



LAB

PLUG & PLAY

Måling af fysisk aktivitet for hoftepatienter - et validerings- og kvalitetssikringsprojekt

*Test af aktivitetsmålere til monitorering af
fysisk aktivitet hos hofteopererede borgere*

Indholdsfortegnelse

1	Indledning.....	3
1.1	Formål.....	4
2	Praktisk udførelse af test.....	5
2.1	In- og eksklusionskriterier for testdeltagere	5
2.2	Udførelse af test	5
2.3	Teknologier	5
3	Data	7
3.1	Axivity AX3.....	7
3.2	eTact	9
3.3	SENS Motion Plus	10
3.4	Sportssensor	11
3.5	Diskussion	11
4	Refleksioner.....	13
4.1	Support og brugervenlighed.....	13
4.2	Datahåndtering.....	13
5	Bidragydere	15
5.1	Offentlige organisationer	15
5.2	Private virksomheder	15

1 Indledning

Hvert år udføres omkring 9000 hofteoperationer i Danmark, hvor der indsættes hofteproteser (total hoftealloplastik). Der er flere forskellige årsager til, at få indsat en hofteprotese, hvoraf artrose i hofteleddet er den hyppigste. Artrose er ofte forbundet med aktivitetsrelateret smerte og dermed potentielt nedsat fysisk aktivitet.

Total hoftealloplastik foretages med det primære formål at reducere og afhjælpe de smerter, borgeren har som følge af sygdommen, således at vedkommende kan genoptage en aktiv livsstil¹.

Hofteopererede patienter udviser efter operationen en vedvarende nedsat fysisk funktion og et nedsat fysisk aktivitetsniveau i hverdagen set i forhold til en rask kontrolgruppe. Ligeledes observeres der også en tidligere pensionering, samt vedvarende nedsat indkomst, reduceret livskvalitet og øgede sundhedsomkostninger.

Det lave aktivitetsniveau kan have vitale konsekvenser, som bl.a. omfatter nedsat hjerte-kardiovaskulær funktion, tab af insulinfølsomhed og dermed øget risiko for senere udvikling af diabetes, øget fedtvæv og i værste tilfælde kan det føre til øget mortalitet.

Set fra et sundhedsmæssigt perspektiv er et højt fysisk aktivitetsniveau derfor vigtigt at opretholde efter en hofteoperation.

Ovenstående problem er omfattende, da mellem 15-30 % af de hofteopererede patienter rapporterer et helt eller delvist utilfredsstillende resultat af operationen.

Der er derfor et behov for at kunne anvende objektive og valide målemetoder til monitorering af fysisk aktivitetsniveau hos hoftepatienter og til at kunne identificere patienter med for lavt aktivitetsniveau, som potentielt er i risiko for at udvikle livsstilssygdomme og følgevirkninger heraf.

¹ <https://www.sundhed.dk/sundhedsfaglig/laegehaandbogen/ortopaedi/tilstande-og-sygdomme/baekken-hofte-og-laar/artrose-hofte/>

1.1 Formål

Projektet og testen er en forundersøgelse, der har til formål at validere teknologiske løsninger, der kan bruges til måling af fysisk aktivitetsniveau hos hofteopererede borgere efter operation i et kort- og langsigtet perspektiv.

Forundersøgelsen har også en tværsektoriel betydning. De første dage efter hjemsendelse er svære at følge op på, og viden om patienternes aktivitetsniveau kan være afgørende for det videre rehabiliteringsforløb, deres funktion på sigt samt den overordnede tilfredshed med behandlingen.

Da det er svært at få valid information om volumen og intensiteten af fysisk aktivitet fra patienten selv, vil muligheden for objektivt at kunne måle fysisk aktivitet give værdi for både sygehus og kommune. Hvis data via nationale standarder kan integreres, vil de kunne tilgås fra kommunale og regionale systemer samt hos praktiserende læge og herved give en mere målrettet opfølgning for borgeren.

Desuden kan en langsigtet forværring medføre genindlæggelser og øget behov for kommunal hjælp, hvilket understreger den tværsektorielle betydning.

Der ses et stort tværsektorielt potentiale, hvor muligheden for bedre at kunne følge op på patienternes aktivitetsniveau umiddelbart efter hjemsendelse, medfører muligheden for at kunne tilbyde målrettede rehabiliteringsforløb.

Formålet med forundersøgelsen er derfor at undersøge, om der findes kommercielle aktivitetsmålere/løsninger, der på valid vis kan kortlægge det fysiske aktivitetsniveau defineret ud fra forskellige aktivitetstyper (ligge, sidde, stående, gående, trappegående) hos hofteopererede borgere.

2 Praktisk udførelse af test

2.1 In- og eksklusionskriterier for testdeltagere

Testdeltagerne skulle opfylde nedenstående kriterier for at kunne blive inkluderet i testen:

- Være opereret i hoften mellem uge 30 og 36 2018
- Kunne gå selvstændigt rundt (hjælpemidler som stok og rollator tilladt)
- Ikke være plaget af smerter

Eksklusionskriterierne var udelukkende, at testdeltagerne ikke måtte være plagede af smerter, og at de skulle falde inden for tidsrammen ift. operationen.

Seks personer opfyldte kriterierne og indgik i testen.

2.2 Udførelse af test

Testen indeholdt følgende seks øvelser/aktivitetstyper angivet i kronologisk rækkefølge:

- Siddende – testpersonen blev bedt om at sidde i en lænestol med ryg, der var mulighed for at drikke en kop kaffe og/eller læse i et blad.
- Stående (lav fysisk aktivitet) – testpersonen blev bedt om at stå ved en håndvask som stod de og vaskede hænder eller vaskede op.
- Stående (moderat fysisk aktivitet) – testpersonen blev bedt om at feje gulv med en kost og/eller støve af med en karklud i lokalet. Der måtte gerne varieres mellem disse to aktiviteter.
- Liggende – testpersonen blev bedt om at lægge sig på en seng med hovedpude.
- Gående – testpersonen blev bedt om at gå rundt indenfor i bygningen sammen med testeren.
- Trappegang – testpersonen blev bedt om at gå på trapper så mange gange op/ned som de evnede, dog maks. i 10 min.

Testdeltagerne skulle udføre de seks aktivitetstyper i maksimalt 10 minutter hver, men blev bedt om at sige til under øvelsen, hvis den blev for fysisk anstrengende til, at de kunne gennemføre hele øvelsen.

2.3 Teknologier

I testen indgik fire teknologier². Kravene til teknologierne var, at de skulle kunne monitorere fysisk aktivitet, og det skulle af hensyn til efterfølgende databehandling være muligt at kunne få adgang til rådata eller andet udtryk for aktivitet genereret under testen.

De inkluderede teknologier i testen er følgende:

- *Axivity AX3* fra Axivity
- *eTact* fra BodyCAP
- *Sportssensor* fra Syddansk Universitet
- *SENS Motion Plus* fra SENS Innovation ApS

² Yderligere tre teknologier har været undersøgt, men kunne af forskellige årsager ikke inkluderes i testen.

Axivitys AX3 er baseret på accelerometer med tre akser, hvorved der logges bevægelsesdata, som trackes med et tidsstempel. Sensorerne kan sættes fast på kroppen med en rem el. lign., men blev i denne test sat fast med Medipore fikseringstape.

Teknologien eTact fra BodyCAP bygger ligeledes på et accelerometer, og den aktivitet, der logges på eTacten kan også trackes med et tidsstempel. Modsat Axivity Ax3 er det ikke muligt at montere sensoren med en rem, men det er i stedet tiltænkt, at den skal monteres med tape. I denne test er anvendt en eTact til forskningsbrug.

Sportssensor er ikke en kommerciel teknologi, der findes på markedet. Sensorerne har indbygget både accelerometre og gyroskoper, der måler bevægelse. Desuden er der mulighed for at tracke data med et tidsstempel. Der er ikke udviklet en rem el. lign. til sensorerne, og derfor blev sensorerne under testen monteret med Medipore fikseringstape.

SENS Motion Plus er en aktivitetsmonitorerende løsning, der fungerer som et plaster med en integreret aktivitetssensor. Denne to-delte løsning med en aktivitetssensor og et specialudviklet plaster bør derfor anvendes sammen, så det opnår sin funktion som et sensorplaster, hvilket det også blev i nærværende test.

Data fra AX3, eTact og Sportssensor ligger lokalt på enhederne, hvorimod data fra SENS Motion Plus overfører data til en sikker server.

3 Data

Datamængden, der indgår i følgende afsnit, omfatter data fra mellem tre og seks testdeltagere afhængig af teknologien, og der er opsamlet data i op til en time pr. testdeltager. Ved behandling af data er første og sidste minut for hver aktivitet skåret fra for at fjerne eventuelle fejl, f.eks. ved skift i aktiviteter. Den mindre datamængde gør det vanskeligt at drage endegyldige konklusioner ud fra testens udfald.

I nedenstående tabel 1 er angivet demografisk data for testdeltagerne:

Køn (kvinder/mænd)	5/1
Alder (år)	77,4 (70,5-85,9)
Højde (m)	1,6 (1,5-1,78)
Vægt (kg)	75,8 (66-90)
Antal uger siden operation	7 (4,8-10)
Operationshofte (højre/venstre)	2/4
VAS score før test (0-10)	1,5 (0-3,5)
VAS score efter test (0-10)	1,4 (0-3)

Tabel 1 Oversigt over demografisk data for testdeltagere angivet som mean (standard deviation) eller antal. Forkortelser: Visuelle Analoge Skala (VAS) - bruges til vurdering af smerte.

Der er i databehandlingen anvendt rådata fra alle fire teknologier. Under beskrivelsen af hver enkelt teknologi fremgår det, hvorledes rådata blev præsenteret.

Anden data fra eventuelle sensorer i teknologierne er ikke anvendt, hvorfor der udelukkende analyseres på aktivitet.

Nedenstående tabel 2 viser, hvor mange testpersoner, der indgår for hver teknologi:

Teknologi	Antal testdeltagere
Axivity AX3	6
eTact	6
SENS Motion Plus	3
Sportssensor	4

Tabel 2 Oversigt over antal testpersoner pr. teknologi

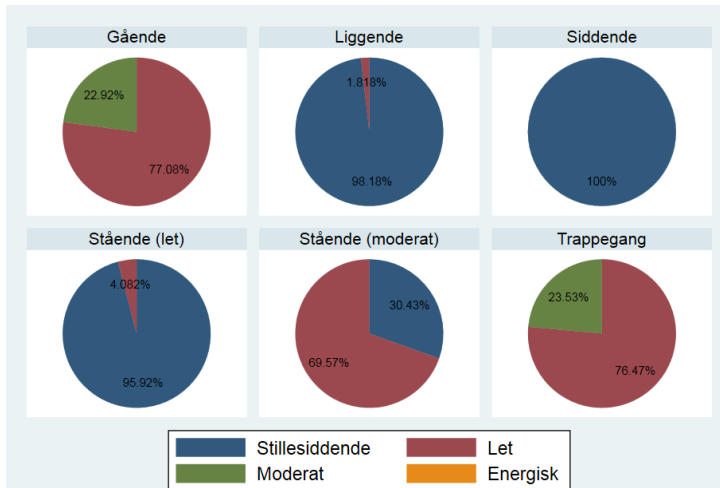
3.1 Axivity AX3

Axivity AX3 er blevet testet på seks testdeltagere, der under testen har haft påsat to sensorer med Medipore fikseringstape på hhv. forsiden af låret og i taljen.

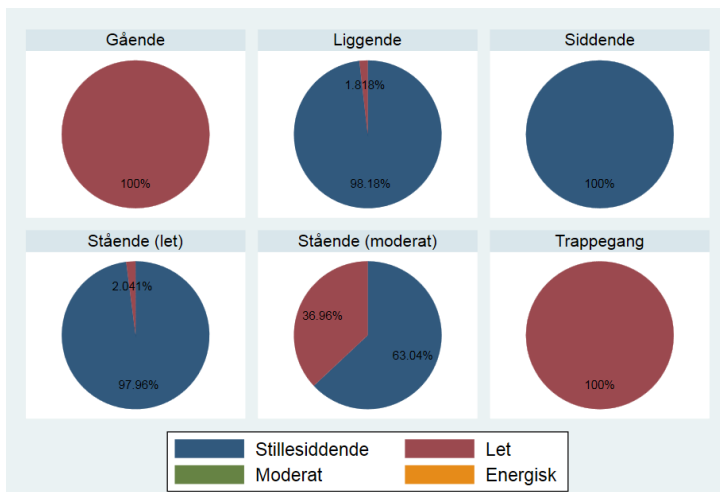
Softwaren Open Movement GUI (OmGui) blev anvendt til at beregne Scalar Vector Magnitude (SVM) og prædefinerede skæringspunkter for energiforbrug (energi 'cut points') til kategorisering af stillesiddende, let, moderat og energisk aktivitet.

Det ses af diagrammerne på figur 1 og figur 2, at når de prædefinerede skæringspunkter for energiforbrug anvendes, differentierer Axivity AX3 kun mellem ingen/stille aktiviteter og aktive aktiviteter, og har ikke tilstrækkelig sensitivitet til at skelne mellem de seks forskellige aktiviteter.

Det vurderes derfor, at teknologien og/eller de prædefinerede skæringspunkter i analysesoftwaren for energiforbrug ikke egner sig til projektets målgruppe.



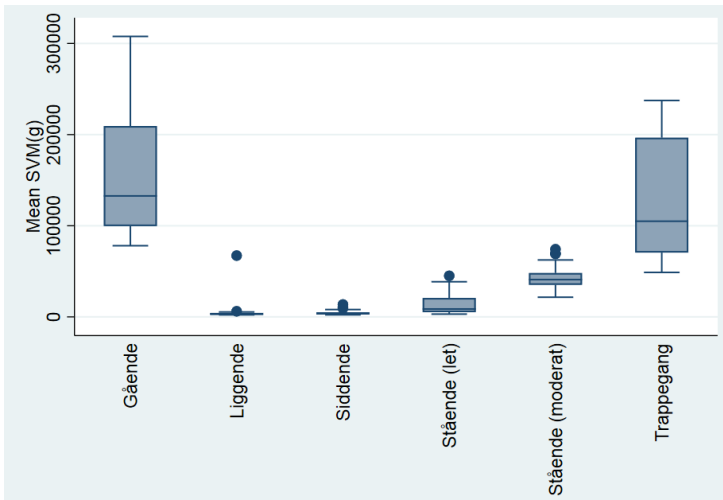
Figur 1 Lagkagediagram med illustreret procentdel af kategorier af energiforbrug ved de seks forskellige aktiviteter. Axivity AX3 placeret på låret.



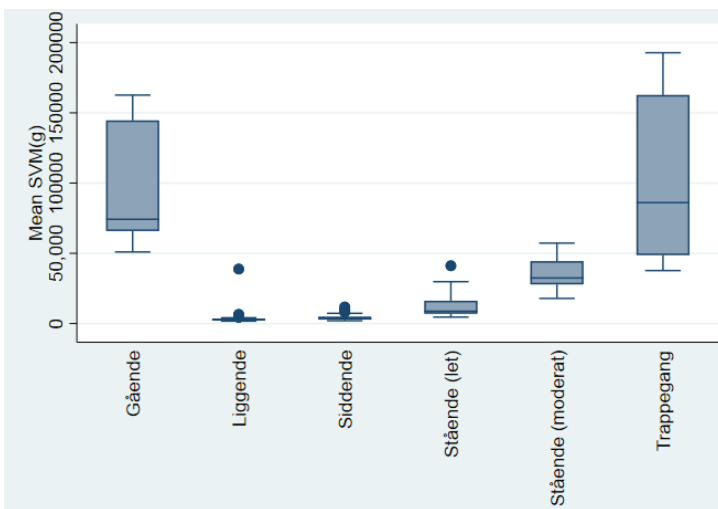
Figur 2 Lagkagediagram med illustreret procentdel af kategorier af energiforbrug ved de seks forskellige aktiviteter. Axivity AX3 placeret i taljen.

Hvis der derimod ses på Scalar Vector Magnitude for hver aktivitet, fremgår det, at Axivity AX3 differentierer mellem aktiviteterne sidde/liggende, stående (let aktivitet), stående (moderat aktivitet) og gående/trappegang, hvilket ses af boxplottene på figur 3 og figur 4. Dog differentieres der ikke mellem aktiviteterne liggende og siddende eller mellem gående og trappegang.

Data fra talje- og lårsensoren fremstår ensartet ift. evnen til at differentiere mellem aktiviteterne, hvorfor det med fordel kan undersøges nærmere om det vil være tilstrækkeligt at bruge én sensor.



Figur 3 Boxplot over gennemsnitlig SVM ved de seks forskellige aktiviteter. Axivity AX3 placeret på låret.



Figur 4 Boxplot over gennemsnitlig SVM ved de seks forskellige aktiviteter. Axivity AX3 placeret i taljen.

3.2 eTact

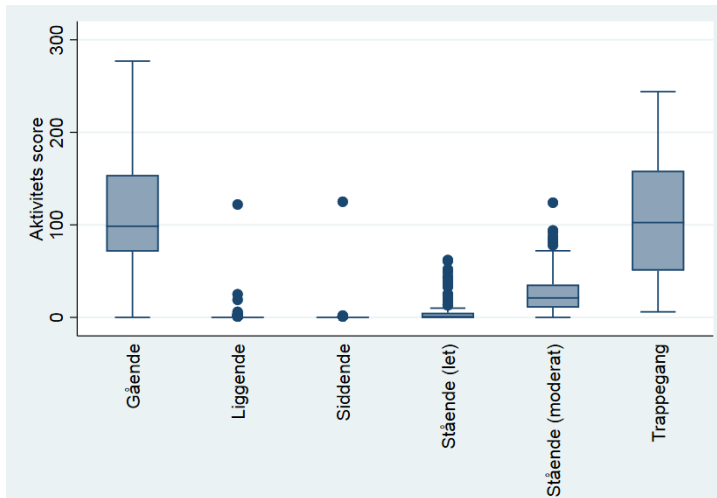
Aktivitetsmåleren eTact er blevet testet på i alt seks testdeltagere, der under testen har haft påsat en enkelt eTact sensor i taljen med Medipore fikseringstape.

Aktivitetsmåleren registrerede aktivitet hvert 10. sekund, og opsamlede rådata fra accelerometret med en samplingsfrekvens på 50 Hz. Den målte aktivitet er angivet som en aktivitetsscore, som er et udtryk for Time Above Threshold (TAT), hvilket i denne sammenhæng er angivet som en værdi mellem 0-500. Tærskelværdien for, hvornår en bevægelse betragtes som en reel aktivitet og ikke støj, er pr. default sat til 0.1 G-kraft.

Der blev også indsamlet rådata fra accelerometret, men da softwaren selv udregner TAT niveau, er disse værdier i stedet anvendt til databehandling. Der tages højde for, at analyse af rådata kunne give en anden differentiering af aktiviteterne.

Af figur 5 ses det, at der ikke differentieres mellem de tre stille aktiviteter (liggende, siddende og stående (let aktivitet)), men der ses en differentiering mellem de stille aktiviteter og den stående (moderat aktivitet),

og der ses også en differentiering mellem aktiviteterne stående (moderat aktivitet) og gang. Når der kigges på aktivitetsscore, ses der ikke en differentiering mellem gående og trappegang.



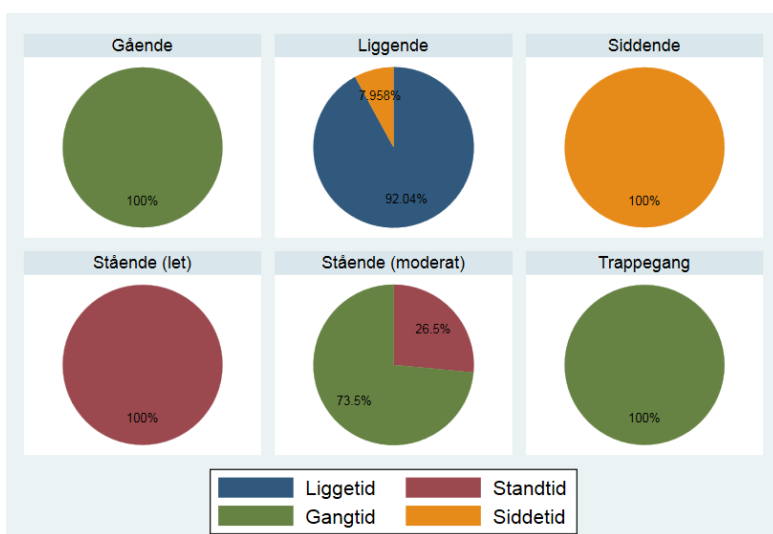
Figur 5 Box plot over den gennemsnitlige aktivitetsscore angivet af eTact ved de seks forskellige aktiviteter

3.3 SENS Motion Plus

SENS Motion Plus er blevet testet på tre testdeltagere, der under testen har fået påsat to sensorer på hhv. bryst og lår med plaster fra fabrikanten.

SENS Motion Plus kategoriserede til dette projekt aktivitet som værende enten liggetid, siddetid, standtid eller gangtid.

Figur 6 illustrerer fordelingen af den kategoriserede aktivitetstid i det tidsrum hvor testdeltagerne var i færd med at ligge ned, sidde, stå med let aktivitet, stå med moderat aktivitet, gå en tur eller gå på trapper. Der ses, at SENS Motion Plus kategoriserer gående, stående med let og moderat aktivitet, som forventeligt. Ved den liggende aktivitet kategoriseres en andel af tiden som værende siddetid. Trappegang bliver kategoriseret som gangtid.



Figur 6 Lagkagediagram med illustreret procentdel af kategoriseret tid for hver aktivitet

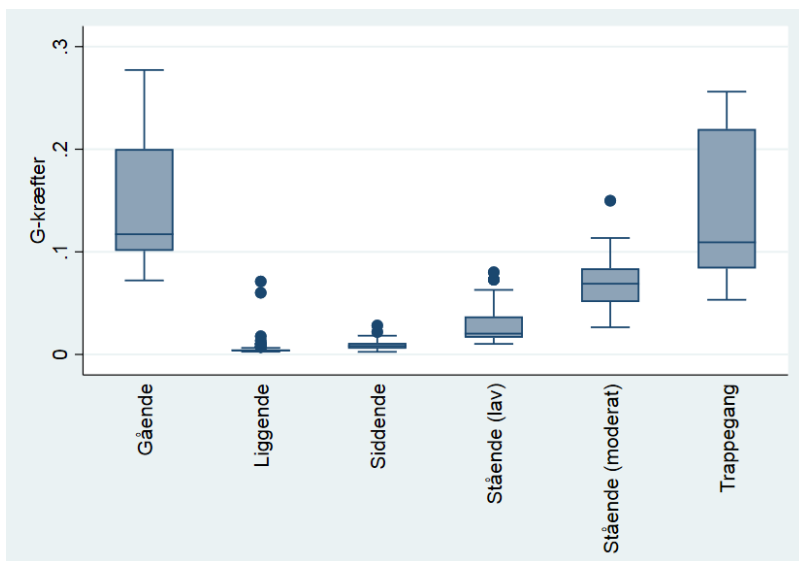
3.4 Sportssensor

Sportssensor fra Syddansk Universitet, er en ikke-kommerciel løsning, og blev i testen testet på fire testdeltagere. Løsningen består af fire sensorer med accelerometre og gyroskoper.

Der blev monteret fire Sportssensorer på testpersonerne på hhv. håndleddet, i taljen, på hoften (svarende til trochantor major) og på anklen ved brug af Medipore fikseringstape. Sensorerne registrerer aktivitet i G-krafter angivet som 0-1 G.

Under testen blev der målt data fra alle fire sensorer. I denne testrapport er kun inkluderet data fra sensoren, der var placeret i taljen, da data fra denne ene sensor viste de bedste resultater for Sportssensor.

Ved at se på data fra sensoren placeret i taljen, illustreret i nedenstående figur 7, ses det at Sportssensoren kan differentiere mellem alle aktiviteterne med undtagelse af trappegang/gang og liggende/siddende.



Figur 7 Box plot over gennemsnitlig G-krafter ved de seks forskellige aktiviteter ved Sportssensor placeret i taljen.

3.5 Diskussion

Ud fra den mindre mængde af data som databehandlingen er baseret på, er det vanskeligt at drage en konklusion om, hvilke teknologi der bedst egner sig til at differentiere mellem forskellige fysiske aktiviteter hos hofteopererede patienter.

Det vil være nødvendigt med et større valideringsprojekt hvori flere testpersoner indgår, for at kunne vurdere hvilken teknologi der regner sig bedst til formålet.

Som data er præsenteret i de ovenstående afsnit er der ingen af teknologierne der kan skelne mellem alle seks forskellige aktiviteter, men Sportssensor og Sens Motion Plus, evner at differentiere mellem fem ud af seks forskellige aktiviteter. For alle fire teknologier gør det sig gældende, at det er aktiviteterne gang og trappegang, som de har svært ved at skelne mellem.

For den valgte målgruppe vurderes det at være vigtigt at kunne differentiere mellem de 'stille' aktiviteter som liggende og siddende, da det vurderes mere hensigtsmæssigt i forhold til patientens arousalniveau og

Måling af fysisk aktivitet for hoftepatienter – et validerings- og kvalitetssikringsprojekt

lungefunktion, at være siddende fremfor liggende. Dette viste sig også at være en udfordring for de fleste af teknologierne.

Det gør sig gældende for både Sportssensor, SENS Motion Plus og eTact, at de kan tilpasses præsentationen af data ved fremtidigt brug til forskellige målgrupper.

4 Refleksioner

Efter projektets afslutning er der blevet reflekteret over nogle områder og erfaringer, der er relevante i forhold til lignende fremtidige tests.

4.1 Support og brugervenlighed

Generelt har virksomhederne bag de inkluderede teknologier ydet den ønskede support. Det er vigtigt, at borgere og sundhedsfagligt personale, der skal anvende og betjene teknologierne har let til support, for at teknologierne kan blive anvendt korrekt, og eventuelle fejl kan blive udredet. Dette er især også vigtigt i forhold til korrekt opsætning af teknologierne. Alle de fire inkluderede teknologier har brug for setup før anvendelse, hvilket gør det muligt at tilpasse produktet til den borgergruppe, der skal anvende teknologien. Det bør overvejes, om teknologierne skal opsættes af leverandøren, sundhedsfagligt personale eller brugeren selv.

I denne test interagerede testdeltagerne ikke med teknologierne, da alle teknologier blev opsat og påsat af andre end testdeltagerne selv. Dette bl.a. for at imødekomme, at accelerometrene i teknologierne blev placeret korrekt i forhold til x-, y- og z-retning, så den efterfølgende databehandling var lettere at foretage. For leverandørerne bør der rettes opmærksomhed mod, at det skal være tydeligt for brugerne at se, om sensorerne vender rigtigt eller ej.

Hvis der ses bort fra opsætning og påsætning, krævede ingen af de fire inkluderede teknologier interaktion under monitorering. På eTacten sad der en knap, som let kunne trykkes på ved påsætning og aftagning af sensoren. Knappen på eTact var til denne test blevet neutraliseret, men vil normalt kunne bruges til at tjekke batterilevetiden. eTacten har desuden en diode, som angiver hvilket mode, den eTact'en er i, som kan bruges, hvis der er mistanke om, at sensoren er slukket.

Der forefindes også dioder på Sportssensor, der angiver, om sensorerne er tændte.

Graden af teknologiernes brugervenlighed og interaktion kan have betydning for, om de hofteopererede borgere kommer til at anvende teknologien efter hjemsendelse.

I forhold til batterilevetid skulle Sports Sensor, Axivity AX3 og eTact oplades. SENS Motion Plus skulle som den eneste løsning ikke oplades, hvilket betyder, at man bør holde øje med sensorernes batterilevetid, da de ved udløb af batterilevetid skal udskiftes. Batterilevetiden for SENS Motion Plus er opgivet til mindst fem måneders kontinuert måling med mulighed for at slukke for sensoren, når den ikke er i brug, og det er desuden muligt at tjekke batteristanden online. Siden testen er batterilevetiden på eTact forbedret til 7 dages måling ved standard indstillinger.

Ved anvendelse af teknologierne på større patientgrupper vil det være fordelagtigt, at overførsel af data foregår ubesværet og ikke er en tidskrævende proces. Som teknologierne er anvendt i denne test, var SENS Motion Plus den eneste løsning, der overførte data trådløst fra sensoren. Sportssensor har samme funktion, men funktionen blev ikke anvendt ved denne test. Den kommende kommercielle version af eTact kan via Bluetooth synkronisere data til en smartphone eller tablet.

4.2 Datahåndtering

Data skal opsamles, håndteres og opbevares med stor forsigtighed og respekt for testdeltagernes oplysninger. Derfor skal der tages de nødvendige foranstaltninger vedr. data, der opsamles under test, og det giver anledning til flere overvejelser.

Det er vigtigt at få fastlagt, hvilke data der opsamles, og hvem der har adgang til disse data. Dette er udslagsgivende for, om det er nødvendigt at lave databehandleraftaler med virksomhederne, eller om der skal indgås en kommissionsaftale. Hvis data opsamles på en server, er det nødvendigt med en databehandleraftale. Skulle denne server være placeret i et usikkert tredjeland (fx USA), skal der indgås en kommissionsaftale.

Det er derfor både essentielt at få afdækket om de opsamlede data er anonyme, og at få kortlagt formålet med indsamling af data, hvem der har adgang til data, og hvor data lagres.

Data må som udgangspunkt anses for at være personfølsomme, hvorfor der i denne test også er taget de nødvendige forholdsregler for datasikkerhed. Det har i denne test været prioriteret at inddrage teknologier, hvor ingen af de teknologiske løsninger behandler data uden for EU.

5 Bidragydere

5.1 Offentlige organisationer

Nedenstående offentlige organisationer har bidraget til dette projekt:

- CoLab Plug & Play
- Ortopædkirurgisk Forskningsenhed ved OUH
- CoLab Odense
- Odense Kommune

5.2 Private virksomheder

Nedenstående virksomheder har bidraget til dette projekt ved at stille teknologiske løsninger til rådighed eller etablere kontakt til mulige interessante virksomheder:

- Welfare Tech
- SENS Innovation ApS
- Sportssensor (Syddansk Universitet)
- Timik Group
- BodyCAP
- Axivity