Vooral de sensor (invloed/werking/batterij en
704 uitlijning) had onze aandacht.

705 Bij het CISB werd geïnformeerd welke revalidanten opname zouden worden en of deze in
706 aanmerking kwamen voor het onderzoek. De desbetreffende revalidant werd mondeling om
707 deelname gevraagd, hierbij werd uitleg gegeven over de inhoud. Bij toestemming werden de
708 karakteristieke gegevens verzameld.

709
710 Tijdens de uitvoering van het testen waren er een aantal punten waar vooraf niet voldoende
711 over nagedacht was, zoals de plaatsing van de borstsensor. Vooraf was er niet bij stilgestaan
712 dat de fysieke kenmerken van de revalidant een rol konden spelen bij het goed detecteren van
713 de start/stoptijd van de TUG. Een generale repetitie was beter geweest, door tijdsdruk en
714 COVID-maatregelen had deze niet plaatsgevonden. Tijdens het testen waren zodoende kleine

715 aanpassingen nodig. Voor het onderzoeksproces was het beter geweest als deze kleine
716 aanpassingen aan de applicatie vooraf waren gedaan, evenals het synchroniseren van de
717 wearables en het bij stellen van de meetnauwkeurigheid.

718 Het was aanvankelijk de bedoeling om POMA-G tijdens TUG af te nemen, dit is tijdens het
719 testen anders gebleken (reflectie on action). Er waren te veel variabelen, waardoor het moeite
720 kostte om POMA-G tijdens TUG goed te scoren. Dit is aangepast, na TUG werd POMA-G
721 uitgevoerd en daarbij werd het mechanisch tellen van de schredfrequentie toegevoegd. In
722 eerste instantie was het mechanisch tellen van de schredfrequentie niet opgenomen in het
723 initiële testplan. Door het evalueren van de, tijdens de eerste testdagen verkregen, data bleek
724 dat de toevoeging waardevol was voor de valrisico-classificatie.

725 De oorspronkelijke afspraak was dat Connective Floors bij de data-analyse zou ondersteunen.
726 Dit is helaas niet gebeurd. Zodoende heb ik zelf de data-analyse uitgevoerd. Ook trad er enige
727 vertraging op doordat de data-aanlevering toch tijdrovender was dan Connective Floors
728 ingeschat had. Het was een grote uitdaging om dit alles op correcte wijze uit te voeren, zeker
729 omdat dit voor mij geen “alledaagse kost” was.


730 Terugkijkend op het verloop van het project zou ik een aantal punten anders aanpakken. De
731 afstemming met Connective Floors had beter gekund. Hierbij speelde een aantal factoren een
732 rol zoals het spreken van dezelfde taal (het door elkaar halen van begrippen), de afspraak
733 over de datalevering en daarbij de ondersteuning bij de statistische verwerking. Mijn
734 ontwikkeling ligt op het terrein van communicatie. Ik leer steeds beter om duidelijker te
735 verwoorden wat ik wil, om transparanter te worden. Dit geldt zowel voor de mondelinge als de
736 schriftelijke communicatie.

737 Wat mij tijdens het onderzoeksproject ook hielp, was het volgen van de studiebijeenkomsten
738 en het sparren met medestudenten en docenten. Zij gaven mij een helikopterview over het
739 project, advies en tips over het aanpakken van de statistiek en feedback bij het schrijven van
740 de thesis. Daardoor heb ik veel geleerd over het interpreteren van onderzoeken en data. Ook

741 heb ik geleerd wat dit betekent voor de klinische praktijk. Vooral door de theorie aan de
742 praktijk te verbinden heb ik meer inzicht gekregen in wat een en ander voor de dagelijkse
743 praktijk kan betekenen. Ik heb hierdoor een opener vizier gekregen. Voor de toekomst wil ik
744 meer een koppeling gaan maken tussen de wetenschap en de dagelijkse praktijk. Daarnaast
745 wil ik proberen om bij projecten meer de wetenschap, literatuur en onderzoeken die gedaan
746 zijn in te gaan zetten. Dit om de projecten meer evidence based te maken.

747

748

Hierbij verklaar ik dat mijn beroepsproduct geen plagiaat bevat: 

749

750

751

752

753

754

755