

Indhold

1. Problembeskrivelse	3
1.1. Indledning	3
1.2 Balance og postural kontrol	4
1.2.1 Statisk og dynamisk balance	5
1.2.2 Forudsætninger for balance	6
1.2.3 Balancemæssige krav	7
1.2.4 Aldersrelaterede forringelser af balanceparametre	7
1.2.5 Kraftplatform	8
1.3 Udredning af faldpatienter	10
1.4 Operationalisering	11
1.5 Reliabilitet og overensstemmelse	12
1.6 Validitet	13
1.6.1 Criterion validity	13
1.6.2 Face validity	13
1.6.3 Construct validity	13
1.6.4 Content validity	14
1.7 Beskrivelse af balancetests	14
1.7.1 Kraftplatformens dynamiske balancetest	14
1.7.2 Kraftplatformens statiske balancetest	17
1.7.3 Timed Up and Go test (TUG) og Bergs Balance Skala (BBS)	19
1.8 Sammenligning af balancetests	21
1.9 Problemafgrænsning	22
1.10 Problemformulering	23
1.11 Hypoteser	23
1.12 Formål	24
2. Metode	25
2.1 Litteratursøgning	25
2.2 Videnskabelig metode	25
2.3 Forsøgsprotokol	26
2.3.1 Forsøgsdeltagere	26
2.3.2 Hvervning af forsøgsdeltagere	28
2.3.3 Forsøgsmaterialer	28
2.3.4 Forsøgspstilling	29
2.3.5 Forsøgssted	29
2.3.6 Pilotstudie	29

2.3.7 Forsøg	30
2.3.8 Standardisering af balancetestene på kraftplatformen	31
2.3.9 Etiske overvejelser.....	34
2.4 Statistisk resultatbehandling	36
2.4.1 Parret t-test.....	36
2.4.2 Wilcoxon test	36
2.4.3 Scatterplot med <i>line of equality</i>	36
2.4.4 Spearman's rho	36
2.4.5 Intraclass korrelationskoefficient (ICC).....	37
2.4.6 Bland-Altman plot	37
3. Resultater	38
3.1 Resultater pilotforsøg.....	38
3.2 Resultater forsøg	38
3.3 Test for normalfordeling.....	39
3.4 Reliabilitet og overensstemmelse.....	40
3.4.1 Grafisk overblik af resultater	40
3.4.2 Parret t-test.....	41
3.4.3 Wilcoxon test	41
3.4.4 Indlæringsbias	42
3.4.5 Spearman's korrelationskoefficient	42
3.4.6 Intraclass korrelationskoefficient (ICC).....	43
3.4.7 Bland-Altman plot	43
3.5 Validitet	44
3.5.1 Spearman's korrelationskoefficient	44
4. Diskussion	46
4.1 Diskussion af undersøgelsen for reliabilitet og overensstemmelse	46
4.1.1 Diskussion af forsøgsdesign	46
4.1.2 Diskussion af de statistiske analyser	48
4.2 Diskussion af validitetsundersøgelsen	48
4.2.1 Diskussion af valg af TUG testen og den statiske balancetest	48
4.2.2 Diskussion af resultater	50
4.3 Opsummering af hypoteser	50
5. Konklusion.....	51
6. Perspektivering.....	52
7. Litteraturliste	53

1. Problembeskrivelse

I problembeskrivelsen gives et indblik i projektets fokus- og problemområde. I indledningen præsenteres projektet overordnet og efterfølgende belyses problemområdet og til sidst afgrænses til den endelige problemformulering.

1.1. Indledning

Faldulykker anses som et af de mest omfattende problemer forbundet med det at blive ældre (1). Aldersrelateret svækkelse fører til forringelser af forskellige parametre for balance, såsom synet, den vestibulære- og den proprioceptive sans samt musklernes styrke (2). Sammenspillet mellem de visuelle, vestibulære og somatosensoriske informationer og bearbejdningen af disse i CNS forringes (2), og samtidig svækkes musklerne, fordi de udsættes for aldersbetinget atrofi (3).

På grund af disse aldersrelaterede svækkelser, er andelen af fald stigende med alderen og ca. hver tredje borger over 65 år har mindst ét fald om året. Antallet af fald stiger således, at ca. hver anden over 80 år årligt har mindst ét fald (2, 4).

Ældre mennesker der tidligere er faldet har 2-3 gange forøget risiko for at falde igen indenfor det følgende år (38). Skaderne efter fald kan være alvorlige, og især svagelige ældre kan pådrage sig hoftebrud eller andre former for brud i forbindelse med fald (1, 5). Hoftefrakturer repræsenterer store dele af sundhedsvæsenets omkostninger, som relaterer sig til både operationer, indlæggelsesdage, genoptræning og hjemmehjælp (1, 5).

Hvis en ældre borger tidligere har været udsat for en faldulykke og eventuelt pådraget sig skader, kan en af følgevirkningerne være angst for at falde på ny. Dette kan føre til en invaliderende spiral bestående af mangel på selvtilid og reduceret aktivitetsniveau som ultimativt resulterer i mangel på uafhængighed (1).

Mange fald kan dog forebygges med forskellige former for balancetræning, fordi dette styrker musklerne og kan forbedre evnen til hurtigt at reagere, og dermed afværge et fald (6).

For at begrænse de menneskelige og økonomiske omkostninger som er forbundet med faldulykker, gøres der i Danmark en indsats for at forebygge fald blandt ældre. Sygehusene tilbyder grundig faldudredning af patienter >65 år, som har pådraget sig skader efter fald, og som har høj risiko for at falde igen (4). Faldudredningen omfatter en vurdering af hvilke balancemæssige problemer patienterne har, så en optimal intervention kan sættes i gang (4).

Balance kan ikke kvantificeres og vurderes på baggrund af en enkelt målemetode, fordi det er resultatet af spillet mellem de forskellige balanceparametre, men må vurderes på baggrund af en række forskellige tests, der repræsenterer forskellige delelementer af balancebegrebet (7).

Når faldudredningen skal tilrettelægges, er spørgsmålet således:

Hvilke former for balancetests skal indgå for at give en fyldestgørende vurdering af patienternes balanceproblemer?

I denne sammenhæng må det vurderes hvilke reliable og valide målemetoder for balance der eksisterer. Det drejer sig om målemetoder der evaluerer forskellige balancemæssige aspekter som f.eks. statisk balance, dynamisk stabilitet og dynamisk balance, heriblandt bl.a. kraftplatformsanalyser, ganganalyse, afværgestrategier og test af muskelstyrke.

For at opnå den bedst mulige vurdering af patientens balance, antages det derfor, at der bør inddrages forskellige former for balancetests, som samlet set, er dækkende som mål for den posturale kontrol.

1.2 Balance og postural kontrol

Balance kan virke som et begreb der i første omgang er let at forstå, fordi det er et meget alment benyttet ord, der bruges i mange forskellige sammenhænge. Mange forskellige ting kan være i balance, f.eks. balance i modstanden i et elektrisk kredsløb, handelsbalance eller det at være psykisk i balance (7). Kropslig balance er hvad dette specialeprojekt omhandler, og det er selvsagt noget ganske andet end de ovennævnte eksempler.

Den basale forståelse af kroplig balance, er evnen til at undgå at falde (7). Hvis man er i god balance falder man ikke, men er man ude af balance, er man i risiko for at falde og eventuelt pådrage sig skader.

Spirduto et al. tager udgangspunkt i den simple forståelse af balance og definerer yderligere balance til at være:

"... den proces som forårsager, at vi har kontrol over kroppens massemidtpunkt (Center of Mass (COM)) indenfor vores understøttelsesflade (Base of Support (BOS)), uanset om denne er i stilstand eller under bevægelse" (8, s. 132).

Der eksisterer en tæt interaktion mellem *Center of Pressure (COP)*, *Center of Mass (COM)*, *Base of Support (BOS)*, *Center of Gravity (COG)* og *Limits of Stability (LOS)* og samspillet mellem disse begreber er afgørende for om man kan holde balancen eller ej (7). Beskrivelsen af deres individuelle og samlede betydning er derfor en nødvendig del i forståelsen af balance og postural kontrol.

COM kan oversættes til massemidtpunktet og svarer til centrum for den samlede kropsmasse. I forbindelse med aktiviteter der involverer bevægelse, vil COM flytte sig eftersom kroppens stilling også ændres (9, 10). Menneskekroppen kan betragtes som et omvendt pendul, fordi kropsmassen er fordelt således at 2/3 af massen findes i overkroppen, som er placeret i en højde svarende til 2/3 af kropshøjden. Dette forårsager et ustabil udgangspunkt for balance, fordi COM er placeret højt (11).

Den stående stilling opretholdes, fordi kroppen hele tiden sørger for, at COM befinder sig over understøttelsesfladen (BOS), som afgøres af føddernes placering og afstand. F.eks. er BOS meget lille hvis man har helt samlede ben eller står på ét ben og større ved en mere bredstående stilling (11).

Man kan tænke sig til at der findes en imaginær lodret linje fra COM som har en vertikal projektion på underlaget. Det kræves, både under bevægelse og ved stillestående position, at projektionen rammer indenfor BOS, hvis man skal holde balancen. Projektionen af COM omtales også som *Center of Gravity (COG)* (7) og svarer i stående position til COP (12). Rammer COP udenfor BOS, må man foretage korrigerende bevægelser for at undgå at falde (11).

(Center of Pressure (COP)) kaldes også trykpunktscenteret og forstås som den vertikale projektering af de muskelkræfter der styrer bevægelsen af COM, og det er dermed summen af alle de nedadgående kræfter på underlaget (10, 11).

I stående position svarer stabilitetsgrænsen (LOS) til det område hvor en person, kan bevæge COP uden samtidig at BOS ændres, dvs. med fødderne i samme position (14). LOS er et dynamisk grænseområde som varierer afhængig af om man bevæger sig eller står stille samt som følge af påvirkningen fra omgivelserne (15). Ældre som lider af balanceproblemer kan have mindre LOS end yngre uden balanceproblemer (16), og omfanget af LOS kan bestemmes ved en såkaldt Functional Reach Test (FRT), hvor deltageren foretager vægtoverføring i en bestemt retning indenfor BOS (17).

Når man enten står stille eller bevæger sig, foretager kroppen hele tiden justeringer for at modvirke tyngdekraften (7).

Justeringerne kan foregå med kroppen, armene eller benene og kan både være reaktioner som justerer COM eller BOS. Hvis benene foretager afværgebevægelserne, vil der ske en ændring af føddernes placering og dermed BOS, mens bevægelse af armene eller kroppen flytter COM (11).

Disse afværgereaktioner muliggøres af registreringen af leddenes stillinger som finder sted på baggrund af den vestibulære- og den proprioceptive sans (2).

Balance er relateret til begrebet stabilitet, da det at holde balancen hele tiden indebærer opretholdelsen af muskelspænding i forskellige dele af kroppens posturale muskulatur, samt ved at påvirke understøttelsesfladen (BOS) med en vis vertikal kraft (13).

I stående stilling foregår konstant en aktivering og deaktivering af relevante muskelgrupper, fordi man ikke kan opretholde samme muskelspænding i længere tid ad gangen. Derfor vil påvirkningen af underlaget hele tiden ændres, og man vil udføre små bevægelser omkring en lodret akse. Dette fører til at COP og COM hele tiden bevæger sig (13).

1.2.1 Statisk og dynamisk balance

I stillestående position vil der, som nævnt, altid foregå konstante muskelspændinger af forskellige posturale muskler, hvilket resulterer i, at kroppen bevæger sig lidt, selvom det næsten er usynligt. Dette kan føre til tvetydighed omkring det udbredte brug af begreberne dynamisk og statisk balance, hvor dynamisk balance forstås som involveringen af bevægelse, hvorimod dette ikke er en komponent vedrørende statisk balance (7).

De usynlige bevægelser som gør at COP bevæger sig, forårsages af små ændringer af føddernes kraftoverføring til underlaget. Hvis kroppen f.eks. begynder at svaje lidt bagover, kan dette modarbejdes ved at flytte vægten tilbage på hælene og omvendt hvis kroppen svajer frem (11).

Ved statisk balance, som er vigtig, fordi det er udgangspunktet for aktiviteter der involverer bevægelse, skabes stabilitet i den stillestående position ved hjælp af bevægelser af COP indenfor BOS (11). Hvis opretholdelsen af balance derimod foregår via skridtstrategi, er der tale om dynamisk balance (7). Dynamisk balance beskrives som balance under gang eller løb, hvor BOS hele tiden ændres, fordi man tager skridt (7).

Synlig og usynlig aktivering af posturale muskelgrupper for at genvinde balancen, ved enten stillestående eller dynamiske aktiviteter, kaldes for postural kontrol (9). Dette er udgangspunktet for Pollock et al's definition der beskriver begrebet som et middel til at opretholde, opnå, eller genoprette en tilstand af stabilitet og balance ved alle former for stillinger og aktiviteter (9).

Et andet interessant aspekt i forståelsen af balance og postural kontrol er, at der skal være ligevægt mellem de balancekrav en aktivitet stiller, og de balanceforudsætninger den enkelte har til rådighed. Dette kan beskrives som en vægtmodel hvor balance finder sted, når der er tilstrækkelige balanceforudsætninger (7).

1.2.2 Forudsætninger for balance

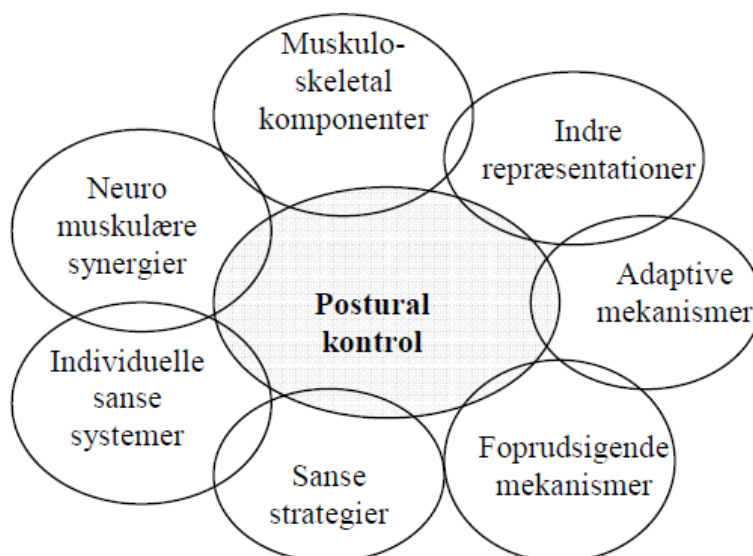
Balanceforudsætningerne består samlet set af både bevægeapparatets funktioner vedrørende stabilitet og mobilitet samt den enkeltes kognitive- og sanse-motoriske kapacitet. Det er et komplekst samspil mellem afferente¹ og efferente² nerveimpulser som holder COP indenfor BOS (10).

Det sensoriske apparat skal kunne modtage rigelige informationer om de omgivelser man færdes i for, at udføre planlagte bevægelser, hvilket bevirker, at man kan orientere kroppen i forhold til tyngdekraften (7). Informationerne skal dog også bearbejdes, dvs. at synsindtryk og informationer fra den vestibulære- og den proprioceptive sans skal gøres brugbare, så man kan reagere på dem (7). Det er dog også nødvendigt være proaktiv, hvilket vil sige hensigtsmæssigt at planlægge sine bevægelser. Dette lærer man via tidlige erfaringer i barndommen på baggrund af leg og fysisk aktivitet. Man skal dog fortsat være fysisk aktiv som voksen, så bevægeerfaringerne kan blive vedligeholdt (7).

Nedenfor er opsummeret eksempler på parametre der styrker balanceforudsætningerne:

- Synssansen, den vestibulære sans, følesansen og den proprioceptive sans.
 - Den kognitive funktion som giver forudsætninger for optimal bearbejdning af sanseinformationerne.
 - Reaktive og proaktive strategier, som er evnen til at justere og planlægge bevægelser.
- (7)

Shumway-Cook og Woollacott's har udarbejdet denne forståelsesmodel af de elementer eller subsystemer som tilsammen udgør postural kontrol:



Figur 1. Model af de mange elementer der danner forudsætningerne for postural kontrol (21, s. 6).

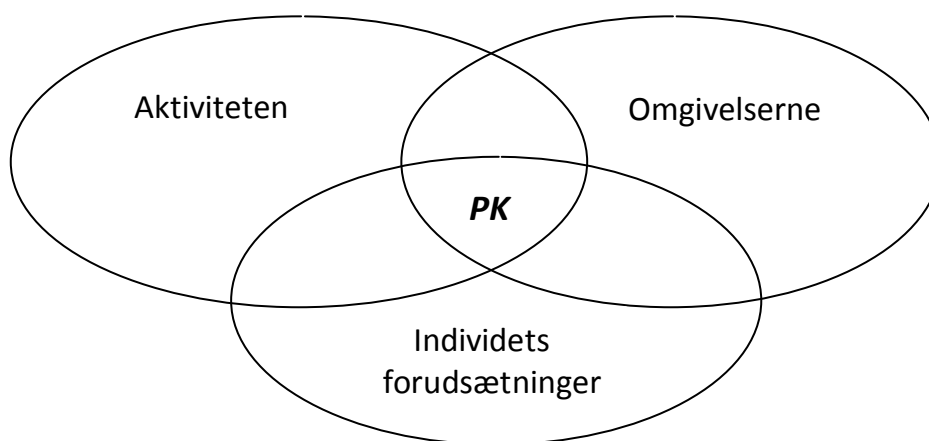
På baggrund af opsummeringen og denne model, er det klart, at mange forskellige elementer, samt deres indbyrdes samspil, tilsammen giver forudsætningssiden overvægt i forhold til de balancemæssige krav.

¹ Nerveimpuls der føres op til CNS fra muskler og led (18).

² Nerveimpuls der føres bort fra CNS og ud til musklerne (19).

1.2.3 Balancemæssige krav

De udfordringer en aktivitet stiller til balancen er bestemt af selve aktiviteten, men faktorer i omgivelserne kan også øge kravene. Hvis der f.eks. er forstyrrende elementer i samme rum hvor der foretages en balanceopgave der går ud på at stå på et ben i en vis periode, kan dette gøre opgaven sværere at gennemføre (7). Kravene indeholder således både udfordringer i selve bevægeopgaven og i konteksten, hvilket anskueliggøres af Shumway-Cook og Woollacott i figur 2:



Figur 2. Samspil mellem de tre faktorer har indvirkning på den posturale kontrol (PK) (21, s. 6).

Hvis balanceforudsætningerne er tilstrækkelige til at modsvare balancekravene i forbindelse med en aktivitet, vil balancen kunne opretholdes uden voldsomme korrektioner (7).

Balancekravene stiller større krav til de individuelle balanceforudsætninger ved dynamisk aktivitet end ved statisk (7). Hvis man f.eks. er ude og gå en tur, placeres fødderne i anterior-posterior retningen, og har kun skiftevis kontakt til underlaget, hvilket i perioder giver meget lille BOS. Når man løber, bliver kravene endnu højere, da der under skridtfasen, slet ikke er kontakt til underlaget (7).

1.2.4 Aldersrelaterede forringelser af balanceparametre

I takt med at alderen stiger, følger gradvise forringelser af forskellige sansesystemer der medvirker til den posturale kontrol. Balanceproblemerne kan opstå, når bare ét af de forskellige parametre svækkes, fordi systemerne fungerer i et indbyrdes samspil (2).

Der findes forskellige måder hvorpå kroppen aldres: Primær aldring betegnes som forringelser af specifikke funktioner som syn og hørelse, mens sekundær aldring bygger på omgivelsernes påvirkninger, dvs. hvad kroppen har været udsat for gennem tiden og hvor slidt den er (2).

Proprioception:

Den proprioceptive sans, som også betegnes som det somatosensoriske system, er årsagen til at kroppens led hjælper med at holde balancen. I ligamenterne og i senerne omkring alle led findes nemlig nerveceller som kan måle de bevægelser der finder sted når celleragene inde i kroppen skubbes sammen eller strækkes, hvilket gør at der sendes nerveimpulser gennem de proprioceptive baner til CNS (2). Disse informationer bevirker, at man kan fornemme hvordan leddene er flekterede, hvilket er anvendeligt i forhold til valg af hensigtsmæssige stillinger (2). Den proprioceptive sans er vigtig i forbindelse med rumlig

orientering i stillestående position (16), men den kan svækkes med alderen, fordi der sker et fald i antallet af nerveender i ligamenterne. Dette er påvist i et Japansk studie, hvor der er observeret aldersmæssig reduktion af dette antal i coracoacromial-ligamentet (21).

Det vestibulære system:

Den vestibulære sanseapparat lokaliseres i det indre øre, og det registrerer kroppens og hovedets rumlige position og bevægelse. Det kaldes også for det vestibulære system og består af specielle otolith organer som registrerer hovedets position og bevægelse på baggrund af tyngdeaccelerationen. De såkaldte semicirkulære kanaler registrerer måden hvorpå hovedet bevæges, fordi de indeholder væske som forskybtes ved bevægelse, og stimulerer sansehår som er placeret i disse kanaler (16). Denne sans svækkes med alderen, fordi der sker degenerative forandringer af otolith organerne, samtidig med at antallet af sansehår gradvist reduceres (20), og omkring 40 % af sansehårene kan være forsvundet ved 70 års alderen (23).

Optimal funktion af den vestibulære- og proprioceptive sans bevirker, at informationerne hurtigt bliver registreret i hjernen så der hurtigt kan foretages justerende bevægelser som kan forhindre et fald (2).

Det visuelle system:

Synet er et vigtigt element i det at holde balancen, da man orienterer sig om omgivelserne via synet (2).

Den rumlige orientering opnås via det perifære syn og afstandsbedømmelse sker på baggrund af det centrale syn (24). Man kan få sværere ved at fortolke synsindtryk hvis der sker forringelser af disse egenskaber hvilket kan ske, fordi øjets linje efterhånden bliver stivere, og man får derved sværere ved at fokusere på genstande tæt på. Linsen bliver også mere uklar, hvilket bevirker at lyset har sværere ved at trænge igennem til nethinden, og det kan blive sværere at se ved svagt lys (24).

Det muskuloskeletale system:

Knoglerne hvorpå musklerne udspringer og tilhæfter samt de tilhørende nerver der fører til og fra CNS, beskrives som det muskuloskeletale system (10). Postural kontrol opstår på baggrund af det dette system, fordi man foretager korrigerende bevægelser for, at holde COP indenfor BOS (10).

Musklerne svækkes gradvist, fordi de udsættes for en aldersbetinget atrofi der begynder at accelerere ved 60 års alderen. Der sker desuden en udskiftning af nogle af muskelfibre med fedt og bindevæv hvilket bevirker, at musklernes funktion forringes. Dette finder især sted, hvis man ikke foretager styrketræning hvilket ellers kan modvirke eller forsinke denne tendens (3).

1.2.5 Kraftplatform

De posturale korrektioner, hvor COP flyttes indenfor BOS i stillestående position for at opretholde balancen, er som tidligere beskrevet næsten usynlige. Der findes derfor et måleredskab, som kaldes en kraft- eller balanceplatform³, som via en såkaldt postugrafimåling kan måle disse korrektioner (13). Apparatet kan derved anvendes af sundhedsprofessionelle i kliniske undersøgelser af personer med balanceproblemer (7).

Kraftplatforme bruges samlet set til, at evaluere disse tre forskellige aspekter af postural kontrol:

- Stabilitet:

³ I dette projekt kaldet kraftplatform

Evnen til at bevare kroppen så stillestående som muligt i stående position.

- Symmetri:
Evnen til at fordele vægten ligeligt mellem fødderne i stående position.
 - Dynamisk stabilitet:
Evnen til at flytte COP eller COG i kontrollerede bevægelser indenfor BOS.
- (12)

Kraftplatformen giver mulighed for at foretage forskellige former for balancetests, idet der både findes den statiske tests, der som benævnt måler de posturale korrektioner, samt andre former for mere dynamiske tests, hvor man skal flytte COP i kontrollerede bevægelser indenfor BOS. I Good Balance softwaren kaldes posturafimålingen for en statisk balancetest, mens en test hvor man skal bevæge COP indenfor BOS kaldes for en dynamisk balancetest. Det er denne dynamiske balancetest der fortages analyser af reliabilitet og overensstemmelse for i dette projekt. På side 14 findes en nærmere beskrivelse denne test.

Hovedkomponenterne til systemet er en trekantet platform samt en computer med tilhørende software (se figur 3). Platformen forbindes med computeren via USB-stik eller Bluetooth og efter en endt balancetest, vises en kurve over COP's bevægelse på computerskærmen. Disse COP-kurver kvantificeres og kan dermed bruges som udtryk for kroppens svaj. Det er en grundlæggende antagelse for anvendelsen af kraftplatformen, at dette svaj integrerer de forskellige komponenter, der er nødvendige for at opretholde stående position, og at det således er et udtryk for personens balance (13). Testpræstationen kvantificeres via en score fra 0-100 for begge former for balancetests som et udtryk for præstationen. Jo højere score, desto bedre præstation.

Ifølge manualen til kraftplatformen og en undersøgelse udført af A. Punakallio, er COP-målingen baseret på registreringen og analysen af de vertikale kræfter som produceres af brugeren og som overføres til overfladen under ham eller hende (25). De vertikale kræfter registreres via tre krafttransducerer (kraftsensorer) placeret i hvert hjørne af platformen. Transducerne er tilsluttet en elektronisk enhed under platformen og er følsomme overfor selv meget små ændringer i kræfterne. Den elektroniske enhed konverterer de analoge signaler fra transducerne til digital form, så de videre kan bearbejdes, med en samplingfrekvens på 50 Hz (25).

Ifølge manualen til kraftplatformen er systemets hovedfunktioner følgende:

- Måling af balance i forskellige positioner.
- Analyse af resultater.
- Sammenligninger af testresultater i grafisk og numerisk form.
- Måling af statisk belastning ved forskellige former for fod placeringer.



Figur 3. Kraftplatform

- Dynamisk træning og måling af dynamisk balance ved brug af optegnede ruter, eller ved ruter som brugeren af systemet selv designer.

1.3 Udredning af faldpatienter

Sundhedsstyrelsen udgav i 2006 en publikation med anbefalinger til hvad der skal ske, med personer >65 år der henvender sig på skadestuen efter fald, eller patienter der indlægges efter fald og som vurderes at have høj risiko for yderligere fald i fremtiden. Anbefalingerne er henvendt til sygehusledelserne på landets sygehuse og til sundhedspersonale på skadestuerne (4).

Risikoen for fremtidige fald vurderes af en læge eller sygeplejerske på baggrund af en anamnese, hvor årsagen til faldet eftersøges. Uforklarlige fald, som ikke kan tilskrives ydre faktorer, og fald med bevidsthedstab, skal føre til yderligere udredning (4). Hvis patienten har haft flere fald indenfor det sidste år, hvis patienten lider af svimmelhed og gang- eller balanceproblemer, kan dette føre til at patienten vurderes til at have forhøjet risiko for fald (4).

Anbefalingerne er lavet for at forebygge fald og dermed knoglebrud samt andre skader blandt ældre (4). Forebyggende tiltag er et vigtigt element i forbindelse med, at komme problemerne med faldulykker til livs. Fordi de kan bremse antallet af indlæggelser relateret til faldulykker, som ellers ventes at stige, frem mod år 2040, på grund af det stigende antal af personer >65. Det er dokumenteret, at der via målrettet intervention, kan opnås betydelig reduktion i risikoen for fald for denne gruppe ældre (4).

Denne intervention, kan f.eks. bestå af medicinoptimering, boligændringer eller fysisk træning som balance-, styrke- og gangtræning. Interventionen skal planlægges på baggrund af de multifaktorielle årsager der kan føre til fald, og det er således vigtigt at foretage en grundig faldudredning for disse patienter (4).

Faldudredningen omfatter systematiske undersøgelser af alle de elementer der indgår i den posturale kontrol og derfor involveres flere faggrupper i udredningen. Faldudredningen indeholder undersøgelser indenfor følgende faktorer:

- De sensoriske funktioner (synssansen samt den proprioceptive- og vestibulære sans)
 - Neurologiske forhold (sansebearbejdning og motorisk funktion)
 - Bevægeapparatet (led og muskler)
 - Det kardiovaskulære system (hjerteproblemer og forhøjet blodtryk)
- (4).

Fysioterapeuter involveres i faldudredningen, i det problemer mht. gang og balance er de primære risikofaktorer for fald. Der skal derfor indgå en vurdering af patientens funktionsstatus, som indeholder undersøgelser af patientens balanceforudsætninger. Dette foregår via forskellige former for balancetests, der hver især tester forskellige parametre der indgår i postural kontrol (4).

Fysioterapeut på Faldklinikken på Geriatrik Ambulatorium i Aalborg Sygehus Syd, Morten Villumsen (MV) oplyser at den fysioterapeutiske udredning indeholder forskellige undersøgelser vedrørende aktivitet og deltagelse og fysisk funktionsniveau samt de kontekstuelle faktorer der gennemgås ved hjælp af en anamnese. Dette svarer til ICF⁴ komponenterne for vurdering af funktionsevne. MV fortæller at vurderingen foretages på baggrund af Bergs Balanceskala, ganganalyse, Dynamisk gang index, analyse af

⁴ International Classification of Functioning and Disabilities

afværgereaktioner vedrørende hofte- og ankelstrategi, rejse-sætte sig test, ledbevægeligheds-test samt muskelstyrketest.

MV fortæller, at disse undersøgelser alle er kliniske tests, som enten vurderes subjektivt af den person der tester patienterne eller objektivt via aflæsning på en måleskala. Han fortæller endvidere, at faldudredningen også involverer en teknologisk test, i form af en kraftplatformsanalyse, som bruges til vurderingen af patienternes posturale stabilitet.

Det giver god mening at denne test medtages, da opretholdelsen af postural kontrol i stående position, som tidligere beskrevet, er en forudsætning for alle aktiviteter der involverer dynamisk balance (7). Opretholdelsen af balance under gang og andre dagligdagsaktiviteter, er dog også påvirket af den dynamiske stabilitet, altså evnen til sikkert og præcist, at kunne bevæge COP indenfor BOS (14). Da kraftplatformens dynamiske balancetest netop tester dynamisk stabilitet, kan dette være argumentation for også at indføre denne balancetest som en del af faldudredningen.

1.4 Operationalisering

Hvis man har en formodning om at en person lider af et helbredsmæssigt problem og gerne vil undersøge dette, må man spørge sig selv hvordan man vil registrere tilstedeværelsen og karakteren af dette fænomen. Dette er nødvendigt i forbindelse med igangsætningen af en eventuel intervention eller behandling som gerne skal tilrettelægges så hensigtsmæssigt som muligt. Så det man skal finde ud af, er hvordan man operationaliserer det fænomen som undersøgelsen omhandler (35).

Først skal der gives en nominel definition, hvilket er en beskrivelse af undersøgelsens formål. Hvis et af nøgleordene i denne beskrivelse f.eks. er balanceproblemer, skal det angives præcis hvilken form for balanceproblem man vil undersøge en bestemt gruppe mennesker for.

Herefter finder den begrebsoperationelle definition sted, i det man tydeliggøre hvilken delviden man skal skaffe for, at afgøre om en person lider af de beskrevne balanceproblemer (35). Hvis balanceproblemerne f.eks. drejer sig om gangproblemer, skal det således beskrives hvilke aspekter af den posturale kontrol og hvilke faktorer for denne, der har indflydelse på gangproblemer. I dette tilfælde er aspekterne eksempelvis både stabilitet i stående position, dynamisk stabilitet og dynamisk balance, og faktorerne kan f.eks. være muskelstyrke, ledbevægelighed og sansemæssig information og bearbejdning.

Når dette er beskrevet kommer man til den konkretoperationelle definition, hvor man konkret angiver hvordan man vil skaffe den nødvendige delviden (35). I dette tilfælde hvilke former for analysemetoder og balancetests der skal benyttes.

Der kan dog være problemer forbundet med operationaliseringsbegrebet, da man i nogle tilfælde ikke præcis kan definere hvilken delviden man skal have og hvordan den skal skaffes. Således er det et spørgsmål om hvad man vurderer som værende de bedste løsninger (35). Dette er også tilfældet indenfor balanceområdet og i faldudredningen, hvor det skal vurderes hvilke former for tests der skal benyttes på baggrund af de informationer man ønsker at få.

1.5 Reliabilitet og overensstemmelse

Reliabilitet betyder pålidelighed og angiver om det er muligt at opnå de samme resultater ved to eller flere målinger. Især for præstationstests, er det dog ikke realistisk at få nøjagtig de samme resultater, og derfor accepteres en mindre variation i målingerne (26). I klinisk praksis er det vigtigt, at benytte reproducerbare målemetoder, f.eks. hvis man gerne vil måle en forskel før og efter en behandlingsform eller lang tids rehabilitering. God reliabilitet er derved en forsikring for kvalitet (27), og derfor skal der, ved indførelse af enhver ny test, forinden, være foretaget en undersøgelse af testens reliabilitet og validitet. Denne undersøgelse skal konkludere, at man kan stole på, testens resultater som et pålideligt og gyldigt mål for det den er beregnet til at måle (26).

Den variation der vil være tilstede i forbindelse med to eller flere tilsvarende målinger kaldes *measurement error* og kan enten være systematisk variation (*bias*) eller tilfældig variation (*random error*). Bias betyder at resultaterne generelt peger i enten positiv eller negativ retning. Positiv bias kan være forårsaget af at deltagerne bliver bedre til at udføre testen undervejs og derfor opnår bedre resultater ved test 2. Negativ bias kan skyldes at forsøgspersonerne bliver trætte i løbet af testen og derfor ikke scorer lige så højt anden gang de udfører testen (26).

I litteraturen skelnes mellem reliabilitet og overensstemmelse, men begreberne er beslægtet og kan samlet set blive betragtet som reproducerbarhed, da begge begreber drejer sig om hvorvidt målingernes resultater er reproducerbare i test-retest situationer (28). Der skal således foretages statistiske analyser af både reliabilitet og overensstemmelse i en test-retest undersøgelse som denne.

En undersøgelse for overensstemmelse, drejer sig om hvorvidt to grupper af resultater er identiske eller ej samt graden af konsensus. Reliabilitet defineres som forholdet af variabilitet mellem deltagerne og den totale variation af alle målinger i stikprøven (*measurement error*) (27).

I undersøgelser af reliabilitet og overensstemmelse skelnes mellem to forskellige spørgsmål:

- "Hvor god er overensstemmelsen mellem gentagne målinger?" Dette vedrører *measurement error* og er en vurdering af præcis hvor tæt scorerne fra de gentagne målinger er på hinanden (28).
- "Hvor reliabel er målingen?" Eller med andre ord, hvor godt kan deltagerne blive skelnet fra hinanden på trods af *measurement error* (28).

Undersøgelser af reliabilitet og overensstemmelse kan udføres på baggrund af disse forskellige koncepter:

- Intra-tester reliabilitet:
Angiver om samme tester (forsøgsansvarlige) opnår ensartede resultater ved brugen af samme måleredskab, forsøgspersoner og procedure på forskellige tidspunkter. Dette betegnes også som en test-retest undersøgelse (26, 27).
- Inter-tester reliabilitet:
Angiver om to eller flere testere opnår samme resultater ved brugen af samme måleredskab, forsøgspersoner og procedure (26, 27).
- Intra-day reliabilitet:
Angiver om der kan opnås ensartede resultater ved samme test indenfor den samme dag (26).
- Inter-day reliabilitet:
Angiver om der kan opnås ensartede resultater ved en test med flere dage imellem test 1 og 2 (26).

1.6 Validitet

Reliabilitet og validitet er tæt forbundet, i det høj reliabilitet er nødvendig for at opnå høj validitet. En målemetode kan dog godt være reliabel uden at være valid, hvilket betyder, at testen ikke kan bruges (26). Det er således nødvendigt at foretage en analyse af begge begreber, før man kan konkludere, at man kan stole på en ny målemetode (26).

Hvis et måleredskab skal vurderes til at have god validitet, altså, at det er et gyldigt måleredskab der måler det, det er beregnet til at måle, skal der foretages en undersøgelse vedrørende én eller flere former for validitet.

Validitetsbegrebet kan opdeles i fire forskellige former: *criterion validity*, *face validity*, *content validity*, og *construct validity* (26).

1.6.1 Criterion validity

Denne form for validitet opdeles i tre underkategorier:

Concurrent validity (sideløbende validitet): En validitetsform der undersøger, om der kan påvises acceptabel overensstemmelse mellem en ny målemetode og en anden metode der måler de samme egenskaber. Man vil typisk sammenligne den nye målemetode med en *gold standard*-metode, som man ved har høj validitet (26).

Predictive validity (forudseende validitet): Søger at påvise, at et måleresultat er en valid indikator for et bestemt udfald i fremtiden. Dette gøres ved at gennemføre en måling med den nye målemetode, og vente et relevant stykke tid, for at finde ud af om kriteriet bliver opfyldt. F.eks. om en måling af statisk eller dynamisk balance kan informere om risikoen for faldulykker i fremtiden (26).

Prescriptive validity (henvisende validitet): Angiver i hvor høj grad et måleresultat kan bruges til, at afgøre hvilken form for behandling en patient skal tilbydes (26).

1.6.2 Face validity

Face validity angiver i hvilket omfang en målemetode, af den sundhedsprofessionelle, vurderes til at måle det, den er beregnet til. Både den sundhedsprofessionelle og patienten skal kunne se formål med, og mening i at udføre testen (26).

1.6.3 Construct validity

Construct validity benyttes hvis der ikke findes en *gold-standard*-målemetode af den egenskab man ønsker at måle. Ved hjælp af forskellige teorier eller begreber, skal der defineres nogle målbare parametre der fortæller noget om den egenskab man ønsker at måle. Man kan derefter sammenligne den nye målemetodes resultater med resultater fra flere eksisterende målemetoder, som man mener, indeholder delelementer af den nye målemetode (26).

1.6.4 Content validity

Content validity baseres ligesom *face validity* på subjektive vurderinger og således angiver denne validitetsform også om et måleredskab lader til at være passende for den egenskab der skal måles. Disse vurderinger foretages af eksperter under udviklingen af det nye måleredskab.

Hvis målemetoden indeholder et udvalg af relevante funktioner og aktiviteter er den sandsynligvis valid (26).

1.7 Beskrivelse af balancetests

I dette afsnit gives en beskrivelse af kraftplatformens dynamiske balancetest samt de tests der bruges i validitetsundersøgelsen af denne, nemlig: kraftplatformens statiske balancetest og Timed Up and Go testen (TUG) Derudover gives en kort beskrivelse af Bergs Balance Skala, fordi det har været overvejet at bruge denne test i stedet for TUG testen.

1.7.1 Kraftplatformens dynamiske balancetest

Den dynamiske balancetest er en funktion til måling af en persons dynamiske balance. Denne balancetest udfordrer balancen mere end den statiske test, da brugeren kommer ud i ydrekanten af BOS.

Softwaren indeholder forskellige varianter af dette, men den test der benyttes i dette projekt er en form for spil, hvor det gælder om at ramme otte firkanter, der er opstillet i en cirkelform, med sit COP.

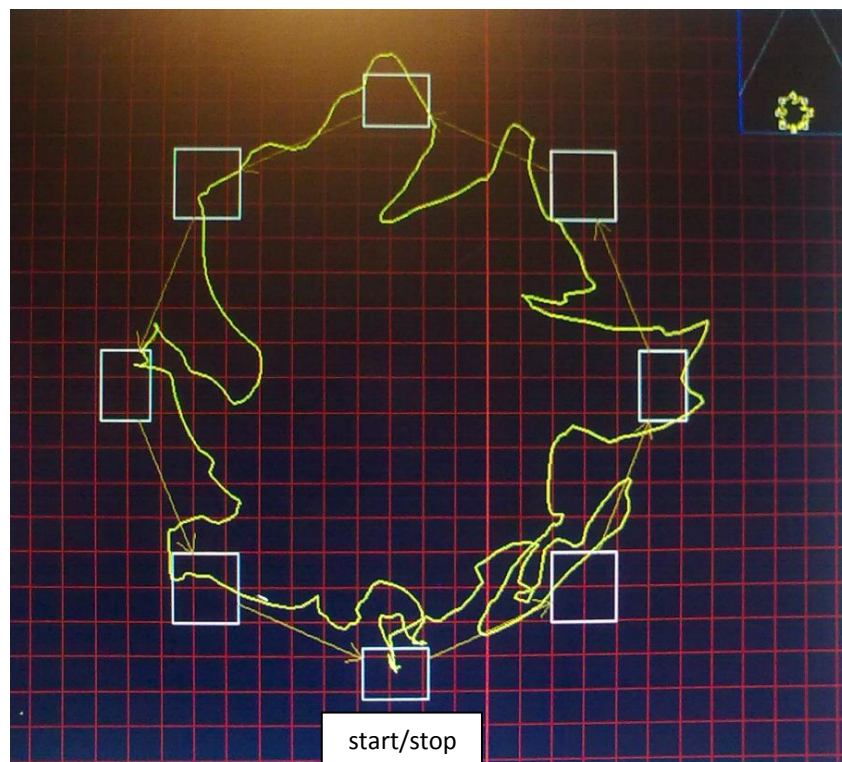
I forbindelse med vurderingen af præstationen, vises følgende variabler på skærmen:

- Tiden det tager at ramme alle firkanterne.
- Længden af COP-kurven, som viser hvordan COP har bevæget sig under gennemførelsen af testen (25).

Softwaren udregner desuden en score på baggrund af disse variabler. Scoren kan variere mellem 0-100 og jo højere score er, desto bedre er præstationen. Denne score bruges som outcome variabel i dette projekt.

Udførelse af testen:

Deltagerne starter med, at stå på midten af platformen og bevæger så sit COP baglæns mod den nederste firkant og foretager derefter en cirkelformet bevægelser fra højre mod venstre. Testen er gennemført når deltageren har ramt alle firkanter og er vendt tilbage til den nederste (se figur 4).



Figur 4. Kraftplatformens dynamiske balancetest

Dynamisk balance eller dynamisk stabilitet?:

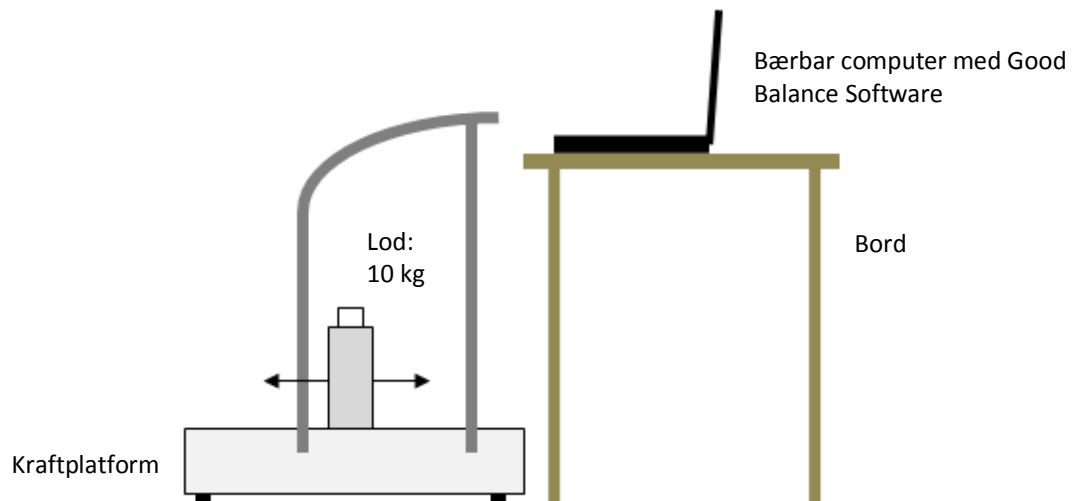
I litteraturen skelnes mellem dynamisk balance og dynamisk stabilitet, i det dynamisk balance kan beskrives som værende opretholdelsen af den posturale kontrol under gang eller løb (7), dvs. at COP bevæges udover BOS og der derfor må foretages skridtstrategi, hvilket fører til ændring af BOS. Dette finder dog ikke sted ved denne balancetest, da BOS ikke ændres undervejs, fordi fødderne forbliver i samme position.

Goldie et al definerer dynamisk stabilitet til at være evnen til at flytte COP i en kontrolleret bevægelse indenfor BOS (11). Dette må således være argumentationen for at kalde denne målemetode for en dynamisk balancetest. På baggrund af definitionen på dynamisk stabilitet, vurderes testens facevalidity at være høj, da man netop skal bevæge COP i kontrollerede bevægelser indenfor BOS for, at ramme firkanterne.

Scale:

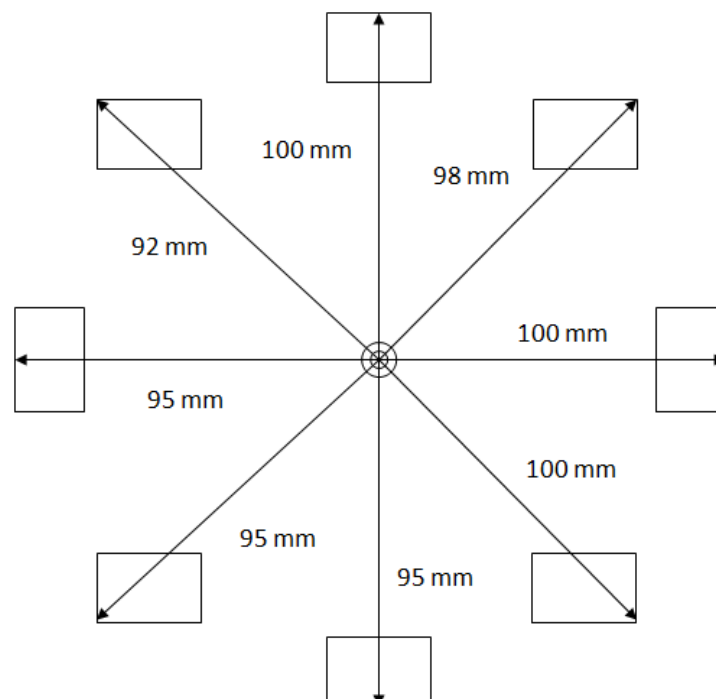
Den dynamiske balancetest indeholder indstillingsmuligheden Scale, hvilket gør det muligt at bestemme banens størrelse. Man kan vælge en indstilling mellem 10 og 100 mm, hvilket defineres som afstanden fra centrum til den yderste grænse af COP-vinduet (25). Testen er som standard indstillet til 100 mm, når en ny test påbegyndes. Ved denne indstilling er den optimale afstand igennem alle målområder 502,2 mm (25).

I forbindelse med vurderingen af hvilken indstilling der skulle bruges til forsøgene i dette projekt, blev der foretaget testforsøg hvor et lod på 10 kg, som normalt bruges til kalibrering af kraftplatformen, blev ført fra centrum af kraftplatformen og ud til firkanterne. Det blev derefter opmålt hvor langt loddet skulle flyttes væk fra centrum af platformen, før det ramte den bagerste kant af de enkelte firkanter (se figur 5).



Figur 5. Opstilling vedrørende test for indstilling af *Scale*

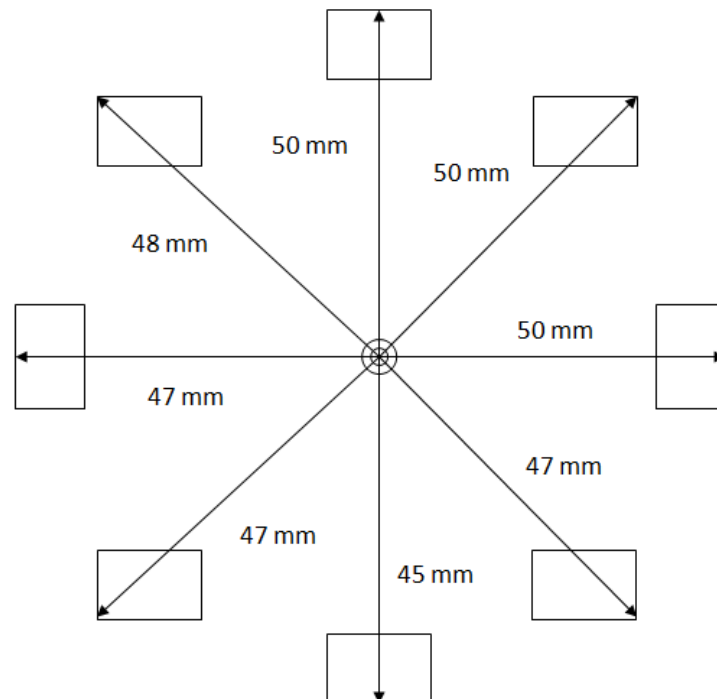
Figur 6 viser hvor langt loddet skulle flyttes ved en indstilling af *Scale* på 100 mm:



Figur 6. Afstand til målområderne fra centrum (*Scale*: 100 mm)

Her ses at loddet skulle flyttes ca. 100 mm, før det ramte firkanterne og, at indstillingen dermed er korrekt. Det kan dog være svært at gennemføre balancetesten ved denne indstilling, da den kræver stor stabilitetsgrænse (LOS), fordi COP har lang vej hen mod firkanterne og det blev derfor vurderet, at testen ville være for svær for ældre >65 år.

Figur 7 viser samme testforsøg som figur 6, men her er *Scale* indstillet til 50 mm. Afstanden fra centrum til hver enkelt firkant burde derved blive halveret.



Figur 7. Afstand til målområderne fra centrum (Scale: 50 mm)

Det ses at denne indstilling også er korrekt, i det loddet skulle flyttes ca. 50 mm før det ramte målområdernes bagerste kant. Den optimale afstand gennem alle mål ved en indstilling på 50 mm, må således være $502,2 \text{ mm}/2 = 251,1 \text{ mm}$. Opmålingerne er dog forbundet med usikkerhed, da COP vises meget følsomt på skærmen og bevæger sig således en lidt, selvom der måles på det stillestående lod. Dette kan være årsagen til, at målene ikke er helt præcise.

Floor/ceiling-effekt:

For at undgå floor-effekt skulle det sikres, at forsøgsdeltagernes individuelle balanceforudsætninger kunne modsvare balancetestens krav, og derfor blev indstillingen på 50 mm valgt til forsøgene i dette projekt. Den dynamiske balancetest er nemmere at gennemføre, men trods alt stadig udfordrende, når afstanden til målområderne er halveret i forhold til standardindstillingen. Dette vurderes at være velegnet til personer >65 år.

1.7.2 Kraftplatformens statiske balancetest

Ved den statiske balancetest skal deltageren stå så stille som muligt på kraftplatformen i 30 sekunder. For at variere sværhedsgraden, findes der forskellige måder at udføre balancetesten på, da den kan både udføres med åbne og lukkede øjne (EO og EC). Derudover kan man veksle mellem forskellige fodstillinger, f.eks. tandem, step, og stående på det ene eller på begge ben (12, 29, 30). De forskellige varianter af den statiske balancetest på kraftplatformen er reliable og har opnået bred accept som målemetode af postural kontrol (12, 29).

Sensorerne under platformen måler de vertikale kræfter som er forårsaget af deltagerens vægtforskydninger på underlaget, og derved opnås den gule kurve over deltagerens bevægelse af COP (se

figur 8). De primære bevægelser af COP i stående position finder sted i anterior-posterior retningen (24), hvilket også ses på figur 8.

I forbindelse med vurderingen af præstationen, udregnes følgende variabler:

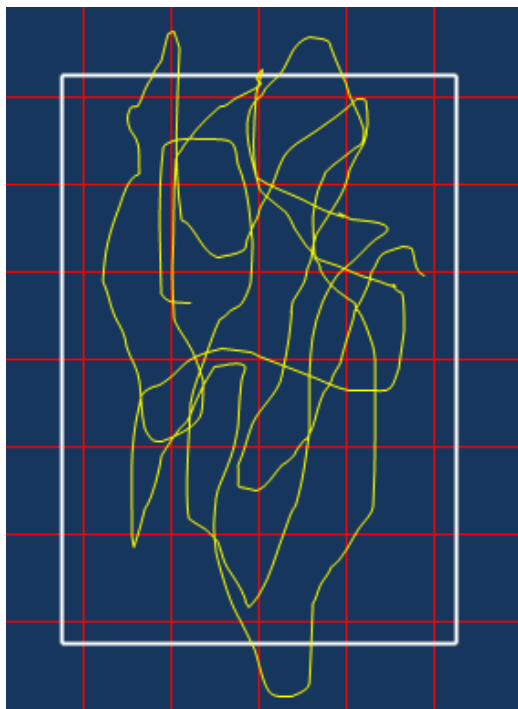
- Den hastighed COP har bevæget sig med undervejs.
- Det areal COP har bevæget sig indenfor.

Udover dette udregnes også her en præstationsscore som kan variere mellem 0-100. Scoren bliver højere jo mindre COP bevæges, dvs. jo højere score, desto bedre resultat. Det gælder således om at minimere bevægelsen af COP så meget som muligt.

Scoren udregnes på baggrund af de nævnte variabler (11).

Den statiske balancetest bruges i forbindelse med validitetsundersøgelsen af den dynamiske balancetest. Præstationsscoren bruges som outcome variabel i dette projekt.

Under testen skal deltagerne fokusere på et fixpunkt på væggen ca. 2-3 meter væk (se figur 9), og for at opnå optimalt resultat, er det vigtigt at alle overholder forhold vedrørende standardiseringen for udførelse (standardiseringsanvisningen findes i metodeafsnittet på side 30).



Figur 8. Kurve over deltagerens bevægelse af COP



Figur 9. Statisk balancetest med fixpunkt

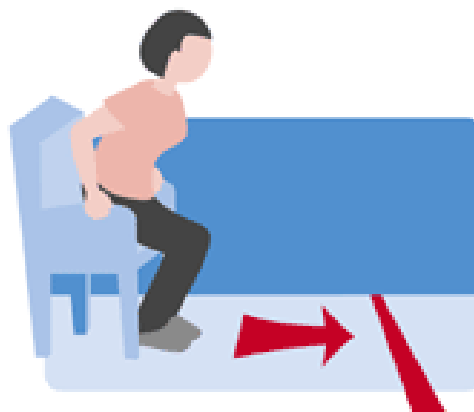
1.7.3 Timed Up and Go test (TUG) og Bergs Balance Skala (BBS)

TUG testen bekræftes som en valid og reliabel målemetode af ældres mobilitet og funktionsniveau (31). Det er en balancetest hvor dynamisk balance indgår som komponent, i det COM og BOS ændres undervejs, fordi der tages skridt.

Testen kvantificerer den funktionelle mobilitet i sekunder, ved den tid det tager deltageren at udføre denne opgave:

Rejse sig fra en stol (sæde ca. 46 cm højt og armlæn ca. 56 cm), gå tre meter, vende rundt og gå tilbage til stolen og sætte sig igen.

Deltageren bliver instrueret til at indtage startpositionen, hvilket er siddende oprejst med ryggen lænende mod ryglænet. Tidtagningen begynder ved startsignalet og slutter når deltageren igen sidder i denne position (17).



Figur 10. Timed Up and Go test (TUG)

TUG er en balancefunktionstest der, når den suppleres med andre mobilitets- og funktionstests, bl.a. Berg Balance Scale (BBS), anbefales som egnet til vurdering af funktionsniveau. Det tilrådes at suplere disse tests, da der ikke er fundet stærk statistisk korrelation imellem dem (17).

Bergs Balance Skala:

BBS er en valid og reliabel målemetode til vurdering af ældres funktionsniveau og faldrisiko, fordi resultaterne korrelerer med sundhedsprofessionelles laboratoriemålinger af det posturale svaj og, fordi den kan identificere fremtidige faldpatienter (32). BBS er den bedste funktionelle test til, at skelne ældre med og uden faldrisiko (31), og benyttes derfor i stor udstrækning i klinisk praksis (17). Den vurderer funktionsniveauet på baggrund af 14 udførte statiske og dynamiske øvelser, der svarer til hvad man kommer ud for i hverdagen (32). Resultatet baseres på testerens individuelle vurdering, men kan betegnes som en objektiv målemetode, fordi den indeholder meget præcise retningslinjer for hvordan hver øvelse skal scores (32). Til hver opgave gives mellem 0 og 4 point og jo flere point en person opnår, desto lavere er risikoen for fald. Det højeste samlede antal point er 54 og et resultat på 49 point anses som cut off-scoren for forøget faldrisiko. Et resultat på ≤ 46 point er cut off-scoren som angiver høj risiko for fald(17).

BBS er således den bedste målemetode af ældres balance, men ulempen er at den er omfattende og tidskrævende. Varigheden af BBS angives til >30 minutter (23). I klinisk praksis kan man være interesseret i at benytte en knap så ressourcekrævende målemetoder af en patients funktionsniveau (23).

TUG testen er et eksempel på en mere simpel test der er nemmere at udføre for både testeren og deltageren. BBS og TUG testen menes, at repræsentere fælles delelementer (26) og deres indbyrdes sammenhæng er derfor blevet undersøgt.

En brasiliansk undersøgelse fandt ingen signifikant korrelation mellem TUG og BBS (17), mens skaberne af TUG derimod fandt god sammenhæng mellem testene (26). Den brasilianske undersøgelse konkluderer dog alligevel, at der er sammenhæng mellem de to tests, i det der er 90 % overensstemmelse mellem de to test i forbindelse med forudsigelsen af faldrisiko. Dette konkluderes, fordi alle undersøgelsens 30 deltagere scorede >49 point ved BBS, hvilket er cutoff-scoren for faldrisiko, mens 27 af dem klarede TUG testen på ≤ 12 sekunder, hvilket vurderes som normalscoren for ældre med normal funktionsniveau (17).

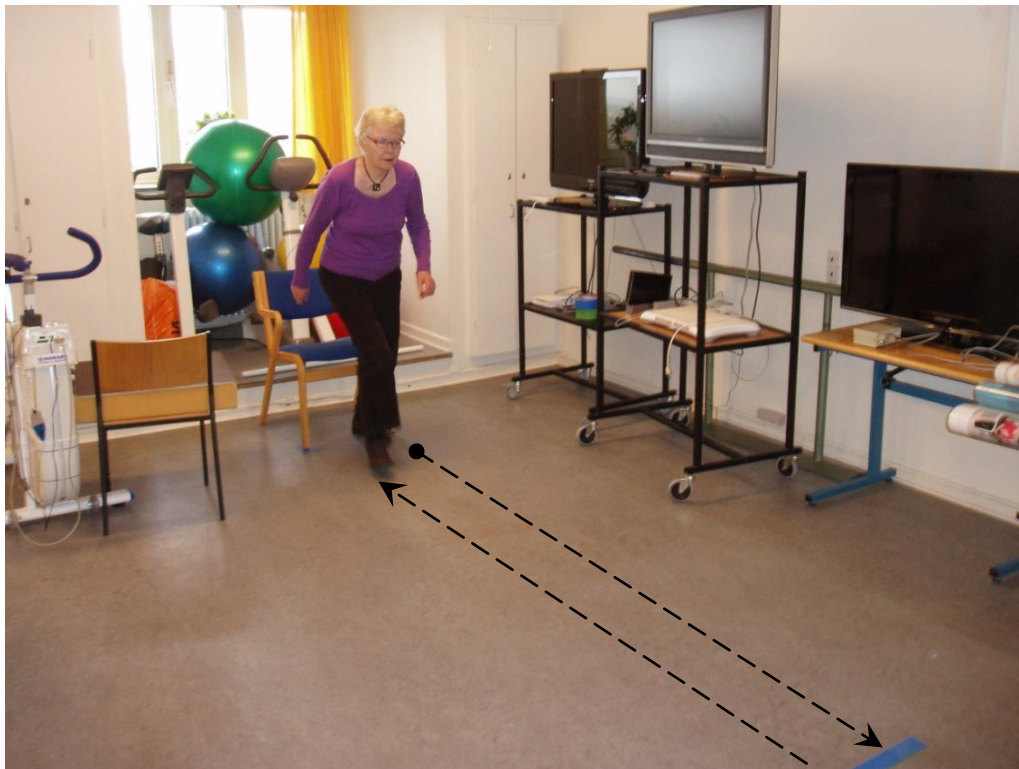
Da BBS er en omfattende balancetest, med risiko for træthedsbias, vælges TUG testen i stedet til validitetsanalysen i dette projekt.

Retningslinjer for TUG:

1. Materialer: Stol med armlæn, malertape, målebånd og stopur.
2. Deltageren skal sidde korrekt i stolen med ryggen hvilende mod ryglænet og med armene på armlænene. Stolen skal stå fast så den ikke bevæger sig når deltageren rejser sig.
3. Der skal placeres et stykke tape på gulvet tre meter fra stolen, så det er nemt for deltageren at se hvor langt vedkomne skal gå.
4. Deltageren skal rejse sig på ordret START, går hen til linjen på gulvet, vende rundt og gå tilbage til stolen og sætte sig igen. Deltageren skal gå målrettet i et almindeligt jævnt tempo.
5. Ved ordet START startes stopuret og stoppes når deltageren igen sidder korrekt i stolen.
6. Deltageren bærer sit almindelige fodtøj og må gerne benytte ganghjælpemiddel hvis vedkomne normalvis benytter dette i forbindelse med gang, men må ikke blive støttet af en anden person. Der er ingen øvre tidsgrænse og deltageren må gerne stoppe op undervejs hvis der er behov for det.
7. Ældre med normalt fysisk funktionsniveau gennemfører som regel opgaven på omkring 10 sekunder eller mindre. Meget svagelige ældre med dårlig mobilitet kan måske bruge 2 minutter eller mere på opgaven.
8. Resultatet af testen korrelerer med ganghastighed, balance og funktionsniveau.
(33, 34)

Fortolkning af resultater:

1. ≤ 12 sekunder: Deltageren har opnået et godt resultat svarende til normalt fysisk funktionsniveau (17).
2. ≥ 14 sekunder: Et tegn på forøget risiko for fald
3. ≥ 30 sekunder: Deltageren har gangproblemer og forøget risiko for fald og behøver derfor ganghjælpemiddel (33, 34).



Figur 11. Billede af TUG test fra forsøget

1.8 Sammenligning af balancetests

TUG testen og kraftplatformens statiske balancetest vælges til validitetsundersøgelsen af kraftplatformens dynamiske balancetest, fordi de kan sammenlignes, i det de vurderes at indeholde fælles delkomponenter.

Både TUG testen og kraftplatformens dynamiske balancetest involverer bevægelse. TUG testen er en mobilitetstest hvor dynamisk balance indgår som komponent, fordi den involverer gang (17). Kraftplatformens dynamiske balancetest er en dynamisk stabilitetstest der tester evnen til at kontrollere COP indenfor BOS (12). Evnen til sikkert og præcist, at kunne bevæge COP indenfor BOS er afgørende for, at bevare balancen under gang og andre dagligdagsaktiviteter (14).

Kraftplatformens statiske balancetest anses som en valid indikator for den posturale stabilitet (12). Den er reliabel ved tests foretaget i stående position med fødderne i normal stilling og med fødderne tæt samlet, med både åbne og lukkede øjne (29). Både den statiske- og den dynamiske test kræver, at man kan kontrollere COP indenfor BOS. Forskellen består i at man, i den statiske test, skal forsøge at holde COP i ro i centrum af BOS, mens man i den dynamiske test skal flytte COP i en kontrolleret bevægelse. Begge former for tests kan bruges som en indikator for den posturale kontrol (12) og det formodes derfor, at begge tests indeholder fælles delelementer.

I de nedenstående tabeller sammenlignes de tre forskellige balancetests i forbindelse med at identificere fælles delkomponenter.

Tabel 1 viser hvilke aspekter af postural kontrol der indgår i de tre forskellige balancetest:

Balancetest	Aspekter af postural kontrol			
	Stabilitet	Dynamisk stabilitet	Dynamisk balance	Symmetri
TUG testen			X	
Den statiske test	X			X
Den dynamiske test		X		

Tabel 1.

Tabel 2 giver overblik over hvilke udvalgte sensoriske systemer og faktorer der er vurderet nødvendige for at gennemføre testene:

Balancetest	Sensoriske systemer som benyttes ved udførelse af testen			Faktorer der er nødvendige for udførelse af testen		
	Synssansen	Vestibulær-sansen	Den proprioceptive sans	Skridtstrategi	Kontrol af COP indenfor BOS	Muskelstyrke
TUG testen	X	X	X	X	X	X
Den statiske test	X		X		X	X
Den dynamiske test	X	X	X		X	X

Tabel 2.

Det blev vurderet at både synet og proprioceptive sans benyttes i hver test og samtidig er muskelstyrke en forudsætning for dem alle tre. Det blev ikke vurderet at den vestibulære sans havde indflydelse på udførelsen af den statiske test, da denne test ikke involverer bevægelse.

Kontrol af COP indenfor BOS (dynamisk og statisk stabilitet) er en forudsætning for opretholdelse af balance under gang og udgangspunktet for aktiviteter der involverer bevægelse (14, 11). Dette formodes derfor at være en nødvendighed for udførelse af TUG testen, da denne involverer gang.

1.9 Problemafgrænsning

Fald forårsaget af svækkelse af de balancemæssige parametre er et omfattende problem for ældre > 65 år, da det kan medføre nedsat livskvalitet og samlet set resulterer i store omkostninger for sundhedsvæsenet (1, 5). Undersøgelser viser, at forebyggelse af fald kan mindske disse problemer og derfor tilbydes ældre med høj risiko for fremtidige fald, en intervention som kan bestå af forskellige former for forebyggende indsatser (4).

For bedst muligt at kunne planlægge interventionen fortager sygehusene en grundig faldudredning, hvor patientens specifikke balanceproblemer afdækkes (4).

Postural kontrol opstår som resultatet af et samspil mellem flere forskellige balancemæssige delelementer (7). Faldudredningen bør derfor omfatte en bred vifte af forskellige balancetest, som hver især repræsenterer forskellige balancemæssige aspekter, så der samlet set kan foretages en systematisk undersøgelse af den posturale kontrol.

Da stabilitet i stående position er udgangspunktet for postural kontrol i forbindelse med dynamisk balance (11), benyttes kraftplatformens statiske balancetest derfor i faldudredningen.

Kraftplatformens dynamiske balancetest benyttes ikke i faldudredningen, selvom den evaluerer patientens evne til at flytte COP indenfor BOS, hvilket kaldes dynamiske stabilitet. Dette aspekt af postural kontrol er også en forudsætning for postural kontrol i forbindelse med dynamisk balance (14).

Hvis kraftplatformens dynamiske balancetest skal benyttes i faldudredningen, er der behov for at der bliver foretaget reliabilitets- og validitetsundersøgelser for denne test. Dette er nødvendigt, da man skal sikre sig at testens resultater er et pålideligt og gyldigt mål for den dynamiske stabilitet, for denne målgruppe, før den kan bruges i klinisk praksis.

Man kan forestille sig, at denne balancetest også kan bruges til andre formål i det sundhedsfaglige arbejde end i faldudredningen. F.eks. som en metode til at undersøge om et balancetræningsforløb har haft effekt eller ej.

1.10 Problemformulering

Er kraftplatformens dynamiske balancetest en valid og reliabel målemetode til vurdering af balance, som kan bruges i forbindelse med udredningen af faldpatienter?

1.11 Hypoteser

- H₁: Der kan i en test-retest undersøgelse for personer >65 år, påvises acceptabel eller god reliabilitet og overensstemmelse for kraftplatformens dynamiske balancetest.
- H₂: Der kan i en test-retest undersøgelse for personer >65 år, ikke påvises acceptabel eller god reliabilitet og overensstemmelse for kraftplatformens dynamiske balancetest.
- H₃: Der kan påvises acceptabel sammenhæng mellem TUG testen og kraftplatformens dynamiske balancetest.
- H₄: Der kan ikke påvises acceptabel sammenhæng mellem TUG testen og kraftplatformens dynamiske balancetest.
- H₅: Der kan påvises acceptabel sammenhæng mellem kraftplatformens statiske- og dynamiske balancetest.
- H₆: Der kan ikke påvises acceptabel sammenhæng mellem kraftplatformens statiske- og dynamiske balancetest.

1.12 Formål

Formålet med dette specialeprojekt er at foretage undersøgelser af reliabilitet, overensstemmelse og validitet for en dynamisk balancetest, udført på kraftplatform af ældre forsøgspersoner >65 år. Undersøgelserne foretages med henblik på at indføre kraftplatformens dynamiske balancetest som en del af den fysioterapeutiske udredning af faldpatienter >65 år med forøget faldrisiko.

I projektet foretages en *intra-rater* undersøgelse af test-retest reliabilitet, fordi den samme person tester alle forsøgspersonerne samt en *intra-day* eller *intra-session* undersøgelse, fordi samtlige målinger i forbindelse med dette projekt foretages samme dag ved samme forsøgssession.

I forbindelse med validitetsanalysen anvendes *construct validity*, fordi der findes forskellige former for balancetests, der hver især repræsenterer forskellige aspekter af den posturale kontrol, og således ikke en *gold-standard* målemetode af balance der kan bruges som sammenligning.

2. Metode

I forbindelse med validitets og reliabilitetsundersøgelser, skal procedurerne som styrer metoden for dataindsamling angives, dvs. en specifik angivelse af de forhold, som målingerne er foregået under, og den måde som målingerne er foregået på (26). I dette metodeafsnit vil der derfor være detaljerede beskrivelser af pilotforsøget, det endelige forsøg, forsøgsparticipanterne samt en beskrivelse af hvordan forsøgene blevet standardiseret.

2.1 Litteratursøgning

Der er søgt litteratur i databaserne Pubmed (MeSH) og Physical Education Index. Søgeordene var: *postural control, balance, elderly, force platform, retest reliability, posture, reproducibility of results og dynamic balance*. De anvendte søgeord blev kombineret med hinanden for at begrænse antallet af artikler, og de medtagne artikler blev valgt på baggrund af deres relevans af titel og resumé. Der er desuden søgt relevant faglitteratur, bl.a. omhandlende statistisk, videnskabsteori og vejledning til kvantitative undersøgelser i Aalborg Universitets biblioteksdatabase.

Artikler der blev inkluderet var bl.a.:

- Validitets og reliabilitetsundersøgelser af kraftplatformens balancetests samt lignende undersøgelser af andre relevante balancetests.
- Artikler omhandlende balanceproblemer blandt ældre.
- Artikler omhandlende aldersrelateret svækkelse.
- Artikler omhandlende statistiske analysemetoder af reliabilitet og overensstemmelse.

2.2 Videnskabelig metode

Udgangspunktet for dette projekt var en antagelse af, at balance er et målbart begreb, og det videnskabelige udgangspunkt i projektet var således positivistisk.

Denne videnskabelige tilgangsmåde er formet på baggrund af positive erfaringer hvilket indebærer, at den videnskabelige erkendelse kun opstår ved hjælp af logisk tænkning, eller på baggrund af det som kan observeres og måles (36).

Det skal i denne sammenhæng nævnes, at projektets positivistiske tilgang forstås sådan, at balance ikke kan kvantificeres på baggrund af en enkelt test, men at man derimod kan vurdere balance på baggrund af flere målemetoder der tester forskellige aspekter af den posturale kontrol.

I positivismen verificeres slutningsregler via en induktiv tilgang, hvilket forstås som en generalisering, fordi der konkluderes generelle antagelser ud fra enkelte observerede tilfælde (36).

Dette projekt har en induktiv tilgang, fordi resultaterne kan bruges til at konkludere generelle antagelser vedrørende balancemåling.

2.3 Forsøgsprotokol

I dette afsnit vil forsøget blive gennemgået via beskrivelser af pilotforsøg og det endelige forsøg samt hvordan dette blev standardiseret. Derudover vil forsøgsdeltagerne blive beskrevet og til sidst forelægges en beskrivelse af hvordan forsøget blev standardiseret samt de etiske overvejelser.

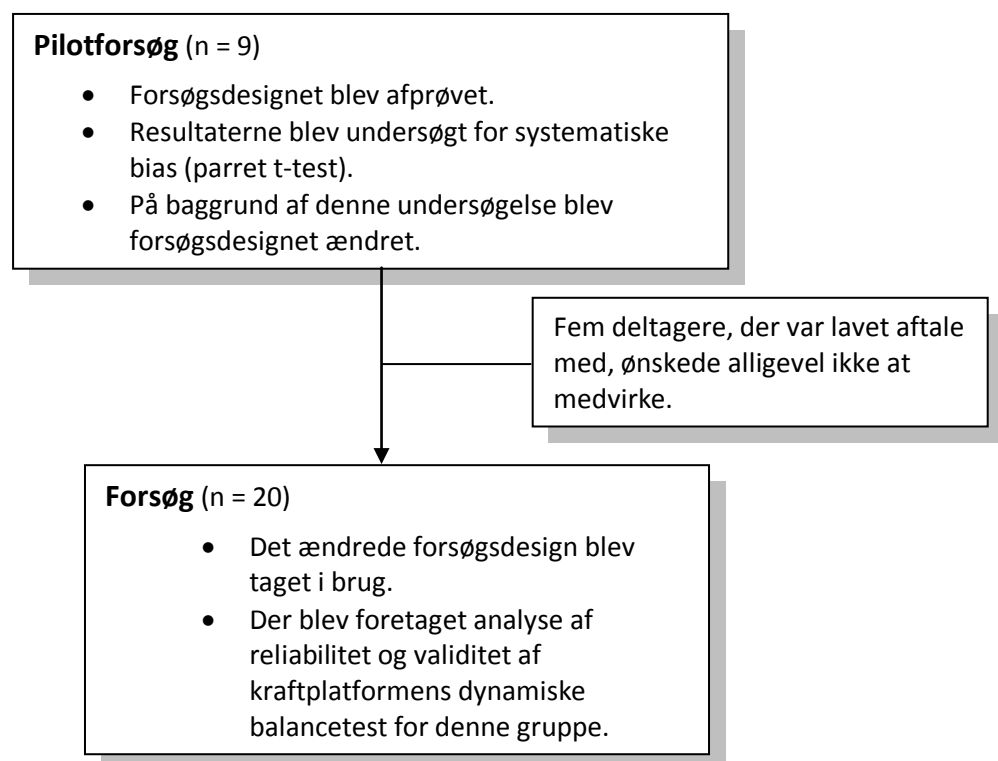
2.3.1 Forsøgsdeltagere

I projektet medvirker i alt 29 forsøgsdeltagere, 7 mænd og 22 kvinder. Deltagerne er opdelt i et pilotforsøg og i det endelige forsøg:

- Pilotforsøg (n = 9)
- Det endelige forsøg (n = 20)

Der blev lavet aftale med 34 personer i alt, hvoraf fem alligevel ikke ønskede at deltage.

Flowdiagram:



Alle forsøgsdeltagere var i alderen 65- til 84 år og opfyldte disse deltagelseskriterier:

Deltagelseskriterier	
Inklusion	• Ældre >65 år – både mænd og kvinder.
Eksklusion	• Har haft brud/ortopædkirurgisk indgreb i underekstremiteterne indenfor de sidste 6 måneder. • Har en nyrehvervet nervesygdom/har udpræget nedsat følesans i underekstremiteterne. • Har omfattende kardial-respiratoriske komplikationer.

Tabel 3.

Eksklusionskriterierne blev valgt, fordi det blev vurderet at disse helbredsmaessige tilstande kunne forårsage, at kraftplatformens dynamiske balancetest blev for svær at udføre. Desuden blev det vurderet, at der var risiko for, at personer med disse tilstande kunne opleve smerter under udførelsen.

Nedenstående tabel angiver gennemsnittet af deltagernes antropometriske data samt standardafvigelsen af disse.

For at give et indblik i deltagernes fysiske aktivitetsniveau, er der desuden angivet gennemsnittet og standardafvigelsen af det antal timer om ugen, deltagerne er fysisk aktive f.eks. vedrørende gåture, cykling og andre motionsformer. Timed Up and Go tiden skal ses som et billede af deltagernes fysiske funktionsniveau.

Deltageroplysninger (n = 29)	
	Mean ± SD
Alder (år):	73,2 ± 5,3
Vægt (kg):	74,7 ± 10,8
Højde (cm):	168,4 ± 7,4
BMI⁵:	26,4 ± 3,7
Antal timers fysisk aktivitet pr. uge:	14,7 ± 10,6
Timed Up and Go (tid i sek.):	8,3 ± 1,6

Tabel 4.

Det fremgår af tabellen, at deltagerne gennemsnitligt er fysisk aktive 14,7 timer om ugen, hvilket svarer til ca. to timer om dagen, og at det gennemsnitlige TUG resultat er <12 sekunder, hvilket er svarende til normalt fysisk funktionsniveau (17, 33, 34).

I tabel 5 sammenlignes deltageroplysningerne mellem deltagerne i pilotforsøget og i forsøget. For at undersøge om der er signifikant forskel på de to grupper, er der udført uparret t-test for de antropometriske data.

⁵ Body Mass Index (vægt x højde²)

	Pilotforsøg (n = 9)	Forsøg (n = 20)	
	Mean ± SD	Mean ± SD	P-værdi
Alder (år):	71,2 ± 5,3	73,9 ± 5,1	0,216 (n.s.)
Vægt (kg):	76 ± 7,3	74,1 ± 12,2	0,670 (n.s.)
Højde (cm):	170,6 ± 6,1	167,4 ± 7,8	0,293 (n.s.)
BMI:	26,1 ± 2,1	26,5 ± 4,3	0,814 (n.s.)
Antal timers fysisk aktivitet pr. uge:	9,1 ± 3,9	17,3 ± 11,8	
Timed Up and Go (tid i sek.):	7,9 ± 2,2	8,5 ± 1,3	

Tabel 5. Sammenligning af deltageroplysninger mellem deltagere i pilotforsøg og forsøg (n.s. = nonsignifikant)

P-værdierne er alle højere end signifikansniveauet på 0,05 og der er derved ikke signifikant forskel i de antropometriske mål mellem de to grupper. Begge grupper er jævnligt fysisk aktive og har normalt fysisk funktionsniveau da de gennemsnitlige TUG tiderne er <10 sekunder. Ingen deltagere fik TUG tid >12 sekunder.

2.3.2 Hvervning af forsøgsdeltagere

Deltagere fra Martin Grønbech Jørgensens (MGJ) Phd. projekt svarede til målgruppen af dette projekt. Disse personer har dermed tidligere deltaget i balanceforsøg på Sygehus Syd, og det blev derfor formodet at nogle af dem gerne ville medvirke i et lignende forsøg igen. Personerne blev kontaktet via telefon og spurgt om de ønskede at medvirke.

På forhånd var det uvist præcist hvilket fysisk funktionsniveau deltagerne havde, men da de deltog i MGJ's projekt havde de angivet, at de selv følte de havde problemer med balancen og det blev således formodet at deltagerne havde forskellige balanceforudsætninger, hvoraf nogle havde større balanceproblemer end andre. På baggrund af resultaterne af TUG testen, må de dog alle beskrives som havende normalt funktionsniveau.

2.3.3 Forsøgsmaterialer

- Metitur Kraftplatform, Model: GB02 med
- Bærbar computer med Good Balance software
- Computerbord
- USB-kabel
- Stol med armlæn
- Målebånd
- Tape
- Stopur

2.3.4 Forsøgsopstilling



Figur 12. Forsøgsopstilling til balancetestene udført på kraftplatformen

2.3.5 Forsøgssted

Forsøgene blev udført i faldklinikken på geriatrisk ambulatorium Aalborg Sygehus Syd i perioden fra slutningen af marts måned til og med starten af maj.

2.3.6 Pilotstudie

De første ni forsøgsdeltageres resultater er et pilotstudie, hvor det oprindelige forsøgsdesign blev benyttet. Resultaterne fra første ni forsøgsdeltagere viste tydelige indlæringsbias, i det otte af dem opnåede et forbedret gennemsnitsresultat af test 2. En parret t-test viste desuden signifikant forskel mellem gennemsnitsscorerne for den dynamiske balancetest 1 og 2 (se evt. resultatafsnittet side 41).

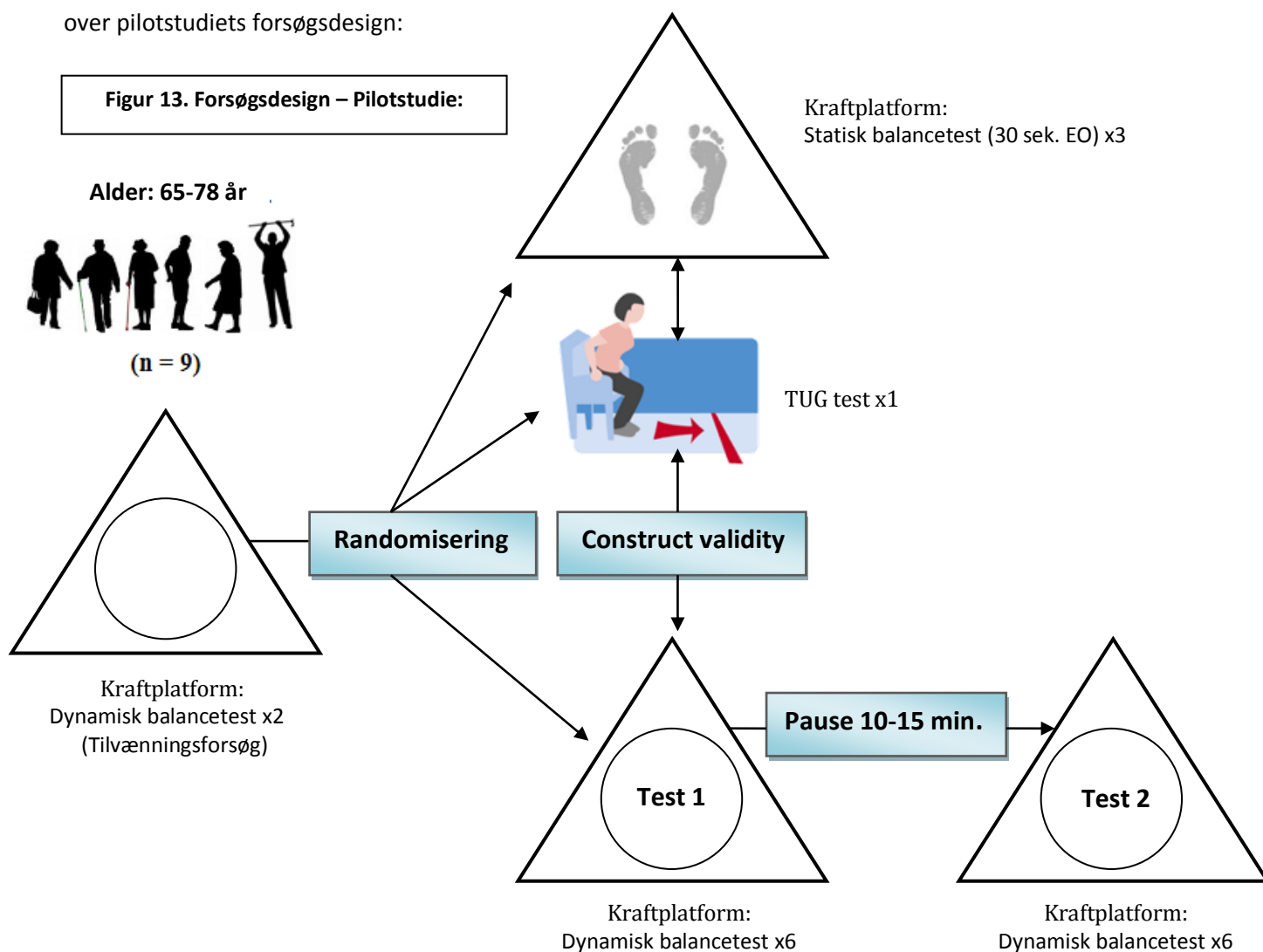
Deltagerne skulle generelt bruge flere end to tilvænningsforsøg på at blive fortrolige med kraftplatformens dynamiske balancetest og opnåede derfor bedre resultater ved test 2. Der blev derfor foretaget ændringer af designet bl.a. med flere tilvænningsforsøg i det endelige forsøgsdesign.

Forsøgsdesign:

I pilotforsøgene startede deltagerne med to tilvænningsforsøg for den dynamiske balancetest. Herefter blev der foretaget en randomisering via lodtrækning over rækkefølgen af de tre balancetests. Dette blev valgt så denne ikke havde indflydelse på resultaterne.

Den statiske test varede 30 sekunder og skulle udføres 3 gange pr. deltager, hvoraf gennemsnitsresultatet blev brugt som resultat. Den dynamiske test skulle udføres seks gange, mens TUG testen blev udført en

enkelt gang. Efter de tre balancetest var udført, fik deltagerne en pause på 10-15 min, hvor de udfyldte oplysninger i CRF⁶ (Bilag 3). Herefter udførte de den dynamiske balancetest seks gange igen. De gennemsnitlige scorer af de 2x6 gentagelser blev brugt som resultater af test 1 og 2. Figur 13 er en oversigt over pilotstudiets forsøgsdesign:



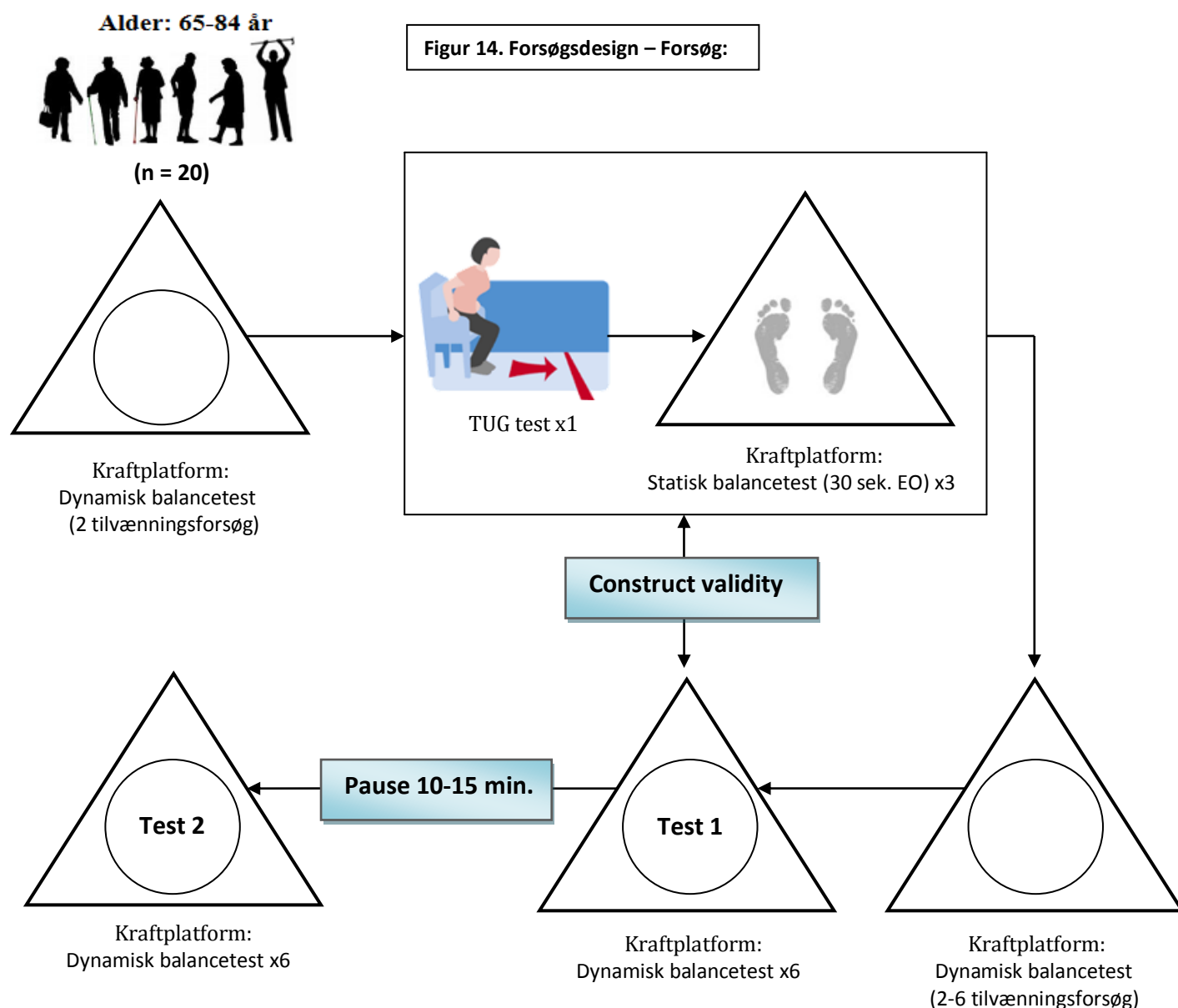
2.3.7 Forsøg

På baggrund af pilotstudiet, blev forsøgsdesignet ændret for de resterende 20 deltagere. Ændringerne indebar en fastlagt rækkefølge for balancetestene samt indførelse af yderligere 2-6 tilvænningsforsøg af den dynamiske balancetest, inden deltagerne udførte test 1.

Deltagerne startede stadig med to tilvænningsforsøg af den dynamiske balancetest, og herefter udførte de TUG testen en enkelt gang samt den statiske balancetest tre gange. Det blev vurderet, at læringseffekten af den dynamiske test var bedst, hvis deltagerne først udførte to tilvænningsforsøg, derefter gennemførte de øvrige balancetest og så vendte tilbage til den dynamiske test for at foretage de yderligere tilvænningsforsøg, inden selve opmålingerne til test-retest undersøgelsen startede.

I dette forsøgsdesign var der også 10-15 minutters pause mellem test 1 og 2, hvor deltagerne udfyldte oplysninger i CRF. Figur 14 viser forsøgsdesignet for det endelige forsøg.

⁶ Case Report Form



2.3.8 Standardisering af balancetestene på kraftplatformen

I dette afsnit beskrives hvilke forhold balancetestene udføres under samt retningslinjerne for udførelse. Retningslinjerne sikrede, at hvert enkelt forsøg blev gennemført ensartet.

Sted og omgivelser:

Stedet hvor forsøgene blev udført havde et uforstyrrende og fredeligt miljø, fordi kraftplatformens målinger er følsomme overfor selv meget små ændringer i vægtfordeling og kropsholdning.

Balancekravene til en test øges, i tilfælde af forstyrrende elementer i omgivelserne (7), og på grund af dette blev følgende krav opfyldt:

- Et fredeligt lokale: dvs. ingen larm eller unødvendige personer til stede.
- Passende belysning: dvs. rigeligt med lys, uden at være blændende.

Placering af arme, ben, fødder og hoved:

Understøttelsesfladens omfang er bestemt af føddernes placering og dette kunne derfor have indflydelse på resultatet af både den dynamiske og statiske test. Deltagerne skulle derfor stå placeret med fødderne efter denne anvisning:

- Deltagerne placerer fødderne langs de to blå tapestreger på midten af kraftplatformen og holder fødderne i samme position undervejs (se figur 15).
- Når deltageren står korrekt på kraftplatformen, er der 10.5 cm mellem hælene og 18 cm mellem forfødderne.



Figur 15. Placering af fødder på kraftplatform

I forbindelse med den statiske balancetest, forklarede den forsøgsansvarlige deltagerne, at de skulle forsøge: at have lige stor vægtfordeling på begge fødder, stå med hænderne holdene om hinanden foran kroppen og fokusere på et fixpunkt på væggen tre meter fremme (se figur 16).

Ved den dynamiske test skulle deltageren kigge på computerskærmen og behøvede ikke stå med armene og hænderne på en bestemt måde. Her var det kun vigtigt, at fødderne forblev placeret i den korrekte position. I forbindelse med den dynamiske test begyndte dataopsamlingen samtidig med at testen startede, mens den, ved den statiske test, startede to sekunder efter testen var påbegyndt.



Figur 16. Opstilling på kraftplatformen

Diskvalificering af resultater:

Et resultat blev diskvalificeret i følgende tilfælde:

- Hvis deltageren flyttede fødderne undervejs.
- Hvis deltageren overså et målområde i den dynamiske test eller glemte, at det nederste målområde skulle rammes igen før testen var gennemført.
- Hvis deltageren begyndte den dynamiske test før den forsøgsansvarlige havde sagt START.

Fodtøj:

Det blev besluttet at deltagerne skulle gennemføre balancetestene uden sko, da dette blev vurderet til, at være den bedste løsning i forbindelse med standardiseringen, fordi deltagerne ville have ensartede forudsætninger.

Kalibrering:

Good Balance softwaren indeholder en kalibreringsfunktion som sættes i gang når et lod på 10 kg anbringes midt på platformen. Dette sikrer at kraftplatformen måler COP på korrekt vis, derfor blev dette gjort én gang om dagen, de dage hvor der blev foretaget forsøg.

Den forsøgsansvarliges instruktioner:

Den forsøgsansvarlige forklarede og demonstrerede hvordan hver enkelt balancetest skulle udføres. Forklaringerne var klare og ukomplicerede, og det blev tydeliggjort at kraftplatformen ikke ville bevæge sig, mens de udførte balancetestene.

I forbindelse med den statiske balancetest, forklarede den forsøgsansvarlige, at meningen med testen var at bevare den samme kropsholdning i løbet af de 30 sekunder og dermed undgå unødigt svaj eller andre bevægelser.

Instruktionerne burde gøre forsøgspersonerne motiverede til at yde et godt resultat. Overmotivation ville dog helst undgås, da dette kunne føre til spænding, nervøsitet og bevægelse.

2.3.9 Etiske overvejelser

Forsøg udført i forbindelse med dette projekt kan beskrives som et kvalitetstjek og evaluering af kraftplatformens balancetests. En kraftplatform er et meget udbredt måleredskab til vurdering af balance som har været benyttet i flere år og bruges f.eks. i mange fysioterapeutiklinikker (14).

Der eksisterer en gældende godkendelse fra Videnskabsetisk komité og Datatilsynet i forbindelse med biomedicinske forsøg vedrørende kraftplatformen på faldklinikken i Aalborg Sygehus Syd, udført i samarbejde med Martin Grønbech Jørgensen (MGJ). Af samtykkeerklæringen (Bilag 2) fremgår det derfor, at MGJ er den forsøgsansvarlige vedrørende forsøg udført i dette projekt. Forsøgene blev dog ikke udført af MGJ, men i stedet af forfatteren til dette projekt.

Forsøgsdeltagerne fik mundtlig information om forsøget, og såfremt de ønskede at deltage, modtager de senere skriftlig deltagerinformation inden udførelse af forsøget (Bilag 1).

Dokumentet med deltagerinformation indeholdte oplysninger om følgende:

- Forsøget og dets nytteværdi.
- At der ikke er helbredsrisiko eller bivirkninger forbundet ved deltagelsen.
- At den enkelte deltager har selvbestemmelsesret. Dvs. at der er oplysninger om, at vedkomne kan trække sig fra forsøget på et hvilket som helst tidspunkt undervejs.
- At deltageren er sikret fuld anonymitet under og efter undersøgelsen.
- Inklusions- og eksklusionskriterier.

De skriftlige deltagerinformationer blev gentaget mundtligt på forsøgstidspunktet, således den forsøgsansvarlige sikrede sig, at deltagerne var indforstået med undersøgelsens indhold. I denne forbindelse blev der også indhentet skriftligt samtykke fra forsøgsdeltagerne.

Det blev besluttet, at det var etisk forsvarligt at gennemføre forsøget, da deltagerne modtog information inden deltagelse og fordi der ikke blev vurderet, at være risiko for at deltagerne pådrog sig skader undervejs. Forsøgspersonerne fik desuden alle tildelt et ID-nummer, og blev derved anonymiseret.

Fysioterapeut, Morten Villumsen, som arbejder på faldklinikken på Aalborg Sygehus, har givet tilladelse til, at hans oplysninger vedrørende faldudredning må bruges i dette projekt.

Bivirkninger, risici og ulemper for deltagerne:

Forsøgene er ikke forbundet med personlig risiko, da risikoen for fald ved udførelsen af balancetestene, vurderes at være lav. Denne vurdering blev foretaget på baggrund af, at forsøgsdesignet ikke indebar balanceøvelser af høj sværhedsgrad på kraftplatformen, såsom tandemstand eller stand på et ben med lukkede øjne. Kraftplatformens design minimerede ydermere risikoen for faldulykker, da den er monteret med gelænder som deltagerne kunne holde fast i, hvis de følte de er ved at falde. Desuden udgjorde platformen et bredt, stabilt og jævnt underlag for deltagerne.

På trods af dette var der dog en lille risiko for fald, og den forsøgsansvarlige stod derfor tæt ved deltagerne under testene, så det var muligt at støtte vedkomne hvis det bliver nødvendigt. Der var desuden opstillet en bæk bagved kraftplatformen, så forsøgspersonerne kunne sidde ned imellem balancetestene hvis de ville.

2.4 Statistisk resultatbehandling

I dette afsnit gives en beskrivelse af de forskellige statistiske analysemetoder, der vælges til undersøgelserne af reliabilitet, overensstemmelse og validitet.

Statistikprogrammerne *SPSS* og *MedCalc* er benyttet i forbindelse med analyserne.

2.4.1 Parret t-test

Den parrede t-test blev brugt som det første step i reliabilitetsanalysen og informerede om testresultaterne havde bias, ved at undersøge om resultaternes gennemsnit fra de to målinger var forskellige (7).

Hvis en t-test viser signifikant forskel mellem målingerne, er målemetoden ikke reproducerbar og derfor bør reliabilitetsanalysen ikke fortsættes. I denne situation kan man eventuelt foretage ændringer i forsøgsdesignet og så foretage den parrede test på ny (26).

Da t-testen er en sammenligning af middelværdierne for to datasæt, skal disse data være normalfordelte og kontinuerte variabler der kan placeres på en ratioskala (26, 37). Den parrede t-tests nul hypotese formoder, at forskellen er nul (38).

2.4.2 Wilcoxon test

En Wilcoxon test er en non-parametrisk variant af den parrede t-test, og beyttes derfor til at vurdere om der er bias forbundet med testresultaterne når data ikke er normalfordelt (26).

Den undersøger hvorvidt der er forskel mellem to parrede populationers medianer. Nul hypotesen for Wilcoxon testen formoder, at forskellen er nul (38).

2.4.3 Scatterplot med *line of equality*

Et scatterplot med *line of equality* (lighedslinje) medtages i undersøgelsen, fordi det giver en grafisk fremstilling af resultaterne fra test 1 og 2, samt et visuelt overblik over, hvor tæt resultaterne ligger på denne linje. Lighedslinjen svarer til linjen punkterne ville ligge langs, hvis der havde været perfekt overensstemmelse (39).

2.4.4 Spearman's rho

Spearman's rank korrelationskoefficient (Spearman's rho (r_s)) bruges i både reliabilitets- og validitetsanalysen til at vurdere styrken i forholdet mellem de to datasæt (26). Den kan variere mellem -1, hvilket indikerer perfekt negativ forbindelse til 0, hvilket betyder at der ingen forbindelse er, og til 1, som indikerer perfekt positiv forbindelse, dvs. alle punkter ligger langs en ret linje (38). Den medfølgende p-værdi angiver om korrelationen er statistisk signifikant (38). Korrelationskoefficienten er et mål for den gennemsnitlige afstand for alle punkterne fra en imaginær linje gennem scatterplottet, også kaldet tendenslinjen (38).

I validitetsanalysen anses en korrelationskoefficient på minimum 0,70 som værende acceptabel og værdier <0,40 som et tegn på ingen sammenhæng (26).

Korrelationer $>0,40$ vurderes som værende moderate i dette projekt, fordi den brasilianske undersøgelse som sammenligner TUG testen og BBS samt to andre balancetests, angiver r_s værdier $>0,40$ som moderate korrelationer (17).

Spearman's rho er en non-parametrisk variant af Pearson's korrelationskoefficient, og bruges når data er ikke-normalfordelt (37, 38).

2.4.5 Intraclass korrelationskoefficient (ICC)

I analysen af reliabilitet og overensstemmelse er Pearson's- eller Spearman's korrelationskoefficient ikke et optimalt mål, fordi der godt kan være god korrelation mellem to datasæt, uden at der er enighed mellem dem, hvis blot der er systematisk skævhed mellem målingerne. Dvs. at punkterne følger en hvilken som helst ret linje gennem scatterplottet (26, 38). ICC er et bedre mål, da den tager udgangspunkt i den ideelle overensstemmelse (37).

ICC betegnes som en reliabilitetsparameter, fordi den forbinder forskellene mellem resultaterne af test 1 og 2 (*measurement error*) og variabiliteten mellem selve forsøgspersonerne (28).

Den angives som den eneste statistiske analysemetode af reliabilitet for kontinuerte variabler (27).

ICC baseres på en variansanalyse (ANOVA), som retfærdiggøres ved antagelse ved at *measurement error* er normalfordelt (27).

En ICC $>0,90$ anses som en angivelse af god reliabilitet, mens en værdi $>0,75$ svarer til acceptabel reliabilitet (26).

Når ICC udregnes i SPSS, vises to resultater, nemlig *single-* og *average measures*. I dette tilfælde vælges *Single measures*, da dette er et mål for reliabiliteten når samme person tester alle forsøgspersonerne (*intra-rater* undersøgelse).

2.4.6 Bland-Altman plot

Bland-Altman plottet er et mål for overensstemmelsen mellem to datasæt, da den giver et grafisk overblik forskellen mellem test 1 og test 2 sammenlignet med gennemsnittet af de to resultater. Derudover udregnes også 95 % *limits of agreement* (26, 27). Disse grænseværdier betyder, at hvis man tester en ny person fra samme population, kan man, med 95 % sandsynlighed, forvente at forskellen mellem test 1 og 2 vil ligge et sted mellem dem (7). For antagelse af acceptabel overensstemmelse, skal punkterne generelt fordele sig indenfor 95 % *limits of agreement* (38).

De måleresultater der bruges til Bland-Altman plottet behøver ikke være normalfordelt, men hvis der skal være mulighed for at 95 % af forskellene mellem test 1 og 2 skal ligge indenfor *limits of agreement*, er det en forudsætning at forskellen mellem resultaterne er normalfordelt (39).

3. Resultater

I dette afsnit præsenteres forsøgsdeltagernes resultater af de forskellige balancetests for både pilotforsøget og selve forsøget. Derefter fremgår analysen af reliabilitet, overensstemmelse og validitet

Følgende tabeller viser resultaterne af pilotforsøget og selve forsøget.

De indeholder gennemsnitsværdierne og standardafvigelseerne af de forskellige balancetests samt forskellen mellem test 1 og 2 for den dynamiske balancetest.

3.1 Resultater pilotforsøg

ID-nr	TUG (tid i sek.)	Statisk test		Dynamisk test 1		Dynamisk test 2		Forskel dynamisk test 1 og 2
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
1	8	41,7	3,2	53,7	16,4	68	5,9	14,3
2	7	22	5,3	33	7,2	41,8	12,7	8,8
3	6	60,3	22,4	68,3	6,3	65,7	7	-2,6
4	6	18,7	1,2	49,7	9,6	61,2	5,1	11,5
5	6	22,3	4,5	58	13,4	74,3	5,2	16,3
6	11	17,7	0,6	47,8	10,6	54,5	16,7	6,7
7	12	17	1	53,2	13,2	56,8	8,9	3,3
8	7	32,3	3,1	55,7	13	63	5,4	7,3
9	8	20,7	2,5	48,7	8,3	62,8	6,1	14,1
Mean	7,9	28,1	4,9	52	10,9	60,9	8,1	

Tabel 6. Resultater, pilotforsøg

3.2 Resultater forsøg

ID-nr	TUG (tid i sek.)	Statisk test		Dynamisk test 1		Dynamisk test 2		Forskel dynamisk test 1 og 2
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
10	10	18,7	2,9	62,2	6	67	8,9	4,8
11	8	80	5	59	11,6	59,3	6,5	0,3
12	7	18,3	0,6	66,3	8,6	69,3	6,5	3
13	8	76,3	2,1	70,8	7,1	75,7	4,3	4,9
14	8	69,7	6,7	63,5	2,8	60	9,8	-3,5
15	8	54	12,2	67,2	7	69,5	4,8	2,3
16	10	19	1,7	64,3	7,6	67,5	13,2	3,7
17	8	82,3	6,5	75,8	3,9	67,5	4,7	-8,3
18	8	53	4	64	4,6	61,7	4,8	-2,3
19	11	17,3	0,6	20	6,7	17	11,5	-3
20	9	48,7	5,5	63,2	4	66,3	3,5	3,1
21	7	24	5,3	58,8	7,6	58	6,1	-0,8
22	10	29,7	9,5	58,7	7,9	57,2	8,6	-1,5
23	7	28,3	10,7	37,3	8,9	43,3	16,5	7

24	7	68,7	18	63,8	8,4	67,7	6,7	3,9
25	7	46	4,4	58,7	9	59	14,1	3
26	9	17,7	0,6	60,5	11,3	63,2	7,3	2,7
27	10	17,3	0,6	36,5	6,2	40,2	4,4	3,7
28	8	77,7	12,1	72	5,4	73,3	5	1,3
29	10	27	10,8	48,7	11,6	45	7,3	-3,7
Mean	8,5	43,7	6	58,6	7,3	59,4	7,7	

Tabel 7. Resultater, forsøg

Data i tabel 6 og 7 er metrisk kontinuerte variabler, fordi de er målte værdier der kan placeres på en ratioskala.

3.3 Test for normalfordeling

I pilotforsøget blev der foretaget en Shapiro-Wilk normalfordelingstest for resultaterne af den dynamiske test 1 og 2, og i forsøget blev denne test foretaget for resultaterne af alle fire balancetests. Resultatet ses i tabel 8:

Data	Shapiro-Wilk normalfordelingstest	
	N	P-værdi
Dynamisk test 1 (Pilotforsøg)	9	0,536 (n.s.)
Dynamisk test 2 (Pilotforsøg)	9	0,656 (n.s.)
TUG (Forsøg)	20	0,012 *
Statisk test (Forsøg)	20	0,006 **
Dynamisk test 1 (Forsøg)	20	0,002 **
Dynamisk test 2 (Forsøg)	20	0,003 **
Forskellene mellem test 1 og 2 (Forsøg)	20	0,204 (n.s.)

Tabel 8. Shapiro-Wilk test. (n.s. = non signifikant, * = $p < 0,05$ ** = $p < 0,01$)

Normalfordelingstesten viser, at resultaterne af den dynamiske test fra pilotforsøget begge ikke er signifikant forskellige fra normalfordelingen ($p > 0,05$) og dermed normalfordelte. Resultaterne af balancetestene fra forsøget er alle signifikant forskellige fra normalfordelingen ($p < 0,05$) og dermed ikke normalfordelte. Endelig ses det at forskellene mellem test 1 og 2 fra forsøget er normalfordelt ($p > 0,05$), hvilket retfærdiggør brugen af ICC og Bland.Altman plot.

Bilag 5 viser histogrammer og Q-Q plots som bekræfter resultaterne af Shapiro-Wilk testen.

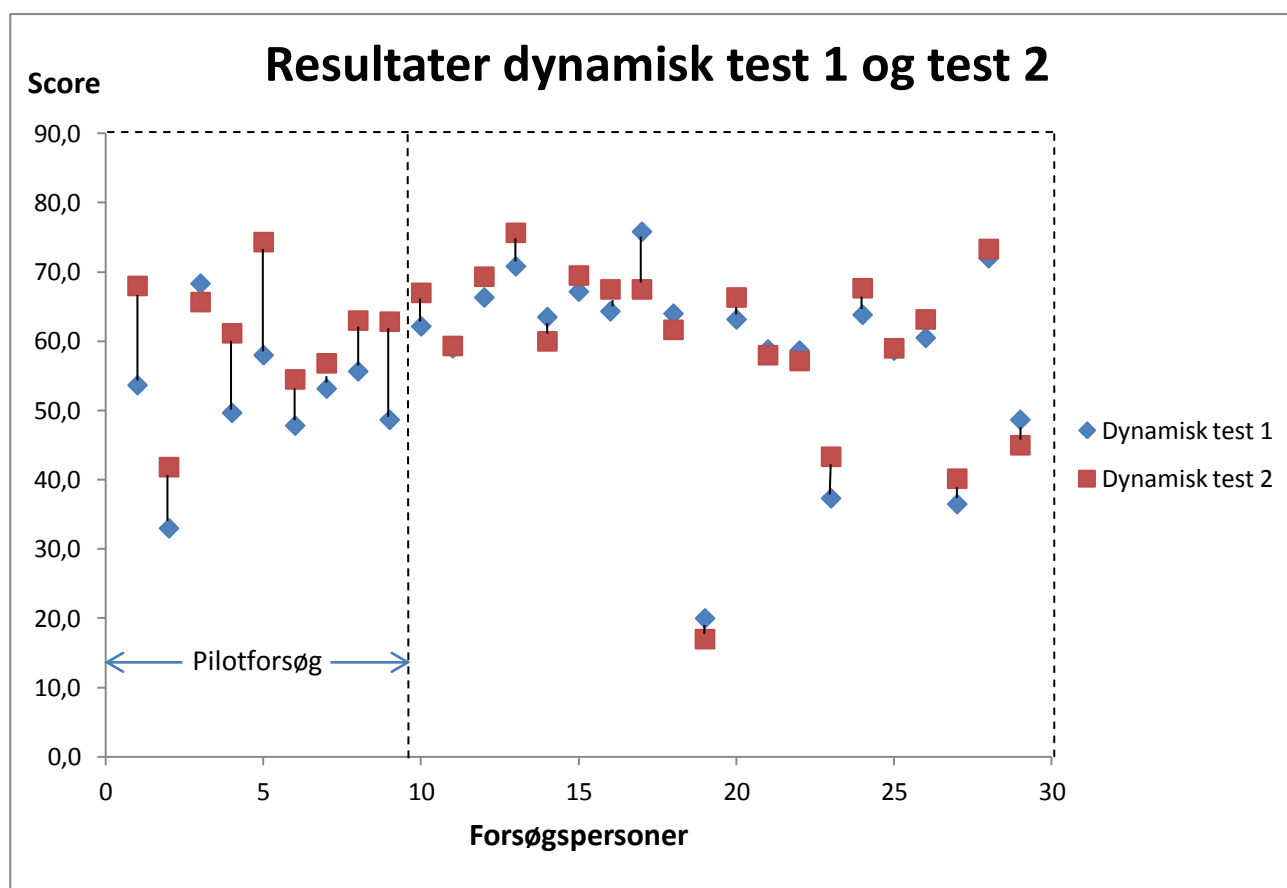
F.eks. viser histogrammerne i bilag 5 side 12, at resultaterne af den dynamiske test 1 og 2 i forsøget begge har negativt skæve fordelinger.

3.4 Reliabilitet og overensstemmelse

I dette afsnit præsenteres analysen af reliabilitet og overensstemmelse for den dynamiske balancetest.

3.4.1 Grafisk overblik af resultater

Figur 17 giver et visuelt overblik over forsøgspersonernes resultater af test 1 og 2 for både pilotforsøget og forsøget. Test 1 er de blå punkter, mens test 2 er de røde.



Figur 17.

Figur 17 viser tydeligt, at der generelt er mere forskel mellem test 1 og 2 i pilotforsøget. Efter forsøgsdesignet blev ændret, blev forskellen mellem de to tests formindsket, hvilket ses af figur 8, i det punkterne generelt ligger tættere.

Tabel 9 viser de samlede gennemsnit og den samlede forskel af resultaterne fra pilotforsøget.

	N	Mean	Forskel
Dynamisk test 1	9	52	8,9
Dynamisk test 2	9	60,9	

Tabel 9. De samlede gennemsnit af resultaterne af fra pilotforsøget og forskellen mellem dem

I denne tabel ses det, at der er væsentlig forskel mellem test 1 og 2, i det den gennemsnitlige forskel er 8,9. Der formodes derfor at resultaterne har positive bias.

Tabel 10 viser medianerne af resultaterne fra test 1 og 2, samt forskellen mellem dem. Medianerne vurderes i disse tilfælde, at være mere passende samlede mål for data end gennemsnitsværdien, fordi fordelingerne er negativt skæve.

	N	Median	Forskel
Dynamisk test 1	20	62,7	-0,2
Dynamisk test 2	20	62,5	

Figur 10. Forskellen mellem medianerne af den dynamiske test 1 og 2

Tabellen viser, at den samlede forskel mellem de to medianer er meget lille, og derfor har disse resultater sandsynligvis ikke systematiske bias.

3.4.2 Parret t-test

For at vurdere om resultaterne af pilotforsøget havde systematiske bias, blev der foretaget en parret t-test af disse resultater:

	Mean	SD	95 % konfidensinterval for forskellen	P-værdi	Beslutning
Dynamisk test 1 (Pilotforsøg)	52	9,5	-13,5 til -4,3	0,002**	Afvis nul-hypotesen
Dynamisk test 2 (Pilotforsøg)	60,9	9,3			

Tabel 11. Parret t-test (= $p < 0,01$)**

Da $p < 0,05$ og konfidensintervallet ikke indeholder nul, er der signifikant forskel mellem pilotforsøgets test 1 og 2. På baggrund af dette kunne der ikke antages acceptabel reproducerbarhed, og der var således ikke belæg for at fortsætte undersøgelsen for reliabilitet og overensstemmelse for disse resultater.

3.4.3 Wilcoxon test

For at vurdere om resultaterne af forsøget havde systematiske bias, blev der foretaget en Wilcoxon test af resultaterne.

	Median	Iqr	P-værdi	Beslutning
Dynamisk test 1 (Forsøg)	62,7	58,7 – 65,8	0,211 (n.s.)	Bevar nul-hypotesen
Dynamisk test 2 (Forsøg)	62,5	57,4 – 57,7		

Tabel 12. Wilcoxon test for relaterede samples (n.s. = non signifikant)

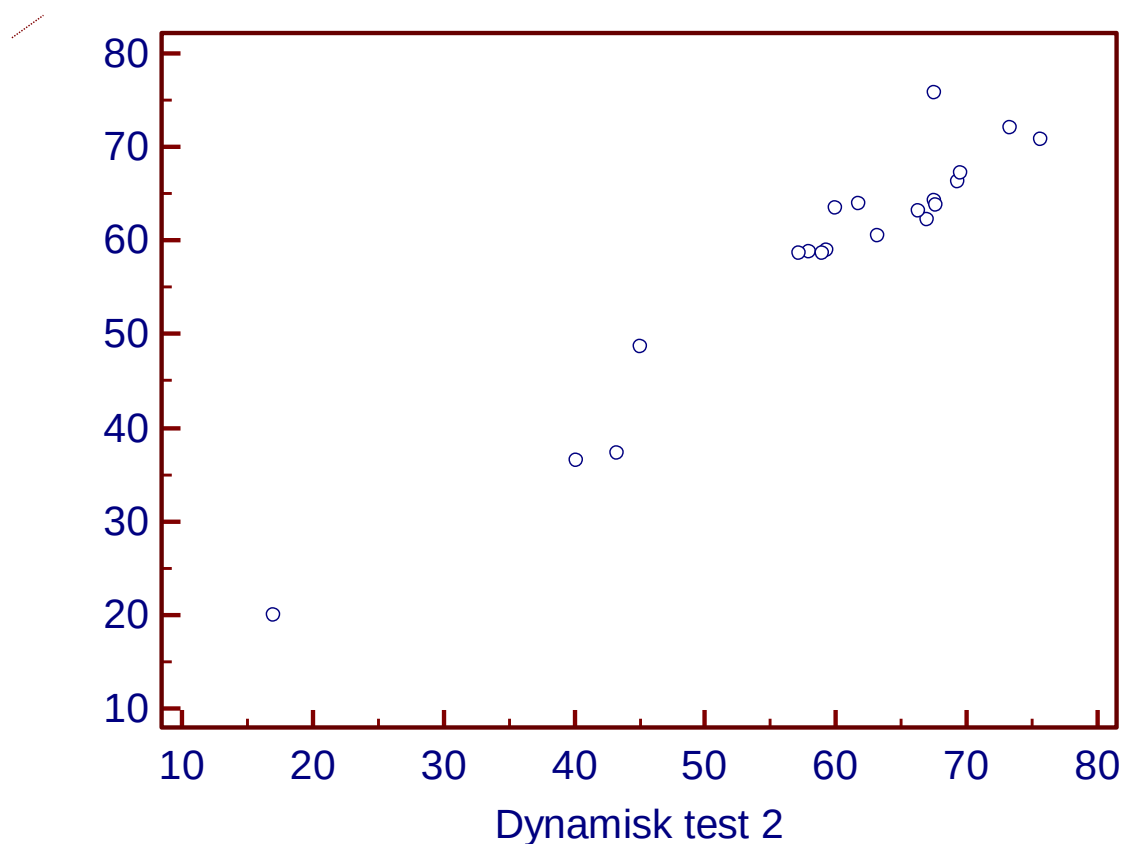
Wilcoxon testen viser, at der ikke er signifikant forskel mellem test 1 og 2 ($p > 0,05$). Resultaterne af test 1 og 2 i forsøget har derfor ikke systematiske bias, og der er dermed grundlag for at fortsætte undersøgelsen af reliabilitet og overensstemmelse for disse resultater.

3.4.4 Indlæringsbias

Som beskrevet i metodeafsnittet, blev der foretaget ændringer i forsøgsdesignet på baggrund af resultaterne af pilotforsøget. Resultaterne af test 2 generelt var en del højere end test 1, hvilket var et tegn på indlæringsbias og skyldes at tilvænningseffekten for den dynamiske balancetest var lang. Nogle deltagere havde derved behov for flere tilvænningsforsøg, før de lærte at udføre testen på den bedst mulige måde.

3.4.5 Spearman's korrelationskoefficient

Figur 18 er en grafisk fremstilling over resultaterne af den dynamiske test 1 og 2 i forsøget. Det ses at punkterne fordeler sig tæt omkring lighedslinjen (line of equality).



Figur 18. Scatterplot af forsøgets dynamiske test 1 og 2

Denne tabel viser korrelationskoefficienten mellem de to sæt resultater samt p-værdien for denne.

	N	Spearman's rho	P-værdi
Dynamisk test 1	20	0,934	0,000
Dynamisk test 2	20		

Tabel 13. Spearman's korrelationskoefficient

I tabellen angives stærk sammenhæng ($r_s > 0,90$) mellem test 1 og 2. Korrelationskoefficienten er statistisk signifikant ($p < 0,05$).

3.4.6 Intraclass korrelationskoefficient (ICC)

Det var forventeligt, at der ville opnås stærk sammenhæng mellem test 1 og 2, fordi målingerne er foregået på præcis samme måde.

For at vurdere den dynamiske balancetests reliabilitet, er det nødvendigt, at bruge Intraclass korrelationskoefficient (ICC), fordi den, i modsætning til Spearman's korrelationskoefficient, tager udgangspunkt i den ideelle overensstemmelse (36).

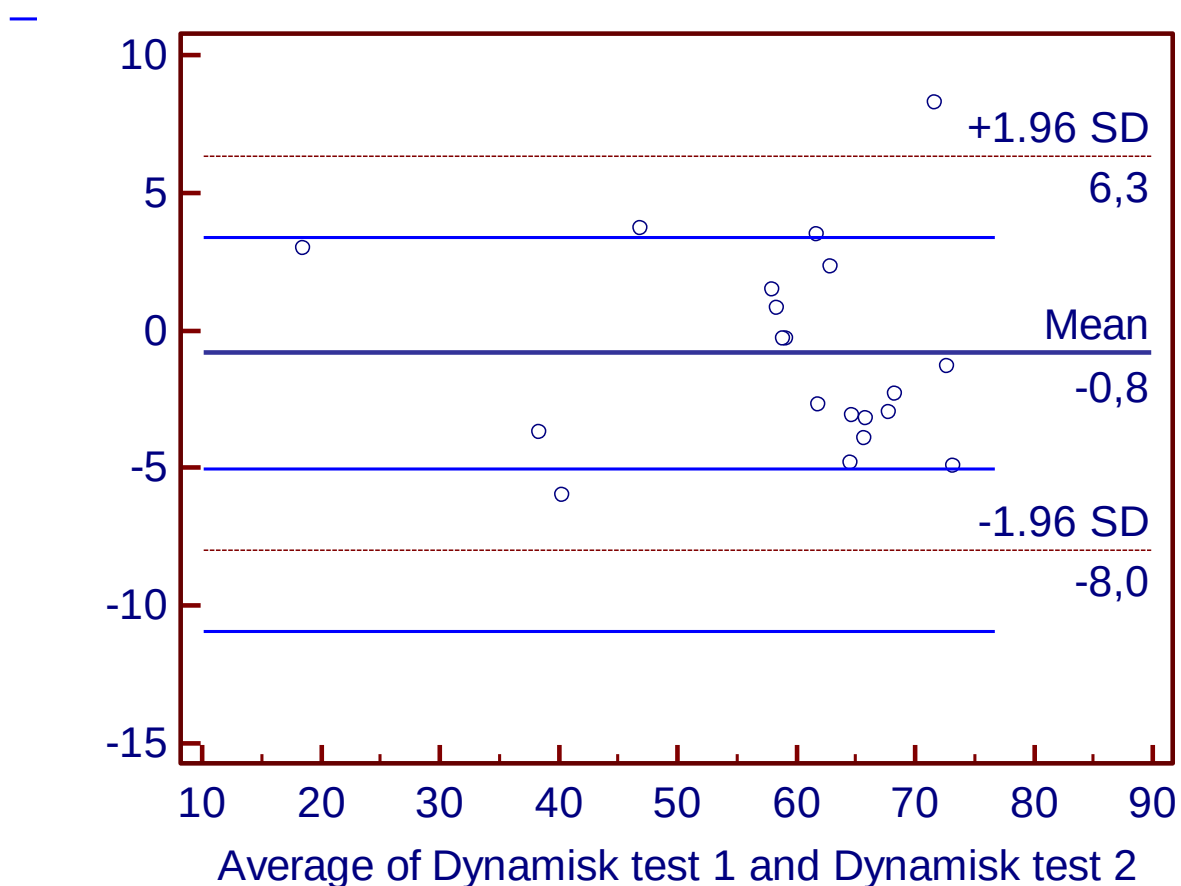
	ICC	95 % konfidensinterval	P-værdi
Single Measures	0,964	0,91 til 0,99	0,000

Tabel 14. ICC

Udregningen af ICC angiver god reliabilitet for mellem test 1 og 2, fordi værdien er over 0,90. ICC-værdien er statistisk signifikant fordi $p < 0,05$ og konfidensintervallet ikke indeholder 0.

3.4.7 Bland-Altman plot

Til vurderingen af overensstemmelse er der udarbejdet et Bland-Altman plot med 95 % limits of agreement. Plottet viser forskellen mellem de to tests sammenlignet med gennemsnittet af resultaterne.



Figur 19. Bland-Altman plot

Af dette plot ses det, at der er acceptabel overensstemmelse mellem de to tests, idet næsten alle punkter fordeler sig indenfor grænserne for overensstemmelse. Disse grænseværdier angives at være: -8,0 til 6,3.

Dette betyder, at hvis der blev testet en ny person fra populationen, ville forskellen mellem test 1 og 2 for denne person, med 95 % sandsynlighed befinde sig indenfor intervallet -8,0 til 6,3, hvilket svarer til $\pm 1,96 \times$ standardafvigelsen.

Havde punkterne på plottet fordelt sig i tragtform, dvs. at forskellen på hver side af gennemsnittet gradvis blev større, ville grænserne for overensstemmelse blive bredere end nødvendigt for lave gennemsnitsværdier og smallere end de burde for høje. Dette kan løses ved at tage en logaritmisk transformation af resultaterne, da dette vil føre til mere passende grænseværdier (39). I dette tilfælde benyttes den logaritmiske transformation dog ikke, fordi punkterne fordeler sig jævnt mellem grænseværdierne uden at danne tragtform. Dermed vurderes de opnåede grænseværdier at være passende.

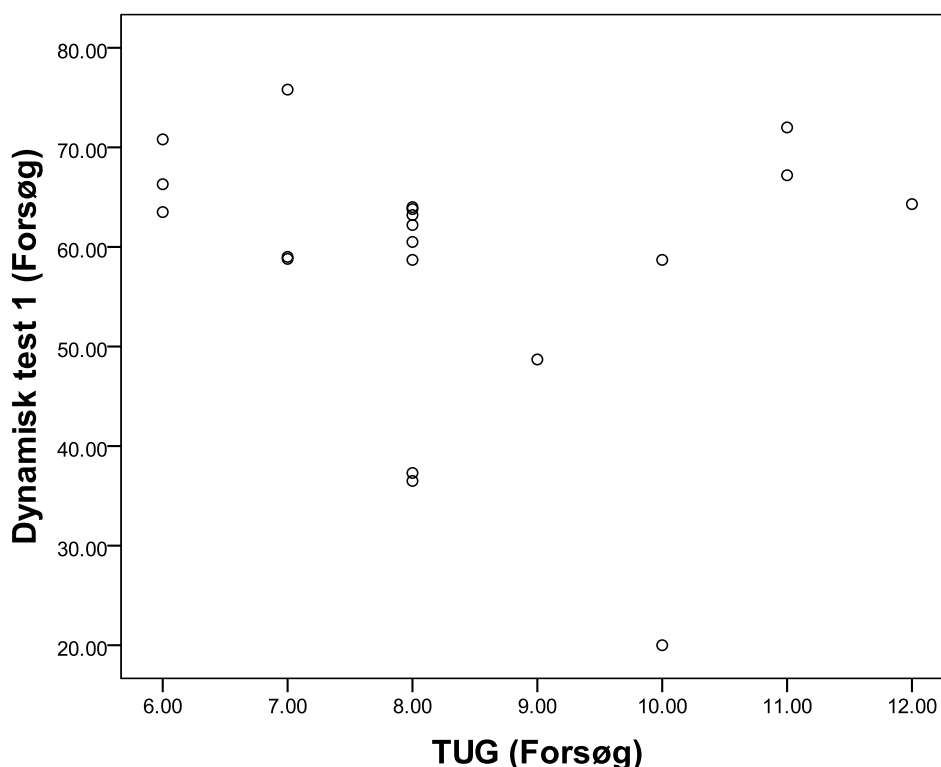
3.5 Validitet

I validitetsundersøgelsen af kraftplatformens dynamiske balancetest, sammenlignes resultaterne af denne test med TUG testen og kraftplatformens statiske balancetest, fordi disse tre tests menes at repræsentere fælles delelementer. Dermed benyttes validitetsformen *construct validity*.

Spearman's korrelationskoefficient benyttes til vurderingen af sammenhæng, fordi resultaterne af testene ikke er normalfordelt.

3.5.1 Spearman's korrelationskoefficient

Nedenfor ses en grafisk fremstilling af resultaterne af TUG og den første dynamiske test i form af et scatterplot med den dynamiske test på y-aksen og TUG på x-aksen.



Figur 20. Scatterplot over den dynamiske test 1 og TUG testen

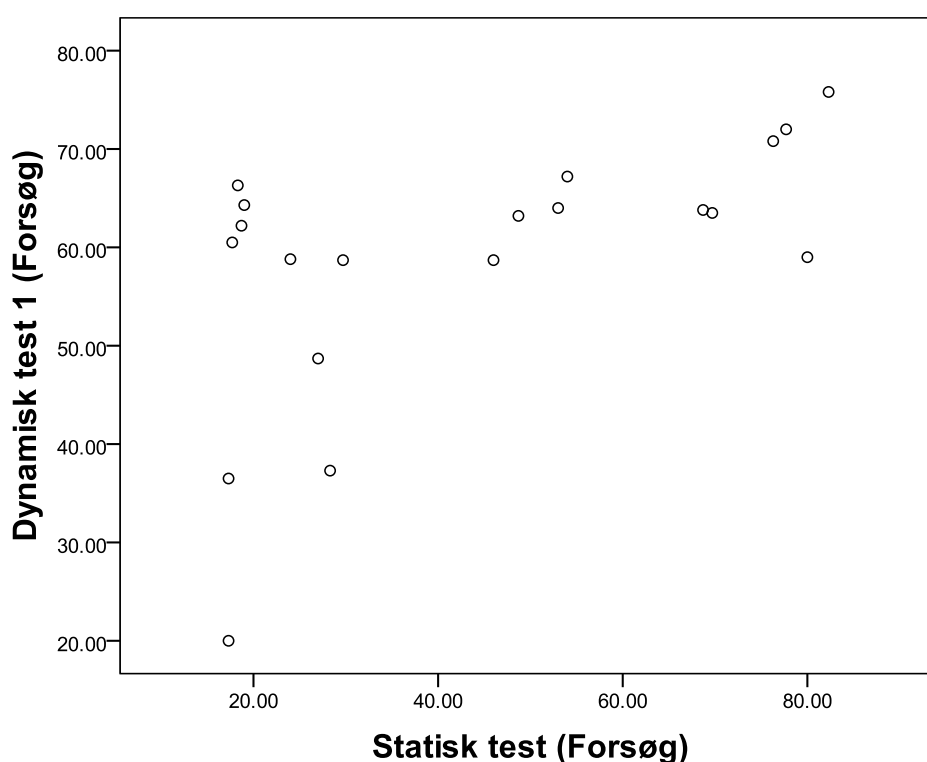
Punkterne på scatterplottet lader til at være meget tilfældig fordelt og der ser derfor ikke ud til at være sammenhæng mellem resultaterne af de to tests.

	N	Spearman's rho	P-værdi
Dynamisk test 1 (Forsøg)	20	-0,295	0,206 (n.s.)
TUG (Forsøg)	20		

Tabel 15. Spearman's korrelationskoefficient (n.s. = non signifikant)

Udregningen af (r_s) resulterer i en meget lav korrelationskoefficient på -0,295, hvilket tyder på dårlig sammenhæng mellem de to tests. Denne korrelation er ikke signifikant i populationen da $p < 0,05$.

På næste scatterplot er resultaterne af den dynamiske balancetest sammenlignet med resultaterne af den statiske test:



Figur 21. Scatterplot over den dynamiske test 1 og den statiske test

Der ses her ikke en tydelig tendens i punkternes placeringer, hvilket heller ikke tyder på at der er stærk sammenhæng mellem den dynamiske og den statiske test.

	N	Spearman's rho	P-værdi
Dynamisk test 1 (Forsøg)	20	0,591	0,006 **
TUG (Forsøg)	20		

Tabel 16. Spearman's korrelationskoefficient (= $p < 0,01$)**

Udregningen af r_s giver en korrelationskoefficient på 0,591, hvilket er under værdien for acceptabel sammenhæng på $\geq 0,70$, men over værdien for ingen sammenhæng på $\leq 0,40$, og dermed kan sammenhængen betegnes som moderat.

4. Diskussion

I diskussionsafsnittet vil projektets metoder og resultater blive diskuteret. Diskussionen er opdelt i et afsnit vedrørende reliabilitetsundersøgelsen og et afsnit omhandlende validitetsundersøgelsen.

4.1 Diskussion af undersøgelsen for reliabilitet og overensstemmelse

Som udgangspunkt for undersøgelsen af reliabilitet og overensstemmelse for kraftplatformens dynamiske balancetest, blev der foretaget en Wilcoxon test af resultaterne fra test 1 og 2. Denne test viste, at der ikke var signifikant forskel på de to tests ($p > 0,05$).

Indledningsvis blev der desuden fundet stærk sammenhæng mellem test 1 og 2 ($r_s = 0,934$), og der var dermed god baggrund for at foretage de egentlige undersøgelser af reliabilitet og overensstemmelse. ICC blev benyttet i vurderingen af kraftplatformens reliabilitet, da den angives som en reliabilitetsparameter for kontinuerte variabler. Resultaterne var en ICC værdi på 0,964, hvilket er meget højt, og betyder at kraftplatformens dynamiske balancetest er en reliabel målemetode for ældre >65 år.

Overensstemmelsen, dvs. hvor tæt scorerne fra de gentagne målinger var på hinanden, blev vurderet ved, at opstille resultaterne i et Bland-Altman plot med *95 % limits of agreement*. Her fordelte punkterne sig generelt indenfor grænseværdierne for forskellen mellem test 1 og 2 som var -8,0 til 6,3. Det blev derfor vurderet acceptabel overensstemmelse mellem test 1 og 2.

4.1.1 Diskussion af forsøgsdesign

Da resultaterne af pilotforsøget i dette projekt havde systematiske bias, blev der foretaget ændringer af forsøgsdesignet. Disse bias opstod, fordi testen var kompliceret at lære for mange af deltagerne, og krævede derved længere indlæringsperiode.

Ændringerne indebar derfor, at deltagerne fik flere tilvænningsforsøg inden den egentlige test-retest undersøgelse startede, og der blev desuden fastlagt en bestemt rækkefølge for udførelse af balancetestene.

Som start på hver forsøg demonstrerede den forsøgsansvarlige udførelsen af kraftplatformens dynamiske balancetest og derefter fik deltagerne to tilvænningsforsøg. Mange af deltagerne opnåede meget lave resultater af disse forsøg, eksempelvis en score mellem 0 og 20. Herefter fulgte TUG testen og den statiske test, fordi det blev vurderet, at det var en fordel for dem at komme væk fra den dynamiske test og derefter fortsætte med den, når de havde gennemført de andre balancetests. Deltagerne fik derefter to til seks yderligere tilvænningsforsøg. Den forsøgsansvarlige vurderede hvor mange tilvænningsforsøg deltagerne havde brug for, før de blev fortrolige med testen og dermed opnåede et højere niveau.

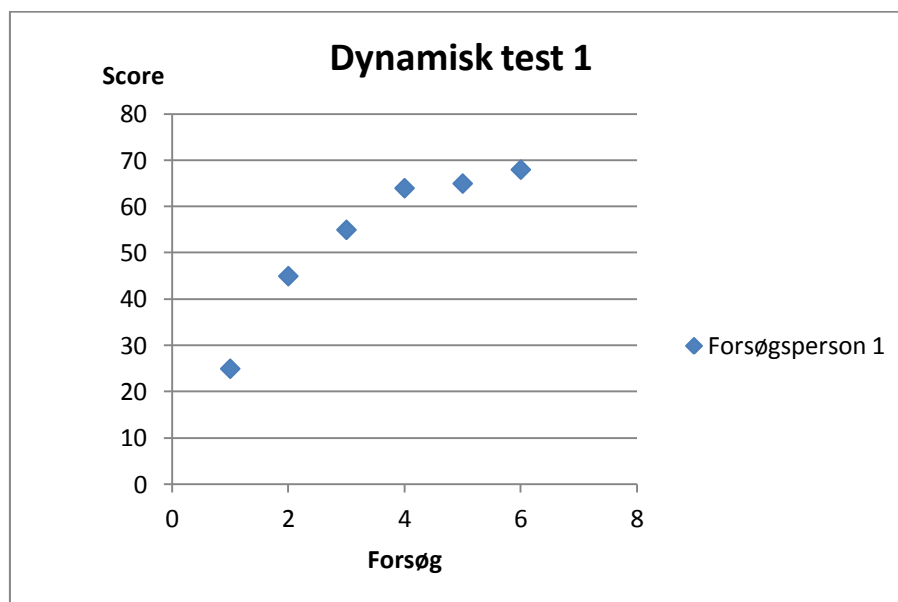
Af tabel 6 på side 38 over resultater af pilotforsøget fremgår det, at den gennemsnitlige standardafvigelse for de seks gennemførte dynamiske tests, er højere end ved test 1 end test 2 (SD test 1: 10,9 og SD test 2: 8,1). Dette betyder, at resultaterne er mere jævne i test 2, hvilket sandsynligvis skyldes, at deltagerne var mere fortrolige med balancetesten da de gennemførte test 2.

Den efterfølgende tabel 7 på side (38-39) over resultaterne af forsøget viser, at de gennemsnitlige standardafvigelser næsten er ens (SD test 1: 7,3 og SD test 2: 7,7), hvilket kan skyldes, at deltagerne var

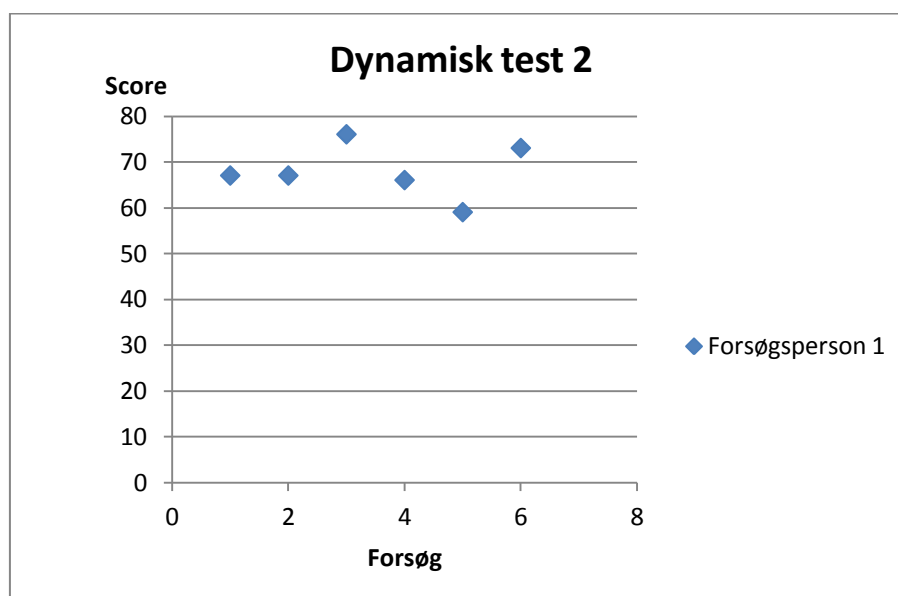
fortrolige med balancetesten allerede ved test 1, grundet de ekstra tilvænningsforsøg, hvilket også blev bekræftet af Wilcoxon testen.

Det er dog ikke sikkert at en højere standardafvigelse er ensbetydende med, at deltagerne ikke er fortrolige med testen, fordi mange af forsøgsresultaterne varierer også en del, selvom forsøgspersonerne havde fået tilstrækkeligt antal tilvænningsforsøg.

Figur 22 og 23 er punktdiagrammer over resultaterne af test 1 og 2 fra den første forsøgsperson i pilotforsøget. Dette er et eksempel på, at denne forsøgsperson ikke har fået nok tilvænningsforsøg, fordi resultaterne stiger indtil de rammer et mere jævnt niveau (figur 22). I figur 23 over test 2, ses det, at resultaterne generelt har et højere og mere jævnt niveau, men at de alligevel varierer.



Figur 22.



Figur 23.

Den gennemsnitlige score af test 1 og 2 blev valgt som resultat frem for den højeste score, fordi den blev vurderet, at gennemsnittet ville repræsentere deltagernes niveau bedst. Dette valg blev truffet, fordi man i visse tilfælde godt kan være heldig med at ramme målområderne med sit COP, og derved opnå en score der er højere end det faktiske niveau.

Det blev valgt at deltagerne skulle foretage seks gentagende forsøg under både test 1 og 2, fordi der skulle være et vist antal forsøg for at opnå en passende gennemsnitsscore. Der blev ikke valgt et højere antal gentagelser end seks, på grund af risikoen for træthedsbias.

4.1.2 Diskussion af de statistiske analyser

Af Bilag 5 side 12 fremgår det, at resultaterne af den dynamiske test 1 og 2 ikke er normalfordelte, men at de i stedet har negativt skæve fordelinger. Dette kan være overraskende, da man kunne formode, at da en større gruppe personer gennemfører en præstationstest, så vil nogle præstere lidt bedre og nogle lidt dårligere end gennemsnittet. En forklaring på, at der ikke er normalfordeling kan være, at de fleste deltagere opnåede en gennemsnitsscore mellem 60 og 70, på et interval der kan variere mellem 0 og 100. Da det er svært at opnå en score over 80, placerede de fleste afvigelse fra gennemsnittet sig under 60 og dermed blev fordelingen skæv.

Da der ikke var normalfordeling af forsøgets resultater, blev der brugt non-parametrisk statistik i forbindelse med analysen af reliabilitet og overensstemmelse. F.eks. blev der anvendt Wilcoxontest i stedet for en parret t-test og Spearman's korrelationskoefficient i stedet for Pearson's til både reliabilitets- og validitetsanalysen.

Der har været tvivl om hvorvidt ICC kan bruges på ikke-normalfordelte data, da den baseres på en variansanalyse. ICC blev trods dette valgt, da denne variansanalyse retfærdiggøres af normalfordelte *errors* eller måleforskelle. Dette fremgår af en artikel vedrørende guidelines for reliabilitetsundersøgelser (27).

Bland-Altman plottet benytter gennemsnitsværdier, men kan retfærdiggøres som brug i forbindelse med ikke-normalfordelte data, hvis forskellene er normalfordelt (39). Dette er tilfældet i dette projekt, men forskellene vil også oftest være normalfordelte, fordi forskellene mellem forsøgspersonerne er fjernet og man står tilbage med *measurement error* (39).

4.2 Diskussion af validitetsundersøgelsen

Kraftplatformens dynamiske balancetest blev vurderet til at have høj *face validity*, fordi den måler evnen til at bevæge COP i kontrollerede bevægelser indenfor BOS.

Dette er definitionen på dynamisk stabilitet, hvilket er det aspekt af den posturale kontrol, som balancetesten er designet til at måle (12).

I undersøgelsen for *construct validity*, blev ikke fundet sammenhæng mellem kraftplatformens dynamiske balancetest og TUG og kun moderat sammenhæng mellem kraftplatformens statiske og dynamiske test.

4.2.1 Diskussion af valg af TUG testen og den statiske balancetest

Validitetsformen *construct validity* blev valgt, fordi der ikke findes en gold-standard målemetode indenfor balanceområdet og der skulle derfor benyttes balancetests med tilsvarende delelementer.

BBS er den mest udbredte funktionstest til vurdering af funktionsevne og faldrisiko (17), fordi det er den test der bedst kan skelne patienter med og uden forøget faldrisiko (31).

BBS involverer 14 forskellige øvelser, hvoraf nogle af dem foretages i stående position, dvs. at BOS ikke ændres undervejs (32), hvilket svarer til kraftplatformens dynamiske balancetest. Det blev derfor overvejet om BBS skulle indgå i validitetsundersøgelsen.

På grund af de 14 øvelser, er BBS dog meget omfangsrig og tager sammenlagt over 30 minutter at gennemføre (23). Den blev således fravalgt, fordi det blev vurderet, at dette var for lang tid at bruge på en enkelt balancetest i denne undersøgelse. Dette er en *intra-day* undersøgelse af både reliabilitet og validitet, og der var således programlagt flere forskellige balancetests under forsøgssessionen. Der blev derfor taget højde for, at hver enkel balancetest ikke skulle være tidsmæssigt omfattende af hensyn til forsøgets samlede varighed. Hvis BBS blev medtaget ville der desuden være risiko for, at forsøgsparticipantene blev trætte undervejs, hvilket kunne influere på resultaterne til reliabilitetsundersøgelsen og dermed skabe bias.

TUG testen blev valgt til validitetsundersøgelsen frem for BBS på baggrund af følgende:

- Den er mindre tidskrævende og anstrengende for forsøgsparticipantene end BBS.
- Den menes at repræsentere delelementer af BBS (26)
- Der er fundet sammenhænge mellem de to tests evne til at vurdere faldrisiko (17).

Korrelationskoefficienten mellem TUG og kraftplatformens dynamiske balancetest var meget lav i det $r_s = -0,295$ hvilket betyder, at der ikke var sammenhæng mellem de to tests.

Hvis en Korrelationskoefficient er $< 0,40$, hvilket kan det tyde på at reliabiliteten ved mindst en af målemetoderne er dårlig, eller at de to metoder måler forskellige egenskaber (26).

På baggrund af resultaterne af reliabilitetsundersøgelsen i dette projekt, fremgår reliabiliteten og overensstemmelsen for kraftplatformens dynamiske balancetest at være gode. Reliabiliteten for TUG testen fremgår, af litteraturen, også som et reliabelt måleredskab (31), og derfor anses dette ikke for årsagen til den dårlige sammenhæng.

Manglen på sammenhæng er således sandsynligvis forårsaget af, at de to målemetoder er for forskellige.

Det blev vurderet at TUG testen og kraftplatformens dynamiske balancetest kunne sammenlignes, fordi evnen til at flytte COP indenfor BOS (dynamisk stabilitet), er en forudsætning for gennemførelse af begge tests. Men selvom testene indeholder fælles delkomponenter, er det et vurderingsspørgsmål om dette er nok til at formode, at der kan være sammenhæng mellem dem. Det er sandsynligvis bedre mulighed for, at formode dette, hvis man sammenligner to tests der begge involverer gang, som f.eks. TUG testen og Dynamisk Gang Index. Der findes dog ikke balancetests der på tilsvarende måde, som kraftplatformens dynamiske balancetest, kan måle dynamisk stabilitet, og derfor skulle der vælges en test der målte et andet aspekt af den posturale kontrol, men alligevel indeholdte nogle af de samme delelementer. I dette tilfælde blev TUG testen vurderet som egnet, fordi dynamisk stabilitet er en forudsætning for gang.

Et andet problem vedrørende resultaterne fra TUG testen var, at da den er valideret til at vurdere funktionsniveau og faldrisiko, må den således være beregnet til ældre der mistænkes at have funktionsnedsættelser. Der kan derfor opstå ceiling-effekt når en gruppe ældre uden deciderede funktionsnedsættelser gennemfører testen. Dette ses også af resultaterne af dette projekt, i det 23 af de 29 deltagere opnåede en tid < 10 sekunder, hvilket må betegnes som det maksimale resultat. Ingen deltagere brugte > 12 sekunder på TUG testen, som er cut-off scoren for normalt funktionsniveau.

Dette kan være problematisk, da et måleredskab ikke er validt i tilfælde af ceiling-effekt. I dette tilfælde vil man f.eks. ikke kunne måle forskelle før og efter et eventuelt træningsforløb (26).

Inden forsøgene til dette projekt begyndte, var det ikke til at vide præcis hvilket fysisk funktionsniveau forsøgsdeltagerne havde. Deltagerne havde tidligere medvirket i MGJ's PhD. projekt, hvilket er et RCT interventionsstudie, vedrørende effekten af balancetræning med Nintendo Wii. Baggrunden for, at deltagerne gerne ville være med i denne undersøgelse, var at de selv vurderede, at de havde problemer med balancen, og derfor var interesserede i balancetræning.

Det blev derfor formodet, at denne gruppe ville involvere deltagere med forskelligt fysisk funktionsniveau, hvor nogle havde bedre balance end andre. Resultaterne af TUG testen viste dog, at forsøgsdeltagerne i dette projekt kan betegnes som ældre >65 år med normalt funktionsniveau, og dermed har TUG testen sandsynligvis været for nem for dem. Sværhedsgraden af kraftplatformens dynamiske balancetest viste sig at være mere passende for denne målgruppe, fordi der ikke var nogen deltagere der opnåede den maksimale score (se evt. figur 17). Den teoretisk maksimale score på 100 er dog også nærmest umulig at opnå, fordi der altid vil forekomme afvigelser fra den optimale rute igennem firkanterne. Derfor blev den reelle maksimale score vurderet til at ligge omkring 85-90.

4.2.2 Diskussion af resultater

Korrelationskoefficienten mellem resultaterne af kraftplatformens statiske og dynamiske balancetest var moderat ($r_s = 0,591$). Denne værdi er $<0,70$, og kan dermed ikke accepteres som værende acceptabel. Korrelationskoefficienten er dog en del højere end korrelationen mellem TUG og kraftplatformens dynamiske test. Dette kan skyldes, at den statiske test minder mere om den dynamiske test end TUG testen. Den statiske og dynamiske balancetest foregår begge på kraftplatformen, og de evaluerer begge postural kontrol i stående position, dvs. at BOS ikke ændres undervejs. Begge tests kræver, at man kan kontrollere COP indenfor BOS. Forskellen mellem dem er, at man i den dynamiske test skal bevæge COP, mens man i den statiske test skal forsøge at holde COP i ro.

BBS indeholder delelementer af kraftplatformens statiske test (og dermed også af den dynamiske test), fordi mange af øvelserne foregår i stående position.

Da resultaterne af denne undersøgelse viser, at den statiske test korrelerer bedre med kraftplatformens dynamiske test end TUG testen, kunne det således være interessant at foretage en analyse af *construct validity*, hvor den dynamiske test sammenlignes med BBS.

Resultaterne af den statiske test opnåede dog sandsynligvis også bedre korrelation, fordi den ikke havde ceiling-effekt, hvilket ses af figur 21, hvor gennemsnitsscorerne generelt fordeler sig jævnt indenfor et interval mellem 17,3 og 82,3.

4.3 Opsummering af hypoteser

H₁-hypotesen bevares og H₂ forkastes, fordi der på baggrund af de statiske analyser af resultaterne fra forsøget, kan accepteres god reliabilitet og acceptabel overensstemmelse for kraftplatformens dynamiske balancetest i en test-retest undersøgelse for personer >65 år.

H₄ og H₆-hypoteserne bevares og H₃ og H₅ forkastes, fordi der kun var moderat sammenhæng mellem kraftplatformens dynamiske og statiske balancetests og dårlig sammenhæng mellem kraftplatformens dynamiske balancetest og TUG testen.

5. Konklusion

- *Er kraftplatformens dynamiske balancetest en valid og reliabel målemetode til vurdering af balance, som kan bruges i forbindelse med udredningen af faldpatienter?*

Kraftplatformens dynamiske balancetest er en reliabel målemetode af dynamisk stabilitet for ældre >65 år med normalt funktionsniveau, fordi der blev påvist god reliabilitet og acceptabel overensstemmelse ved test-retest undersøgelsen. Den kan bruges til bestemmelse af dynamisk stabilitet, fordi den kvantificerer dette aspekt af den posturale kontrol.

For at give en fyldestgørende vurdering af patienternes balance, skal faldudredningen involvere et bredt udvalg af forskellige former for balancetests. Dynamisk stabilitet, som er en forudsætning for opretholdelsen af balance under gang og andre dagligdagsaktiviteter, evalueres ikke i den nuværende faldudredning, og testen bør derfor indgå som en del af det samlede testbatteri.

Testen blev vurderet til at være en god indikator af dynamisk stabilitet, men trods dette var der ikke sammenhæng mellem denne test og TUG testen ($r_s = -0,295$), samt kun moderat sammenhæng mellem kraftplatformens statiske og dynamiske balancetest ($r_s = 0,591$). Det er således for usikkert at konkludere, at kraftplatformens dynamiske balancetest er en valid målemetode af balance. Hvis testen skal indføres i faldudredningen, rådes det derfor, at man forinden foretager en yderligere undersøgelse af testens *construct validity*. I denne undersøgelse kan testen f.eks. sammenlignes med BBS, i det kraftplatformens dynamiske balancetest indeholder delelementer af BBS, som i øvrigt er den bedste test til vurdering af faldrisiko.

6. Perspektivering

Hvis der skulle foretages en yderligere undersøgelse af *construct validity* for kraftplatformens dynamiske balancetest, hvor BBS bruges som sammenligning, vil det sandsynligvis være en fordel at benytte forsøgspartagere med balanceproblemer. Årsagen til dette er, at man i så fald vil kunne forebygge ceiling-effekt af BBS, fordi den jo er designet til at vurdere funktionsniveau og faldrisiko for ældre der mistænkes at have balanceproblemer.

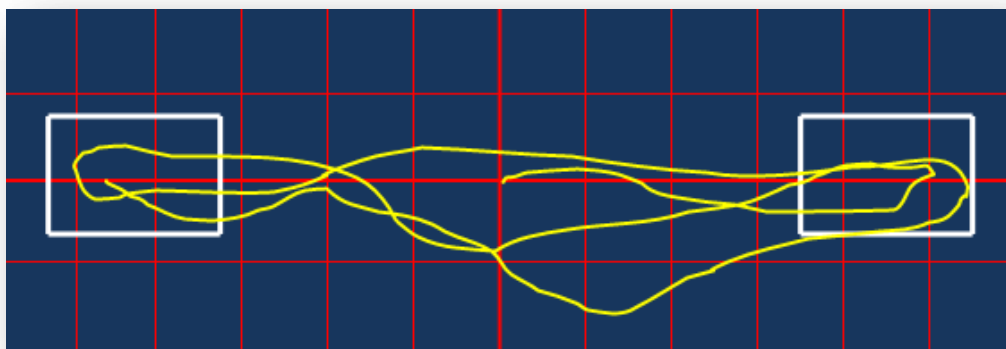
Hvis der benyttes ældre deltagere med balanceproblemer i sådan en undersøgelse, kan man overveje at ændre på designet af kraftplatformens dynamiske balancetest, da der vurderes at der er risiko for, at den vil være for svær at udføre for ældre med omfattende balanceproblemer.

Hvis testen bliver en del af faldudredningen, kan man også overveje at bruge en nemmere variant i stedet for standardtesten med de otte firkanter.

Softwarens brugergrænseflade gør det muligt for den sundhedsprofessionelle, at bestemme hvor mange firkanter deltageren skal ramme med COP. Man kan eventuelt vælge kun at placere firkanterne i medial-lateral retningen som i figur 24, og derefter indstille testen til, at hver firkant skal rammes to eller flere gange. Man kan også placere firkanterne i posterior-anterior retningen eller i alle fire retninger.

Som alternativ til BBS kunne man vælge at sammenligne kraftplatformens dynamiske balancetest med Functional Reach Test (FRT), fordi det er en test der involverer bevægelse af COP indenfor BOS.

Ved denne test evalueres deltagerens LOS (8). Denne test kan have sammenhæng med kraftplatformens dynamiske balancetest, fordi det kan tænkes, at hvis LOS dækker et større areal, vil man måske have bedre forudsætninger for at klare kraftplatformens dynamiske balancetest med et godt resultat. En ulempe ved FRT er dog, at den ikke har god korrelation med BBS, men ligesom ved TUG testen, er der overensstemmelse mellem FRT og BBS i forbindelse med vurdering af faldrisiko (8).



Figur 24. En nemmere udgave af kraftplatformens dynamiske balancetest

7. Litteraturliste

1. Maki BE, Holliday PJ, Topper AK "Fear of falling and postural performance in the elderly." 1991 J Gerontol. Jul;46(4): p: 123-31.
2. Sinks – "Sammenhængende indsats for kronisk syge. En undervisningsmanual til forebyggelse af ældres balanceproblemer og fald." 2007. Tilgængelig fra:
<http://www.bispebjerghospital.dk/NR/rdonlyres/F67470FA-6576-46D7-8B57-36325EBB83D6/0/Bilag7Enundervisningsmanualtilforebyggelseafældresfaldogbalanceproblemer.pdf>
3. Jespersen J, Pedersen TG, Beyer N. "Sarcopenia and strength training. Age-related changes: effect of strength training." Ugeskr Laeger. 2003 Aug 25; 165(35) p: 3307-11.
4. Nielsen K, et al. "Faldpatienter I den kliniske hverdag – rådgivning fra Sundhedsstyrelsen." Version 1. Sundhedsstyrelsens publikationer. 2006. Tilgængelig fra:
http://www.sst.dk/publ/publ2006/CFF/Forebyg_fald/Faldptt_klin.pdf
5. Palm H. "Hoftebrud – En folkesygdom." 2008. Tilgængelig fra:
http://www.ugeskriftet.dk/portal/page/portal/LAEGERDK/UGESKRIFT_FOR_LAEGER/TIDLIGERE_NUMRE/2008/UFL_EKMA_2008_8/UFL_EKMA_2008_8_52830
6. Bispebjerg hospital. "Bedre Balance – forebyggelse af ældres fald – Bedre Balance Coaching" Kbh.: 2010. Tilgængelig fra:
http://www.folkesundhed.kk.dk/~media/folkesundhedkbh/Rapporter/AeldreTrivsel/BedreBalance_ForebyggelseAfAeldresFald.ashx
7. Læssøe U. "Vurdering af funktionsniveau - Vurdering af balance." Fysioterapeuten nr. 11, 2008. s. 1-15.
8. Spirduso W.W, Francis K.L, MacRae P.G. "Physical dimensions of aging" 2. udgave. 2005. ISBN: 0-7360-3315-7.
9. Pollock, A.S., Durward, B.R., Rowe, P.J., Paul, J.P. "What is balance?" Clinical rehabilitation, 2000 vol. 14, no. 4, p: 402-6.
10. Shumway-Cook, A, Woollacott, M.H. "Normal Posture Control in Motor Control: Theory and Practical Applications." Williams & Wilkins, Baltimore, Md. 2. udgave. 1995b.
11. Winther D. "A.B.C. (Anatomy, Biomechanics and Control) of Balance during Standing and Walking." Waterloo: Waterloo Biomechanics. 1995.
12. Goldie P.A, Bach T.M, Evans O.M. "Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity." Arch Phys Med Rehabil. 1989 Jul;70(7) p: 510-7.
13. Røgind H. "Assessment of postural Sway Methodology, Test-retest Reliability, Reference Values and Applications in Hemiplegia." 2003. Tilgængelig fra:
http://www.phd.teknat.aau.dk/digitalAssets/29/29156_henrik-r--gind.pdf

14. Dodd K, Hill K, Haas R, Luke C, Millard S. "Retest reliability of dynamic balance during standing in older people after surgical treatment of hip fracture." *Physiother Res Int.* 2003;8(2) p: 93-100.
15. Shumway-Cook A, Woollacott M.H. "Motor control : Translating research into clinical practice." 3. udgave. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
16. Horak FB. "Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?" *Age Ageing.* 2006 Sep;35 Suppl 2:ii7-ii11.
17. Karuka A.H, Silva J, Navega M.T. "Analysis of agreement of assessment tools of body balance in the elderly." *Rev Bras Fisioter, São Carlos,* 2011 Nov./Dec.. 15, n. 6, p: 460-6,
18. Internet: Den store danske (leksikon). Tilgængelig fra:
http://www.denstoredanske.dk/Samfund%2c_jura_og_politik/Sprog/Fremmedord/a-ak/afferent
19. Internet: Den store danske (leksikon). Tilgængelig fra:
http://www.denstoredanske.dk/Samfund,_jura_og_politik/Sprog/Fremmedord/ek/effeent?highlight=effeent
20. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. "Postural perturbations: New insights for treatment of balance disorders." *Phys Ther.* 1997;77(5) p: 517-33.
21. Morisawa Y. "Morphological study of mechanoreceptors on the coracoacromial ligament." *J Orthop Sci.* 1998;3(2) p: 102-10.
22. Rosenhall U, Rubin W. "Degenerative changes in the human vestibular sensory epithelia" *Acta Otolaryngol.* 1975. Jan-Feb; 79 (1-2): s. 67-80.
23. Lajoie Y, Girard A, Guay M. "Comparison of the reaction time, the Berg Scale and the ABC in non-fallers and fallers." *Arch Gerontol Geriatr.* 2002 Nov-Dec;35(3) p: 215-25.
24. Hansen FR, Moe C, Schroll M. "Geriatrici: Basisbog" København: Munksgaard Danmark. 2002. ISBN: 978-87-628-0382-4.
25. Punakallio A. "Trial-to-trial reproducibility and test-retest stability of two dynamic balance tests among male firefighters." *Int J Sports Med.* 2004 Apr; 25(3): 163-169.
26. Beyer N, Magnusson P. "Målemetoder i fysioterapi." 1. udgave, 3. oplag. København: Munksgaard Danmark. 2010. ISBN-13: 978-87-628-0406-7.
27. Kottner J, Audig L, Brorson S, Donnerd A, Gajewskie BJ, Hróbjartssonf A, Roberts C, Shoukrih M, Streiner D. "Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed." *Journal of Clinical Epidemiology* nr. 64 (2011), p: 96-106.
28. de Vet H.C, Terwee C.B, Knol DL, Bouter L.M. "When to use agreement versus reliability measures." *J Clin Epidemiol.* 2006 Oct;59(10) p: 1033-39.
29. Bauer C, Gröger I, Rupprecht R, Gassmann K.G. "Intrasession reliability of force platform parameters in community-dwelling older adults."

- Arch Phys Med Rehabil. 2008 Oct; 89(10) p: 1977-82.
30. Meshkati Z, Namazizadeh M, Salavati M, Mazaheri M. "Reliability of force-platform measures of postural sway and expertise-related differences." J Sport Rehabil. 2011 Nov; 20(4) p: 442-456.
31. Chiu AY, Au-Yeung SS, Lo SK. "A comparison of four functional tests in discriminating fallers from non-fallers in older people." Disabil Rehabil. 2003 Jan 7;25(1) p: 45-50.
32. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JJ, Maki B. "Measuring balance in the elderly: validation of an instrument." Canadian Journal of Public Health 1992; 83(2):7-11.
33. Podsiadlo D, Richardson S. The Time "Up & Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons." Journal of the American Geriatrics Society 1991; 39(2) p: 142-48
34. Shumway Cook A, Brauer S, Woollacott M. "Predicting the Probability for Falls in Community Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test." Physical Therapy 2000 Vol 80(9) p: 896-903.
35. Wackerhausen S. "Operationalisering – Hvordan måler man?" Nyt om forskning. 1998. Årg. 7, nr. 1 S. 16-17.
36. Thurén T. "Videnskabsteori for begyndere." 2. udgave. Kbh.: Rosinante. 2008.
37. Lindahl M, Juhl C. "Den sundhedsvidenskabelige opgave – Vejledning og værktøjskasse." 2. udgave, 1. oplag. København: Munksgaard Danmark. 2010. ISBN: 978-87-628-0962-8.
38. Bowers D. "Medical Statistics from Scratch." 2. Udgave. John Wiley & Sons, Ltd. 2010. ISBN: 978-0-470-51301-9.
39. Bland J.M, Altman DG. "Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement." Lancet. 1986 Feb 8; 1(8476): p: 307-310.