



Institutionen för hälsovetenskaper
Fysioterapeutprogrammet

Utbildningsprogram
i fysioterapi 180 hp

Examensarbete 15 hp
Höstterminen 2018

Test-retest av mobilapplikation för mätning av gångmönster och
samstämmighet mellan två mobiltelefoner

Författare

Michaela Jönsson
Maria Starhög
mi6545jo-s@student.lu.se
ma4602li-s@student.lu.se

Handledare

Åsa Tornberg
Docent
Institutionen för
hälsovetenskaper
Baravägen 3
221 00 Lund, Sverige
asa.tornberg@lu.se

Examinator

Eva Ageberg
Professor
Institutionen för
Hälsovetenskaper
Lunds universitet
eva.ageberg@med.lu.se

Test-retest av mobilapplikation för mätning av gångmönster och samstämmighet mellan två mobiltelefoner

Sammanfattning

Bakgrund: Fysioterapeuter utför ofta gånganalyser. Objektiv 3-dimensionell utrustning anses vara "gold standard", men innebär mätning som både tekniskt avancerad och tidskrävande. Det finns ett behov av enkla, valida och reliabla instrument att använda i det kliniska arbetet.

Syfte: Syftet var att undersöka test-retest reliabilitet för Medotemics mobilapplikation avseende gång på gångband samt att mäta samstämmighet för applikationen mellan två olika mobiltelefoner.

Studiedesign: Kvantitativ metodstudie

Material och metoder: Försökspersoner (n=20) var studenter och lärare vid Lunds Universitet. Mätningarna utfördes på gångband i fyra km/h, med och utan lutning. Gångdata samlades in med Medotemics mobilapplikation samtidigt i en Iphone 6 och en HUAWEI P10 vid test och retest. Parat t-test användes för att beräkna systematisk skillnad och Pearson's korrelationskoefficient för att beräkna samband mellan test-retest samt för samstämmighet mellan telefonerna.

Etik: Etisk rådgivning ansöktes hos Vårdvetenskapliga enheten vid Lunds universitet. Inga invändningar gavs mot studien.

Resultat: Inga systematiska mätfel påvisades för HUAWEI P10 ($p \geq 0,27$) vid gång på plant gångband och korrelationen var $r_p = -0,378-0,704$. Inga systematiska mätfel påvisades för Iphone 6 ($p \geq 0,256$) vid gång på plant gångband och korrelationen var $r_p = -1,127-0,891$. Ett systematiskt mätfel påvisades för HUAWEI P10 (mediantiden för fotisättning, $p \leq 0,05$) vid gång på lutande gångband och korrelationen var $r_p = -0,001-0,904$. Inget systematiskt mätfel påvisades för Iphone 6 ($p \geq 0,05$) vid lutande gångband och korrelationen varierade mellan $r_p = 0,3-0,726$. Systematiskt mätfel påvisades för två variabler vid gång på plant gångband för samstämmighet mellan HUAWEI P10 och Iphone 6 (uppskattad gångtid, $p = 0,022$ och totaltid, $p < 0,001$), Inga systematiska mätfel påvisades för samstämmigheten mellan telefonerna på lutande gångband ($p \geq 0,052$). Korrelationen mellan telefonerna var $r_p = 0,130-0,966$ på plant gångband och $r_p = 0,108-0,834$ på lutande gångband.

Slutsats: Varken HUAWEI P10 eller Iphone 6 förfaller ha några systematiska mätfel av klinisk relevans, dock visade ungefär bara hälften av variablerna god korrelation vid test-retest. Samstämmigheten mellan telefonerna förefaller vara bättre på lutande gångband än på plant gångband men vissa låga korrelationer och systematiska skillnader tyder på att det kan finnas fördel att använda samma telefon vid upprepade mätningar.

Nyckelord: Gångtest, gångsvårigheter, mobila applikationer, fysioterapi

Test-retest of mobile application for walk patterns and coherence between two different mobile phones

Abstract

Background: Physiotherapists often perform gait analysis. Objective 3-dimensional motion analysis is considered as "gold standard", but is both a technically advanced and time-consuming measurement. There is a need for simple, valid and reliable instruments to apply in the clinical setting.

Purpose: The purpose was to investigate test-retest reliability for Medotemic's mobile application regarding walking on treadmill and to measure coherence for the application between two different mobile phones.

Study design: Quantitative methodological study

Materials and methods: Subjects ($n = 20$) were students and teachers at Lund University. The measurements were carried out on a treadmill at four km/h, with and without inclination. Walking data was collected with Medotemic's mobile application with an Iphone 6 and a HUAWEI P10, simultaneously, at test and retest. Paired t-tests was used for systematic difference and Pearson's correlation coefficient to calculate the connection between test-rest and consensus of the mobile phones.

Ethics: Ethical counseling was applied to the Health Sciences Unit (VEN) at Lund University. No objection was given to the study.

Result: No systematic measurement errors was detected for HUAWEI P10 ($p \geq 0.27$) at non inclined treadmill and the correlation was $-0.378-0.704$. No systematic measurement errors were detected for Iphone 6 ($p \geq 0.256$) when walking on non inclined treadmill and the correlation was $r_p = -1,127-0,891$. A systematic measurement error was detected for HUAWEI P10 (the median time of foot insertion, $p \leq 0.05$) on inclined treadmill and the correlation was $r_p = -0.001-0.904$. No systematic measurement error was detected for Iphone 6 ($p \geq 0.05$) on inclined treadmill and the correlation was $r_p = 0.3-0.726$. Systematic measurement errors was found for the two variables for coherence between HUAWEI P10 and Iphone 6 on non inclined treadmill (estimated walk time, $p = 0,22$ and total time, $p < 0,001$). No systematic measurement error where found for the coherence between the mobile phones on inclined treadmill ($p > 0,052$). The correlation between the mobile phones was $r_p = 0.130-0.966$ on non inclined treadmill and $r_p = 0.108-0.834$ on inclined treadmill.

Conclusion: Neither HUAWEI P10 or Iphone 6 appear to have any systematic measurement errors of clinical relevance, however, only about half of the variables showed good test-retest correlation. The agreement between the phones seems to be better on inclined treadmill than on non inclined treadmill, but some low correlations and systematic differences indicate that there is profit to use the same phone for repeated measurements.

Keywords: Walk Tests, difficulty Walking, mobile App, Physiotherapy

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	1
<u>2. Syfte</u>	3
3. Frågeställningar	3
4. Metod	3
4.1 Undersökningsgrupp	3
4.2 Material och utrustning	3
4.3 Protokoll och tillvägagångssätt	4
4.4 Statistik	4
4.5 Etiskt ställningstagande	5
5. Resultat	6
5.1 Test-retest plant gångband	6
5.2 Test-retest i lutning på gångband	7
5.3 Samstämmighet mellan HUAWEI P10 och Iphone 6	8
6. Diskussion	9
<u>6.1 Resultatdiskussion</u>	9
<u>6.2 Material-och metoddiskussion</u>	10
<u>7. Konklusion</u>	11
8. Klinisk relevans	11
9. Referenser	12

1. Bakgrund

Människans vanligaste sätt att förflytta sig är gången. Gångmönster innebär sättet vi förflyttar vår kropp gåendes. Detta påverkas av miljön runt omkring oss, både fysiskt och socialt, personliga faktorer som hur vi mår, kognitiv förmåga, ålder, kön m.m. Det påverkas även av våra kroppsstrukturer, hur de är utformade, vilken ledrörlighet vi har, kraft i musklerna, neuromuskulära kopplingar, syn, känsel, vestibulärasystemet och smärta. Gångmönster är något komplext och individuellt för varje person även om det finns så kallade normala rörelsemönster där majoriteten av den mänskliga befolkningen befinner sig inom vissa ramar för hur vi naturligt sätt går avseende fotisättning, ståfas och svingfas. Avvikelse i gångmönstret kan bero på många olika saker, allt från åldersrelaterade förändringar till svagheter eller smärta (1). Gångpåverkan är ett av de vanligaste och tidigaste tecknen på förekomsten av många olika neurologiska sjukdomar som kan drabba människan. Hur pass stor inverkan den nedsatta gångförmågan får hos den drabbade personen påverkas till väldigt stor del av den miljö de behöver förflytta sig i (2).

Det har framtagits ett flertal olika sätt att försöka klassificera gångproblem men det finns tyvärr inte mycket till konsensus om vilket system som är bäst. Systemen är tänkta att placera individen i en homogen grupp för att underlätta kliniska beslut kring interventioner för att förbättra gångförmågan (3). Det vanligaste sättet att klassificera är utefter den sjukdom som individen har, till exempel parkinsonistisk gång, spastisk hemiparetisk gång eller ataktisk gång. Den stora bristen med detta system är antagandet kring att den aktuella sjukdomen ger samma gångpåverkan hos alla individer, vilket inte stöts av den senaste forskningen (4,5).

Kliniskt sett kan man undersöka gång på flera olika sätt. Standardiserade sätt att mäta gångkapaciteten lägger för det mesta sitt fokus på distansen individen går, hur lång tid detta tar samt hur mycket hjälp individen behöver för att klara detta (6-8). För att mäta och utvärdera gångmönster hos människan finns idag en del olika instrument. Det vanligaste i kliniska sammanhang är en observerande gånganalys gjord av en fysioterapeut. Det finns dock begränsningar för detta sätt att mäta då det är svårt att få en bra reliabilitet trots högt utbildade och väl erfarna kliniker (9). Gold standard är mätningar utförda i testlokal med hjälp av 3D-teknik. Gången filmas och läggs ihop med kraftmätningar samt elektromyografiaktivitet (10).

Enligt en systematisk litteraturöversikt så kommer det fler och fler tekniska alternativ för att utföra analyser kring rörelse hos personer med Parkinsons sjukdom. De bärbara varianterna innehöll oftast accelerometer, gyroskop och magnetometer. Av de 22 bärbara produkterna rekommenderas nio av dem för att användas kliniskt då de ansågs vara reliabla och valida (11).

En del av bedömningen av gången är dess hastighet. Normal gånghastighet för människan vid medveten observation har mätts till 5km/h (11) och 4,7km/h vid icke medveten observation av gång (12). Enligt en metaanalys är normal gånghastighet 4,9km/h för personer 20-29år, där hastigheten sedan sjunker med åldern (13).

Det finns ett behov av att kunna mäta och klassificera avvikelser i gångmönster på ett reliabelt och validitet säkert sätt. För detta behövs fler studier som undersöker olika mätinstrument och deras tillämplighet. Detta skulle kunna generera i en mer reliabel och valid klinik allmänt inom gånganalyser för fysioterapin. Något som utförs i stort utsträckning inom många olika

och stora delar av fysioterapin (11, 14). Att patienterna ska kunna få enkel och tydlig återkoppling kring sin gång kan vara en betydande del i arbetet med gångmönster (15).

Dagens Smarttelefoner är oftast utrustade med accelerations- och gyrometer genom mikroelektromekaniska system (MEMS) för att bland annat kunna fastslå telefonens position. Vanligast är en treaxlig accelerometer vilket innebär att mobilen kan beräkna hur starkt den accelererar och riktningen den rör sig i dessa tre dimensioner. Gyroskopet är byggda genom svängkolvar som består av kroppar som vibrerar med rörelse i ett plan. Applikationen från Medotemic läser av frekvensdatan samt dess symmetri som skapas av informationen från accelerometern och gyroskopet (16). De två olika operativsystem som är vanligast 2017 när det gäller mobiltelefoner som finns på marknaden är Android och IOS (17).

Mobilapplikationen från Medotemic finns för både android och IOS olika operativsystem. Applikationen från Medotemic mäter accelerations- och gyrodata. Ur detta beräknas total tid som applikationen är aktiv, andelen av data som klassats som gång, antalet steg, samt medeltiden och mediantiden mellan respektive fotisättning. Tanken med denna data är att framöver kunna beräkna en symmetriöäng för att i framtiden kunna klassificera hälta. För att kunna klassificera denna hälta krävs minst 60 sek gångtid och därför används denna tid till mätningarna. Applikationen kan i dagsläget inte ange vilken fot som är höger eller vänster, bara urskilja att det finns två olika sidor. Applikationen mäter samma biomekaniska data i bägge operativsystemen. Enligt apptillverkarna ska inte manuell hantering såsom i/ur midjeväska påverka resultatet av de fem variablerna (18)

Tidigare forskning visat att den typen av mätinstrument som Medotemics applikation bygger på kan mäta gångmönster på ett validitets säkert sätt (11, 19) men Medotemics applikation är ej validerad i sig. Tidigare forskning har även visat på att accelerationsmätare i androidtelefon kan mäta gångpåverkan i form av tyngdpunkts förändring i vertikal riktning samt tid mellan fotisättning och föreslagit att gyrodata skulle kunna vara en lämplig vidare utveckling i kombination (19).

Det finns dock svagheter med denna typ av system då tidigare forskning visat att applikationerna är beroende av dels telefonens egna gyro- och accelerationsmätare samt hur den data behandlas av telefonens egen mjukvara. Applikationer använder sig endast av den data som finns i telefonens egen mjukvara, ej den råa data direkt från gyro- och accelerationsmätaren. Detta har visat sig skilja i utfall, inte bara mellan olika modeller av telefoner utan också inom samma telefonmodeller (20,21).

Enligt en översiktsartikel av Aparicio-Ugarriza R, et al påverkas resultatet av placeringen för den bärbara enheten. Studien beskriver också de motstridigheter som lyder i flertalet andra artiklar angående hur många dagar accelerometer ska bäras för att kunna beräkna tillförlitliga data (22). Bästa tänkbara placering bör vara vid kroppens center of mass (COM) (23). En studie har även visat vikten av att bära accelerometern på samma sida (om placering är höft) då mätningar har visat signifikant skillnad i resultat mellan placeringarna (24).

2. Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka test-retest reliabilitet för Medotemics mobilapplikation avseende gång på gångband. Ett ytterligare syfte var att mäta samstämmighet för applikationen mellan två olika mobiltelefoner.

3. Frågeställningar

1. Hur är test-retestreliabilitet för Medotemics applikation vid en minuts gång på gångband utan och med lutning i två olika mobiltelefoner?
2. Hur är samstämmigheten för Medotemics applikation mellan två olika mobiltelefoner med och utan lutning?

4. Metod

4.1 Undersökningsgrupp

Friska personer i ålder 18 till 65 år tillfrågades att delta i studien. Frisk klassificerades som att inte ha några muskuloskeletala eller neurologiska sjukdomar som påverkade gångförmågan. För att inkluderas fick försökspersonerna ej använda sig av gånghjälpmedel. Exklusionskriterie var även om individen saknar reciprok gångförmåga för en minuts gång på gångband, samt saknar förmåga att gå reciprok i uppförbacke med lutning på sex procent. Personerna blev tillfrågade genom en inbjudan till Facebookgrupp. Gruppen var offentlig och tillgänglig för alla. I gruppen fanns information om projektet samt bokningsbara tider för att delta. Information kring projektet spreds muntligt till kurskamrater, vänner och närstående. 20 personer deltog i studien. Eftersom att studies syfte var att se hur reliabel applikation var vid test-retest samlades inga personliga uppgifter om deltagarna in.

4.2 Material och utrustning

Medotemics applikation användes i två olika mobiltelefoner, en Iphone 6, ca 1,5 år sedan inköp och en HUAWEI P10, ca 7 månader sedan inköp, för att mäta gångeanalys. Mobiltelefonerna bars tillsammans, liggande på samma nivå med Iphone närmast kroppen och displayerna in mot personen, i en tunn midjeväska av neopren med elastiskt spännband fäst på midjan hos försökspersonen med väskan placerad mitt fram strax under naveln. Med hjälp av algoritmer mätte applikationen ut total aktiv tid för applikationen, andelen av data som klassats som gång, antalet steg samt medeltiden och mediantiden mellan fotisättning ur frekvensdatan.

Gångbandet som användes under mättillfällena var av märket RL 2500E. Bandlängd: 2500mm, bandbredd:700mm, tillverkad i Sverige.

4.3 Protokoll och tillvägagångssätt

Vi började med test-retest (två mättillfällen) med Iphone 6 och HUAWEI P10 på gångband utan lutning. Efter det gjordes test-retest (två mättillfällen) på gångband med sex procents lutning med Iphone 6 och HUAWEI P10. Test ett genomfördes med två gångmätningar (test-retest) på 60 sekunder vardera med en minuts vila emellan. Sedan gavs testpersonen fem minuters vila innan test nummer två utfördes på samma sätt. Testpersonen gjorde sammanlagt fyra gångmätningar som gav totalt följande fem variabler:

- Antalet steg: beräknat under tiden applikationen uppfattat gång.
- Uppskattad gångtid: Tiden applikationen uppmätte gång som steg.
- Medeltiden fotisättning: Medeltiden mellan fotisättningar.
- Mediantiden fotisättning: Mediantiden mellan fotisättningar.
- Total tid: den tid applikationen var igång från start till stopp.

Testpersonerna stod på ett gångband iförd säkerhetssele med de två mobiltelefonerna i en midjeväska som placerades fram till, strax nedanför naveln och spändes över höften för att vara placerad nära center of mass (23). Försökspersonen ombads att ställa sig med ett ben vardera om gångbandet. Testledaren startade mätningen i applikationen. Enligt källor är normal gång fem km/h men eftersom att studier visar att man vid mätningar tenderar att gå långsammare på gångband än i gång på vanlig mark användes fyra km/h i denna studie (25). Testen innehöll dessutom mätningar i lutning. För att lättare kunna jämföra testvärdena mot varandra användes därför samma hastighet vid samtliga mätningar. Gångbandet startades och när fyra km/h hade uppnåtts ombads personen att inta bandet med höger ben först och gå i 60 sekunder. Tiden togs med hjälp av gångbandets inbyggda tidmätning. När fem sekunder var kvar av gångtiden gavs instruktionen till testpersonen att bandet snart skulle stanna och att de skulle stanna och stå stilla på bandet. Testledaren hanterade telefonerna manuellt för att stoppa mätningen samt starta nästa mätning.

Totala testtiden beräknades till 30 minuter, majoriteten av testen tog totalt ca 15 minuter. Alla testpersoner fick prova kliva på gångbandet i farten, gå samt stanna en gång enligt protokoll innan testet påbörjades.

4.4 Statistik

Data presenteras som medelvärde och standardavvikelse. För att beräkna test-retestreliabilitet användes parat t-test beräkning för systematisk skillnad samt Pearson's korrelationskoefficient för beräkning av samband mellan test och retest.

Mättillfälle 1 i plant och i lutande gångband användes för att beräkna samstämmighet mellan mobiltelefonerna. Pearson's korrelationskoefficient för beräkning av samband mellan telefonerna. Parat t-test användes för beräkning av systematiska skillnader mellan två mättillfällen.

Pearson's korrelationskoefficient (r_p) tolkades enligt följande klassificeringar: resultat över 0,9=nästan perfekt, 0,7-0,9=väldigt högt, 0,5-0,7=högt, 0,3-0,5 =måttligt, 0,1-0,3=liten och resultat under 0,1=obetydlig (26). Statistik signifikans sattes till $p \leq 0,05$.

För statistisk analys användes SPSS (IBM Corp Released 2017, version 25).

4.5 Etiskt ställningstagande

Studiedeltagarna ombads att underteckna en samtyckesblankett (se bilaga 1) före testets början. I denna blankett framgick det tydligt att personen när som helst kunde avbryta om denna ville utan att ange varför. En etisk rådgivning ansöktes tills Vårdvetenskapliga etikenheten (VEN) vid Lunds universitet. Ansökan gavs beteckningen 14-18. VEN gav inga invändningar mot studien.

5. Resultat

5.1 Test-retest plant gångband

Inga systematiska mätfel påvisades för HUAWEI P10 ($p \geq 0,27$, tabell 1).

Korrelationskoefficienten för HUAWEI P10 varierade mellan 0,294–0,704, förutom för variabeln tid som klassificeras som gång där korrelationskoefficienten var -0,378 (tabell 1).

Inga systematiska mätfel påvisades för Iphone 6 ($p \geq 0,256$, tabell 2). Korrelationskoefficienten för Iphone 6 varierade mellan 0,232–0,891, förutom för variabeln tid som klassificeras som gång där korrelationskoefficienten var -1,127 (tabell 2).

Tabell 1

Test-retest plant gångband Huawei P10. (n=20)

	Mättillfälle 1 Medelvärde (SD)	Mättillfälle 2 Medelvärde (SD)	P-värde	r_p (p-värde)
Antal steg(n)	105,1 (6,86)	104,95 (6,70)	0,929	0,294 (0,086)
Uppskattad gångtid (sek)	61,8 (1,93)	61,70 (3,80)	0,928	-0,378 (0,01)
Medeltid fotisättning(sek)	0,056 (0,059)	0,063 (0,091)	0,633	0,704 (0,001)
Mediantid fotisättning(sek)	0,059 (0,071)	0,064 (0,097)	0,810	0,662 (0,001)
Totaltid(sek)	87,15 (4,91)	85,9 (4,54)	0,27	0,461 (0,041)

Tabell 2

Test-retest plant gångband Iphone 6 (n=20)

	Mättillfälle 1 Medelvärde (SD)	Mättillfälle 2 Medelvärde (SD)	P-värde	r_p (p-värde)
Antal steg(n)	104,15 (6,54)	104,85 (7,78)	0,794	0,762 (<0,001)
Uppskattad gångtid (sek)	60,35 (2,43)	60,80(2,44)	0,591	-1,127 (0,593)
Medeltid fotisättning(sek)	0,045 (0,053)	0,0475 (0,053)	0,723	0,891 (<0,001)
Mediantid fotisättning(sek)	0,04 (0,042)	0,050 (0,060)	0,256	0,736 (<0,001)
Totaltid(sek)	83,25 (5,31)	84,90 (4,22)	0,740	0,232 (0,325)

5.2 Test-retest i lutning på gångband

Ett systematiskt mätfel påvisades för HUAWEI P10 där mediantiden för fotisättning var högre vid mättillfälle 1 jämfört med mättillfälle 2 ($p=0,05$, tabell 3). Korrelationskoefficienten varierade mellan 0,290–0,904, förutom för variabeln tid som klassificeras som gång där korrelationskoefficienten var $-0,001$ (tabell 3). Inget systematiskt mätfel påvisades för Iphone 6 ($p \geq 0,05$, tabell 4). Korrelationskoefficienten varierade mellan 0,3–0,726 (tabell 4).

Tabell 3
Test-retest i lutning på gångband med HUAWEI P10 (n=20)

	Mättillfälle 1 Medelvärde (SD)	Mättillfälle 2 Medelvärde (SD)	P-värde	r_p (p-värde)
Antal steg(n)	103,9 (5,11)	106,5 (10,2)	0,250	0,290 (0,214)
Uppskattad gångtid (sek)	62 (3,31)	64,23 (5,09)	0,116	-0,001 (0,996)
Medeltid fotisättning(sek)	0,052 (0,060)	0,041 (0,046)	0,139	0,831 (<0,001)
Mediantid fotisättning(sek)	0,054 (0,071)	0,038 (0,048)	0,05	0,904 (<0,001)
Totaltid(sek)	87,2 (5,43)	89,95 (8,31)	0,124	0,444 (0,05)

Tabell 4
Test-retest i lutning på gångband med Iphone 6 (n=20)

	Mättillfälle 1 Medelvärde (SD)	Mättillfälle 2 Medelvärde (SD)	P-värde	r_p (p-värde)
Antal steg(n)	102,6 (8,70)	104,4(11,4)	0,319	0,726 (<0,001)
Uppskattad gångtid (sek)	61,27 (3,91)	62,57(5,21)	0,303	0,3 (0,199)
Medeltid fotisättning(sek)	0,037 (0,026)	0,039 (0,027)	0,746	0,468 (0,037)
Mediantid fotisättning(sek)	0,029 (0,022)	0,031 (0,020)	0,53	0,78 (<0,001)
Totaltid(sek)	86,2(5,07)	88,5(8,26)	0,15	0,56 (0,01)

5.3 Samstämmighet mellan HUAWEI P10 och Iphone 6

Systematiskt mätfel påvisades på plant gångband där HUAWEI P10 uppmätte ca 1,5 sek längre uppskattad gångtid jämfört med Iphone 6 ($p=0,022$, tabell 1,2,5) och ca 4sek längre totaltid ($p<0,001$, tabell 1,2,5). Korrelationskoefficienten varierade mellan 0,130-0,966 på plant gångband (tabell 5). Vid lutande gångband varierade korrelationskoefficienter mellan 0,108-0,834 (tabell 5). Inga systematiska mätfel påvisades mellan HUAWEI P10 och Iphone 6 på lutande gångband ($p\geq 0,052$, tabell 3-5).

Tabell 5

Samstämmighet mellan HUAWEI P10 och Iphone 6. (n=20)

	Plant gångband	
	<i>P</i> -värde	<i>r_p</i> (<i>p</i> -värde)
Antal steg(n)	0,187	0,894 (<0,001)
Uppskattad gångtid (sek)	0,022	0,329 (0,157)
Medeltid fotisättning(sek)	0,511	0,289 (0,216)
Mediantid fotisättning(sek)	0,274	0,130 (0,585)
Totaltid(sek)	<0,001	0,966 (<0,001)
	Lutande gångband	
Antal steg(n)	0,365	0,709 (0,001)
Uppskattad gångtid (sek)	0,509	0,108 (0,650)
Medeltid fotisättning(sek)	0,123	0,772 (<0,001)
Mediantid fotisättning(sek)	0,052	0,834 (<0,001)
Totaltid(sek)	0,200	0,326 (0,161)

6. Diskussion

6.1 Resultatdiskussion

Vid gång på plant gångband fanns inga systematiska mätfel för någon av telefonerna, dvs ingen av telefonerna mätte systematiskt högre eller lägre värde vid mättillfälle 2 jämfört med mättillfälle 1. Vid gång på lutande gångband fanns inte några systematiska mätfel för Iphone. Däremot uppmätte HUAWEI P10 på lutande gångband högre mediantid för fotisättning vid mättillfälle 1 jämfört med mättillfälle 2, motsvarande ca 30% ($p=0,05$).

Totaltid är ej intressant att jämföra vid test-retest eftersom telefonerna startades och stoppades manuellt, den ena efter den andra så fort testledaren tagit sig upp på gångbandet. Det kunde variera hur snabbt testledaren tog sig upp på gångbandet med flera sekunder mellan mättillfällena. Resultatet används därför bara i diskussionen om samstämmigheten mellan telefonerna. Således diskuteras enbart fyra variabler vid varje test-retest gällande korrelation.

Vid plant gångband med båda telefonerna tolkas fem av åtta variabler som hög till nästan perfekt korrelation (0,622-0,891). Vid lutande gångband med båda telefonerna tolkas fyra av åtta variabler som väldigt hög eller nästan perfekt korrelation (0,726-0,904). Vid analys av HUAWEI P10 i plant och i lutning ses fyra av åtta variabler som hög till nästan perfekt korrelation (0,622-0,904). Vid analys av Iphone i plant och i lutning ses fem av åtta variabler som hög till nästan perfekt korrelation (0,726-0,891) (26). Inga tydliga mönster kan ses för vilka variabler som visade hög och låg korrelation.

Vid samtliga test-retest uppmätte korrelationen för uppskattad gångtid obetydlig till måttlig korrelation (-0,378-0,3)(26). En studie som bland annat studerade antalet steg med hjälp av en inbyggd stegräknare i mobiltelefonen kunde i test-retest se en väldigt hög korrelation (27) i likhet med resultatet från gång i lutning och på plant gångband med Iphone 6 som korrelerar väldigt högt. Antal steg i lutning och på plant gångband ses dock en låg korrelation med HUAWEI P10.

Variabeln mediantid fotisättning korrelerar högt, väldigt högt eller nästintill perfekt i samtliga test-retesten(26). I en studie som också studerade stegtid visade på hög eller mycket hög korrelation vid test-retest av en mobilapplikation testad i laboratoriemiljöer (28). Stegtid kan vara en variabel med god test-retest reliabilitet och skulle därför kunna användas i vidare studier och kliniska arbetet.

Test-retest av gångkaraktiserade variabler där man mätte bland annat steglängd, svingfas, ståfas och kadens med Brinckmanns metod så fann man en korrelation som var väldigt hög till nästan perfekt ($>0,77$) på alla variabler, vilket jämfört med applikationen från Medotemic har en bättre test-retest reliabilitet. Brinckmanns metod är ej beroende av modern teknik men ger oss en bild av reliabilitets förhållandet gentemot andra metoder(29).

Vid gång på plant gångband påvisades två systematiska mätfel, där HUAWEI P10 uppmätte uppskattad gångtid till ca 1,5 sekunder mer än Iphone 6, samt ca fyra sekunder längre total tid jämfört med Iphone 6. Vid gång på lutande gångband fanns inga systematiska mätfel mellan telefonerna, dvs ingen av telefonerna mätte systematiskt högre eller lägre värde vid mättillfälle 1 jämfört mellan telefonerna(26).

Korrelation på plant gångband var låg eller måttlig (0,130-0,329) avseende tre variabler. Två variabler korrelerade väldigt högt eller nästan perfekt (0,894 och 0,966). Korrelationen på lutande gångband var låg eller måttligt (0,108 och 0,326) avseende två variabler. Tre variabler korrelerade väldigt högt (0,709-0,834)(26).

På plant gångband korrelerade totaltid nästan perfekt(0,966) medan på lutande gångband korrelerar det måttligt (0,326). Korrelationen för antalet steg var väldigt hög vid både plant och lutande gångband(0,894 och 0,709). Medeltid fosisättning och mediantid fosisättning korrelerar lågt på plant gångband(0,289) och väldigt högt på lutande gångband (0,722)(26).

Att korrelationen mellan telefonerna varierar förvånar inte om man tittar på resultaten från tidigare studier som visar på att uppmätt data kan skilja sig inte bara mellan olika mobiltelefonmodeller utan även inom samma modell på grund av applikationernas sätt att tolka mjukvara i telefonerna (20,21). Detta visar på vikten av att använda sig av samma telefon i kliniken för upprepade mätningar för att undvika systematiska mätfel på grund av detta.

För att vidare kunna utvärdera reliabilitet och samstämmighet för Medotemics applikation behövs fler studier och deltagare.

6.2 Material-och metoddiskussion

Systematiska mätfel kan introduceras i resultatet genom tre olika vägar: testperson, testledare och instrument. Telefonerna som användes är en del av det instrumentella materialet i studien och i tidigare forskning har det visat sig att mätförmågan hos de olika telefonerna kan skilja sig mellan varje enskild telefon genom sin förmåga att tolka sin egen accelerometer och gyrometer (20,21). Telefonerna är dessutom ej helt nya utan har blivit utsatta för vardagsslitage. Mätningarna gjordes på ett gångband som applikationen ej blivit testad på tidigare och på så vis ej testad om gångbandet som gångunderlag störde applikationen som påverkar variablerna.

Uppskattad gångtid bör vara minst 60 sekunder, vilket också stämmer överens med medelvärdena för test-retest. Det användes inga automatiska start- eller stoppfunktioner för varken gångband eller applikation. Testledarna kan ha haft en fördröjning i hanterandet av detta vilket kan ha orsakat mätfel. Totaltiden påverkar antalet steg som försökspersonen hunnit med, bara ett par sekunder mellan de olika mätningarna kan ge flera steg som personen hinner eller inte hinner ta innan gångbandet stannar helt.

Midjeväsans placering kan ha påverkat applikationen. Placeringen som valdes var att spänna den över höftbenen så att väskan placerades rakt under naveln. Denna position observerades av testledarna under försöken fungera bra på männen men sämre på de kvinnor som hade bredare höfter och smalare midja då midjeväska tenderade att glida omkring och framförallt vilja förflytta sig uppåt. En tidigare studie där test-retest av accerlometer och gyrodata samlats in från sensorer placerade på olika ställen på kroppen fann man att placeringen i höjd med ländrygg gav bättre reliabilitet än om den placerades på låret eller foten (30) vilket stärker valet av höjdpaceringen av midjeväska trots problemen med att få den att sitta still.

Tidigare studie har funnit låg reliabilitet för upprepat gångmönster (31). Eftersom gångmönster är individuellt och komplext som påverkas av många faktorer såsom miljö, vana samt sinnesstämning och förändras med dessa (1) kan det ha förekommit att testpersoner

ändrat sitt gångmönster mellan mättillfällena vilket kan haft påverkan resultat. Mättillfällena sattes till att vara 60 sekunder långa. Vidare forskning skulle kunna titta på om applikationens reliabilitet förbättras vid längre mättid, då studier bla kommit fram till att fem minuters uppvärmning på gångband kan möjliggöra de mest reproducerbara mätvärdena (32).

7. Konklusion

Varken HUAWEI P10 eller Iphone 6 förfaller ha några systematiska mätfel av klinisk relevans, dock visade ungefär bara hälften av variablerna god korrelation vid test-retest. Samstämmigheten mellan telefonerna förefaller vara bättre på lutande gångband än på plant gångband men vissa låga korrelationer och systematiska skillnader tyder på att samma telefon bör användas vid upprepade mätningar.

8. Klinisk relevans

Vid användande av Medotemics applikation i kliniska sammanhang är det viktigt att använda samma telefon vid upprepade mätningar för att minska risken för systematiska mätfel. Vid upprepade mätningar är det viktigt att vara medveten om att det finns ett visst mätfel. Resultatet för Medotemics applikation är i denna studie testad på friska individer utan sjukdomar och skador som påverkar deras reciproka gångförmåga. Reliabilitet för applikationen behöver undersökas för andra populationer till exempel olika patientgrupper.

9. Referenser

1. Shumway-Cook, A, Woollacott M. H. Motor control: Translating research into clinical practice (5. ed.). 2012, Philadelphia, Pa. ; London: Lippincott Williams & Wilkins
2. Patala A, Shumway-Cook A. Dimensions of mobility: defining the complexity and difficulty associated with community mobility. *J Aging Phys Act* 1999;7:7-19
3. Dobson F, Morris ME, Baker R, et al. Gait classification in children with cerebral palsy: a systematic review. *Gait Posture* 2007;25:140-152
4. Rozumalski A, Schwartz MH, Crouch gait patterns defined using k-means cluster analysis are related to underlying clinical pathology. *Gait Posture* 2009;30:155-160
5. Kinsella S, Moran K. Gait pattern categorization of stroke participants with equinus deformity of the foot. *Gait Posture* 2008;27:144-151
6. Katz S, Downs TD, Cash JR, et al. Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist* 1970:20-30
7. Keith RA, Granger CV, Hamilton BB, et al. The functional independence measure: a new tool for rehabilitation. In: Eisentberg MG, Grzesiak RC, eds. *Advances in clinical rehabilitation*, vol 1. New York: Springer Verlag, 1987:6-18
8. Lawton MP. The functional assesment of elderly people. *J Am Geriatr Soc*, 1971;19:465-481
9. Krebs DE, Edelstein JE, Fishman S. Reliability of observational kinematic gait analysis. *Phys Ther* 1985;65:1027-1033
10. Rathinam, C., Bateman, A., Peirson, J. & Skinner, J. (2014). Observational gait assessment tools in paediatrics - A systematic review. *Gait & Posture*, 40: 279-285
11. Godinho C, Domingos J, Cunha G, Santos AT, Fernandes RM, Abreu D, Gonçalves N, Matthews H, Isaacs T, Duffen J, Al-Jawad A, Larsen F, Serrano A, Weber P, Thoms A, Sollinger S, Graessner H, Maetzler W, Ferreira JJ. A systematic review of the characteristics and validity of monitoring technologies to assess Parkinson's disease. *J Neuroeng Rehabil*. 2016 Mar 12;13:24.
12. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*. 1997 Jan;26(1):15-9
13. Perry J, Burnfield J. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*. 2 uppl. Thorofare: Slack Incorporated;2010.
14. Bohannon RW, Williams Andrews A. Normal walking speed: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy*. 2011 Sep;97(3):182-9
15. Shull PB, Jirattigalachote W, Hunt MA, Cutkosky MR, Delp SL. Quantified self and human movement: a review on the clinical impact of wearable sensing and feedback for gait analysis and intervention. *Gait Posture*. 2014;40(1):11-9
16. (Sun B, Wang Y, Banda J. Gait characteristic analysis and identification based on the iPhone's accelerometer and gyrometer. *Sensors (Basel)*. 2014 Sep 12;14(9):17037-54.
17. Netmarketshear [Internet] Kalifornien: NetApplications.com; 2017.[citerad 2018-01-22] hämtad från:<https://www.netmarketshare.com>
18. Medotemic. Medomotion [Internet]. Lund: Medotemic; 2019 [citerad 11/11-2019]. Hämtad från: <http://medotemic.se/produkt-medomotion>.

19. Furrer M, Bichsel L, Niederer M, Baur H, Schmid S. Validation of a smartphone-based measurement tool for the quantification of level walking. *Gait Posture*. 2015 Sep;42(3):289-94
20. Kos A, Tomažič S, Umek A. Evaluation of Smartphone Inertial Sensor Performance for Cross-Platform Mobile Applications. *Sensors (Basel)*. 2016 Apr 4;16(4). pii: E477.
21. Kos A, Tomažič S, Umek A. Suitability of Smartphone Inertial Sensors for Real-Time Biofeedback Applications. *Sensors (Basel)*. 2016 Feb 27;16(3):301
22. Aparicio-Ugarriza R, Mielgo-Ayuso J, Benito PJ, Pedrero-Chamizo R, Ara I, González-Gross M; EXERNET Study Group. Physical activity assessment in the general population; instrumental methods and new technologies. *Nutr Hosp*. 2015 Feb 26;31 Suppl 3:219-26
23. Ward DS, Evenson KR, Vaughn A, Rodgers AB, Troiano RP. Accelerometer use in physical activity: best practices and research recommendations. *Med Sci Sports Exerc*. 2005 Nov;37(11 Suppl):S582-8
24. Welk GJ. Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc*. 2005 Nov;37(11 Suppl):S501-11
25. Trallesi M, Porcacchia P, Averna T, Brunelli S. Energy cost of walking measurements in subjects with lower limb amputations: a comparison study between floor and treadmill test. *GaitPosture*. 2008 Jan;27(1):70-5
26. Hopkins WG. Confidence limits/Interval - A New View of Statistics [Internet][updaterad 27.09.1997; citerad: 20.04.2018] hämtad från: <http://sportsci.org/resource/stats/>
27. Obuchi SP, Tsuchiya S, Kawai H. Test-retest reliability of daily life gait speed as measured by smartphone global positioning system. *Gait Posture*. 2018 Mar;61:282-286)
28. Manor B, Yu W, Zhu H, Harrison R, Lo OY, Lipsitz L, Travison T, Pascual-Leone A, Zhou J. Smartphone App-Based Assessment of Gait During Normal and Dual-Task Walking: Demonstration of Validity and Reliability. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018 Jan 30;6(1):e36.
29. Stolze H, Kuhtz-Buschbeck JP, Mondwurf C, Jöhnk K, Friege L. Retest reliability of spatiotemporal gait parameters in children and adults. *Gait Posture*. 1998 Mar 1;7(2):125-130
30. Kobsar D, Osis ST, Phinyomark A, Boyd JE, Ferber R. Reliability of gait analysis using wearable sensors in patients with knee osteoarthritis. *J Biomech*. 2016 Dec 8;49(16):3977-3982.
31. Item-Glatthorn JF, Casartelli NC, Maffioletti NA. Reproducibility of gait parameters at different surface inclinations and speeds using an instrumented treadmill system. *Gait Posture*. 2016 Feb;44:259-64.
32. Zeni JA Jr, Higginson JS. Gait parameters and stride-to-stride variability during familiarization to walking on a split-belt treadmill. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2010 May;25(4):383-6)

Bilagor

Bilaga 1: Samtyckesblankett

Reliabilitetstest av mobilapplikation för mätning av gångmönster och samstämmighet mellan olika operativsystem

Du tillfrågas om deltagande i ovanstående studie.

För att göra en korrekt objektiv gånganalys idag krävs idag ett labb med gångmatta och kameror. För att personer inte ska behöva ta sig till ett labb som kräver specialutbildad personal utvecklas det idag en applikation för att kunna mäta samma sak på ett smidigare sätt. Syftet med denna undersökning är att se om applikationen är tillförlitlig mellan två olika mätningar.

Deltagande innebär att du kommer gå på gångband under totalt fyra korta mätningar, varav två på plant underlag och två med sex procents lutning i en hastighet på fyra km/h. Mätningarna varar 1 minut per gång. Du kommer att få en kortare vila på en till fem minuter mellan varje mätning. Under mätningen bär du en midjeväska med två mobiler i samt en säkerhetssele. Vi räknar med att hela försöket kommer att ta 30-45 minuter av din tid.

Deltagandet är helt frivilligt och du kan avbryta ditt deltagande när som helst utan att du behöver ange varför. Resultaten från mätningen kommer att behandlas konfidentiellt, d.v.s. så att inte någon obehörig får tillgång till datan. Applikationens data förvaras på en server där endast applikationens tillverkare har tillgång till data. Där finns inga personliga uppgifter om dig eller något annat som kan spåras till dig.

Studien ingår som ett examensarbete på fysioterapeutprogrammet.

Om Du vill delta ber vi Dig underteckna samtyckesblanketten.

Om Du har några frågor eller vill veta mer, kontakta gärna oss eller vår handledare

Med vänlig hälsning

Michaela Jönsson
Fysioterapeutstudent
mi6545jo-s@student.lu.se

Maria Starhög
Fysioterapeutstudent
ma4802li-s@student.lu.se

Åsa Tornberg
Docent
Institutionen för hälsovetenskap
Baravägen 3
221 00 Lund, Sverige
asa.tornberg@lu.se