

Accelerometri som Funktionsmål i Ergoterapi

Thomas Bo Hvidt & Binh Tan Nguyen, februar 2023.

Baggrund

I Danmark indlægges omkring 15.000 nye patienter årligt grundet apopleksi og 93.000 lever i dag med sygdommen (1). Af disse oplever 48% arm- eller håndparese som konsekvens af deres apopleksi (2). Ergoterapiens primære formål er at muliggøre deltagelse i betydningsfulde aktiviteter og selvstændig levevis (3). Dette gennem aktiviteter som patienten forventes, ønsker eller finder væsentlige at udføre i hverdagen (3). Ergoterapeutiske redskaber søger at afdække patienters aktivitet, deltagelse og udførelse samt deres fysiske og kognitive funktion, som mål for aktivitetsniveau (4–6). Dette ofte gennem selvrapportering af aktivitetsudførelse i hjemmet eller ved observation i klinisk miljø. På trods af at flere af disse redskaber er validerede og påvist reliable (7,8), er der risiko for recall-, pleasing- eller præstationsbias i forbindelse med scoring (9). Redskaberne anvendes som udgangspunkt for patienters aktivitet i hjemmet, hvilket ikke nødvendigvis er retvisende. Accelerometri tilbyder en non-invasiv, kvantitativ og objektiv metode til at måle patienternes OE-anvendelse i eget hjem (10). Metoden har potentiale til at modvirke bias i nuværende ergoterapeutiske redskaber, da målingerne er en afspejling af patienternes funktionsniveau i forbindelse med hverdagsaktiviteter i eget hjem. Formålet med denne undersøgelse er at afdække, hvorvidt kliniske målinger, i form af Action Research Arm Test (ARAT), stemmer overens med accelerometriske målinger af patienters anvendelse af overekstremiteterne i eget hjem. Dette med henblik på at

implementere et nyt redskab, som supplement til ergoterapeutisk praksis. For at besvare ovenstående, er specialet udformet som en videnskabelig artikel, med henblik på at undersøge associationen mellem patienters OE-kapacitet målt med ARAT og deres anvendelse i hverdagen, målt med accelerometri.

Design og metode

Studiet var et prospektivt longitudinelt studie, hvor data blev indsamlet fra juni 2018 til oktober 2019. Indlagte patienter på et dansk neurorehabiliteringscenter blev inkluderet i studiet, hvis de;

- 1) har haft et førstegangstilfælde eller tilbagevendende tilfælde af apopleksi, uden forhenværende funktionsnedsættelser i OE.
- 2) var indlagt til neurorehabiliteringen inden for 14 dage efter apopleksitilfældet.
- 3) havde en Shoulder Abduction Finger Extension (SAFE) score < 10.
- 4) var mindst 18 år.
- 5) havde en tilstrækkelig kognitiv funktion, vurderet af neurorehabiliteringsteamet og/eller defineret ud fra Functional Independence Measure Cognitive subscore på mindst 11.

Patienter blev ekskluderet fra studiet, hvis de;

- 1) havde en subaraknoidal blødning.
- 2) havde eksisterende funktionsnedsættelser i OE.
- 3) ikke havde den nødvendige baseline information tilgængelig.

Alle patienter som deltog i studiet gav skriftligt samtykke i overensstemmelse med Helsinki deklarationen (11).

Undersøgelsesredskaber

Demografiske og medicinske data som køn, alder, apopleksi type og afficerede side, blev indsamlet fra patienternes journaler (se detaljer i tabel 1). Baseline målingerne for patienternes OE-kapacitet blev målt inden for de første 14 dage med ARAT og FMA-OE og igen ved tre og seks måneder efter apopleksi tilfældet. Begge redskaber har vist sig at være valide og reliable metoder til at måling af funktionsniveauet i OE. (12–16). Accelerometriske data blev indsamlet ved follow-up ved tre og seks måneder. Målingerne blev udført af erfarne terapeuter, som blev trænet i vurderingsproceduren og var blindet for baseline scorene.

Accelerometriske data

Den accelerometriske data blev indsamlet ved brug af ActiGraph GTX3+. Accelerometrene blev udleveret af en terapeut og instruktionerne blev givet både mundtligt og skriftligt. Accelerometrene skulle bæres på begge hånder i 12 sammenhængende timer fra 08:00 til 20:00 på én af de følgende dage. Patienterne blev opfordret til at vælge en typisk dag og ikke at ændre deres adfærd på målingsdagen. Tidligere forskning antyder at anvendelsen af accelerometre ikke påvirker det daglige brug af OE (17).

Data blev inspiceret ved brug af ActiLife 6 software og ekstraheret med en specialfremstillet MatLab (Mathworks, Ivc, Natick, MA) fil, udformet i overensstemmelse med etablerede metoder af Baily og Lang (10,18). Den accelerometriske data blev herefter anvendt til at beskrive OE-anvendelsen: Use ratio kvantificerer det totale antal timers anvendelse af den

afficerede OE, i forhold til den ikke afficerede OE. Magnitude ratio kvantificerer bidraget fra hver OE til aktivitet og tager også højde for intensiteten i den unilaterale bevægelse. Bilateral magnitude kvantificerer intensiteten af bevægelsen i begge OE (10). Normative data for brugen af OE blandt voksne i et lokalsamfund er blevet undersøgt og tyder på at en normal use ratio på $0,95 \pm \text{SD: } 0,06$ (19).

Resultater

I alt deltog 103 patienter i studiet. 16 patienter havde ikke accelerometriske data ved tre måneders follow-up og blev ekskluderet ($n = 87$). Én patient registrerede ikke sin dominante hånd og blev derfor ekskluderet i den multiple lineære regression ($n = 86$). Yderligere 16 patienter havde ikke accelerometriske målinger ved seks måneders follow-up og blev ikke inkluderet i seks måneders analysen ($n = 70$). Kønsfordelingen var 60 % mænd og 40 % kvinder mellem 44 og 91 år, med en gennemsnitsalder på 65 år. Af de 87 patienter ved tre måneders follow-up var 87 % højrehåndsdominante og 54% var afficeret på deres venstre side, hvorimod 43 patienter var afficerede på deres dominante hånd ($n_{\text{Højre}} = 36$ og $n_{\text{Venstre}} = 7$).

Table 1 - Demographic data on patients who participated in the study.

Demographic Data	
Baseline	n = 87
Age, mean (SD)	64.89 (10.52)
Gender, female/male, n (%)	35 (40%) / 52 (60%)
Days since stroke mean (SD)	13.33 (1.57)
Stroke type, ischaemic/haemorrhagic, n (%)	70 (80%) / 17 (20%)
Affected side, left/right, n (%)	47 (54%) / 40 (46%)
Dominant hand, left/right, n (%)	75 (87%) / 11 (13%)
FIM at inclusion, median (IQR)	69.36 (22.73)
ARAT score at baseline, median (IQR)	22.07 (19.21)

Anvendelsen af overekstremiteterne inddelt i ARAT grupper

Tabel 2 viser medianen og IQR for use ratio, magnitude ratio og bilateral magnitude inddelt i fire grupper defineret efter ARAT score. OE-anvendelsen var aftagende i de fleste grupper fra tre til seks måneder. De eneste forbedringer blev fundet for magnitude ratio i gruppe 3 og 4 (Good og Excellent) og for bilateral magnitude i gruppe 4 (Excellent).

Patienterne i dette studie udviste stor forskel i use ratio på tværs af de fire grupper, med en varierende median på 0.28 i gruppe 1 (Poor) til 0.89 i gruppe 4 (Excellent). Mens OE-anvendelsen øges som forventet henover funktionsgrupperne,

er det kun patienter, som er tæt på normal OE-kapacitet, der anvender deres afficerede OE hensigtsmæssigt i daglige aktiviteter.

Antallet af patienterne i gruppe 2 (Limited) var markant formindsket med 66% (n3 måneder = 12 til n6 måneder = 4). En difference i medianen for gruppe 2 indikerede den største difference i OE-anvendelse fra tre til seks måneder. I gruppe 2 varierede use ratio med -0.07, magnitude ratio med -0.26 og bilateral magnitude med -23.26.

Table 2 - Use ratio, magnitude ratio and bilateral magnitude score in the four groups of ARAT.

Upper limb use by ARAT groups at three and six months				
ARAT	1) Poor	2) Limited	3) Good	4) Excellent
Use ratio, median (IQR)				
3 months	n = 13 0.28 (0.18 - 0.34)	n = 12 0.56 (0.47 - 0.63)	n = 20 0.70 (0.64 - 0.89)	n = 42 0.89 (0.76 - 0.99)
6 months	n = 10 0.23 (0.18 - 0.30)	n = 4 0.49 (0.29 - 0.68)	n = 17 0.68 (0.59 - 0.81)	n = 39 0.89 (0.74 - 0.97)
Magnitude ratio, median (IQR)				
3 months	n = 13 -5.1 (-5.44 - -4.68)	n = 12 -3.24 (-3.66 - -2.74)	n = 20 -2.21 (-2.55 - -1.00)	n = 42 -0.88 (-1.78 - -0.02)
6 months	n = 10 -5.29 (-5.77 - -4.78)	n = 4 -3.50 (-4.78 - -2.13)	n = 17 -2.14 (-2.77 - -1.57)	n = 39 -0.84 (-1.86 - -0.21)
Bilateral magnitude, median (IQR)				
3 months	n = 13 81.09 (77.47 - 86.42)	n = 12 98.41 (85.67 - 106.35)	n = 20 112.11 (99.34 - 127.10)	n = 42 124.25 (109.40 - 138.64)
6 months	n = 10 79.34 (73.60 - 84.85)	n = 4 75.15 (61.84 - 99.16)	n = 17 110.58 (97.21 - 126.92)	n = 39 129.34 (114.63 - 144.23)

Associationen mellem OE-kapacitet og OE-anvendelse

Multipel lineær regression blev anvendt til at teste associationen mellem ARAT og den accelerometriske data, justeret for variabler. Variablerne blev udvalgt på baggrund af eksisterende forskning hvor potentielle variabler er identificeret som: alder, afficeret side og dominant hånd (16,17,19,20).

Associationen mellem ARAT og OE-anvendelse ved tre måneder var stærk ($r^2 = 0.746$) efter justering for “afficeret side”. En statistisk signifikant effekt blev ligeledes fundet mellem ARAT og use ratio, hvis patienterne var afficeret i deres højre side ($p=0.001$). Ved seks måneders follow-up faldt styrken af associationen ($r^2=0.684$), hvor ingen signifikante variabler blev fundet.

Ved tre måneders follow-up var associationen mellem magnitude ratio og ARAT stærk ($r^2=0.728$). Associationen mellem magnitude ratio og “afficeret side” var statistisk signifikant ($p = 0.003$), og kovariat til association mellem magnitude ratio og ARAT. Kovariansen indikerede en højere magnitude ratio for patienter, som var højresidigt afficeret, sammenlignet med patienter, som var venstresidigt afficeret. I regressionsanalysen ved seks måneders follow-up blev der ikke fundet nogen kovariat og magnitude ratio blev udelukkende forklaret af ARAT ($r^2 = 0.662$).

Associationen mellem bilateral magnitude og ARAT viste en svag til middel styrke ved tre og seks måneder ($r^2 = 0.276$ and $r^2 = 0.530$). To kovariater blev fundet: “dominant hånd” ved tre måneder og “alder” ved seks måneder. Associationen

mellem bilateral magnitude og “dominant hånd” var statistisk signifikant ved tre måneder ($p = 0.041$), hvor der blev fundet en højere bilateral magnitude hos de højrehånds dominante patienter sammenlignet med venstrehånds dominante patienter. Associationen mellem bilateral magnitude og “alder” var statistisk signifikant for associationen mellem bilateral magnitude og ARAT og indikerede at bilateral magnitude faldt i sammenhæng med at patienternes alder steg.

Table 3 - Multiple linear regression between ARAT and use ratio, magnitude ratio and bilateral magnitude, when adjusted for, age, dominant hand, and affected side at three and six months.

Use Ratio						Use Ratio					
3 months	n =	Coef.	p-value	95% CI	r^2	6 months	n =	Coef.	p-value	95% CI	r^2
ARAT	86	0.113	0.000	[0.01; 0.213]	0.746	ARAT	70	0.111	0.000	[0.009; 0.213]	0.684
Affected side		0.103	0.001	[0.420; 0.163]		N/A					
Magnitude Ratio						Magnitude Ratio					
3 months	n =	Coef.	p-value	95% CI	r^2	6 months	n =	Coef.	p-value	95% CI	r^2
ARAT	86	0.076	0.000	[0.065; 0.087]	0.728	ARAT	70	0.075	0.000	[0.060; 0.089]	0.662
Affected side		0.658	0.003	[0.236; 1.080]		N/A					
Bilateral Magnitude						Bilateral Magnitude					
3 months	n =	Coef.	p-value	95% CI	r^2	6 months	n =	Coef.	p-value	95% CI	r^2
ARAT	86	0.852	0.000	[0.500; 1.204]	0.276	ARAT	70	0.954	0.000	[0.696; 1.212]	0.530
Dominant hand		21.193	0.041	[0.882; 41.505]		Age		-0.625	0.014	[-1.119; -0.131]	

Diskussion

Det primære formål med dette studie var at undersøge associationen mellem patienters OE-kapacitet målt med ARAT og deres OE-anvendelse i hverdagen, målt med accelerometri. Vores resultater viser en middel til stærk association mellem ARAT og accelerometri. Dog havde andre faktorer som dominant hånd, afficeret side og alder en signifikant påvirkning på sammenhængen. Resultaterne viste også at patienterne ikke viste forbedring i accelerometriske parametre fra tre til seks måneder, samt at kun Excellent gruppen viste normal use ratio, efter Baileys (19) definition.

Antagelsen i nuværende praksis er at vurderingen af OE-kapacitet er en direkte afspejling af den faktiske OE-anvendelse i hverdagen (15,21). Denne antagelse er støttet af fundene fra dette studie, samt flere andre (22–24). Fundene i disse studier, indikerer også associationen mellem andre kliniske måleredskaber, såsom Wolf Motor Function Test (WMFT), MAL, FMA-UE og ARAT og OE-anvendelse målt med accelerometri. Den stærkeste association fundet i dette studie, var mellem ARAT og use ratio og ARAT og magnitude ratio. Vores resultater viser at 75 % af variansen i use ratio ved tre måneder og 68 % ved seks måneder kan forklares ud fra ARAT. Ligeledes viser resultaterne at 73 % af variansen i magnitude ratio ved tre måneder og 66 % ved seks måneder, kan forklares ud fra ARAT. Faktorer såsom alder, dominant hånd og afficeret side kan forklare den resterende variation i associationen.

Et studie af Rinehart (20) undersøgte OE-anvendelse for patienter, der var højreside-dominante og fandt en højere anvendelse af afficerede OE, ved patienter hvis dominante side

var afficerede. Vores studie viste et lignende mønster, hvor højreside-dominante patienter har højere use ratio og højreside-afficerede patienter, har bedre magnitude ratio. Den eneste svage association fundet i dette studie, var mellem ARAT og bilateral magnitude, hvor kun 28% af variansen ved tre måneder og 53% ved seks måneder kunne forklares via ARAT. Dette er dog ikke overraskende siden bilateral magnitude er et udtryk for bilateral anvendelse (10,25), hvor ARAT-scoren reflekterer unilateral OE-funktion (12). En svag association mellem ARAT og bilateral anvendelse blev ligeledes fundet i et studie af Bailey (18), hvilket tyder på at et mere relevant vurderingsredskab er nødvendigt for at vurdere bimanual OE-anvendelse i fremtidige undersøgelser.

En stærkere association mellem bilateral magnitude og bilateral anvendelse kunne forventes ved vurdering af begge OE. Dette ved brug af redskaber som Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (26).

Vores resultater viser en middel til stærk association mellem ARAT og accelerometriske parametre, hvor lignende studier har fundet en svag til middel association (27,28). Dette kan være grundet forskelle i studiedesigns og målgruppe. Fremtidige forskere kan fokusere på at tilegne sig en bedre forståelse for associationen mellem OE-funktion og OE-anvendelse og hvordan de bedre kan faciliteres i rehabilitering.

Umiddelbart er dette det eneste studie, som anvender accelerometre til at beskrive OE-anvendelse på tværs af de fire ARAT grupper. Vores resultater indikerer at ARAT score kan forudse OE-anvendelse i eget hjem og er tilstrækkeligt responsiv til at differentiere mellem patienters OE-anvendelse og OE-funktion på tværs af grupper. I et studie af Chin (29),

blev apopleksi patienter inddelt i tre grupper efter graden af deres funktionsnedsættelse defineret ud fra FMA. Studiet fandt lignende resultater, hvilket indikerer at responsiviteten af accelerometri er tilstrækkelig til at differentiere mellem grupper, på tværs af flere kliniske vurderingsredskaber.

Begrænsninger

Flere begrænsninger blev identificeret i dette studie. For det første blev der ikke indsamlet accelerometrisk data ved baseline, hvilket kunne have givet et bredere perspektiv på patienternes udvikling og associationen mellem ARAT og accelerometri. For det andet justerede vi ikke for variabler såsom køn, neglect og self-efficacy grundet fund i forudgående analyser. Disse viste en ikke-signifikant påvirkning af variablerne, i associationen mellem ARAT og OE-anvendelse. Påvirkningen af ovennævnte variabler, samt hvorvidt patienter er afficeret på deres dominante side, burde inkluderes i fremtidige undersøgelser. Endvidere har anvendelsen af accelerometriske målinger nogle begrænsninger i form af at vi måler patienternes OE-anvendelse over 12 timer, hvilket ikke nødvendigvis er tilstrækkeligt til at afdække deres hverdagsaktiviteter. Andre studier henviser til at lave en måleperiode på 24 timer (19,28,30,31). Ved anvendelse af accelerometri måles der ikke på bilaterale aktiviteter, hvor den ene arm har en understøttende, statisk rolle (25) eller stillesiddende aktiviteter, hvor kun fingrene er aktive. Flere studier har identificeret arm-sving som et bias i accelerometriske målinger, da det er svært at differentiere arm-sving i gang fra andre aktiviteter (25,28,30,32). Sidst var der ingen signifikant forskel i OE-kapacitet og OE-anvendelse fra tre til seks måneder. Dette kan være grundet frafaldstallet eller

at patienterne når et plateau i deres funktionsniveau i rehabiliteringen (33,34). Dette kunne være et fokuspunkt i fremtidige studier.

Perspektivering

Formålet med den ergoterapeutiske neurologiske rehabilitering er, at patienten opnår selvstændig levevis, med mulighed for deltagelse i betydningsfulde aktiviteter og en forbedring i oplevet velvære og livskvalitet (35).

Ergoterapeutiske referencerammer og teorier, såsom Model of Human Occupation (MOHO) (36) og Canadian Model of Occupational Performance and Engagement (CMOP-E) (37), inkluderer individets funktionsniveau som en komponent for muliggørelse af aktivitet og deltagelse (36,37), der danner grund for øget livskvalitet (38). I modellerne underbygges at patienternes funktionsniveau kan have betydning for deres spiritualitet, aktivitetskompetence og evne til at udføre betydningsfulde aktiviteter og leve et selvstændigt liv. Til at afdække dette, anvendes subjektive og selvrapporterede redskaber såsom: Canadian Occupational Performance Measurement (COPM) (4) og Activities of Daily Living Interview (ADL-I) (6). Som supplement til den eksisterende ergoterapeutiske vurdering af patienters funktionsniveau, kan accelerometri tilbyde objektive og kvantitative målinger af patienters OE-anvendelse i eget hjem (39). Dette kan bidrage til at ergoterapeuten får et mere fyldestgørende billede af patientens OE-anvendelse i eget hjem, hvilket ergoterapeuten kan bruge som udtryk for patientens funktions- og aktivitetsniveau, samt forbedring i rehabiliteringen. Subjektive vurderinger udført i klinisk praksis omkring aktiviteter for

egenomsorg, produktivitet og fritid, samt patientens betydningsfulde aktiviteter, kombineret med objektive målinger på patienters OE-anvendelse i eget hjem, har potentiale til at skabe en ny dybde i den ergoterapeutiske rehabilitering.

Patienternes subjektive vurderinger og accelerometriske målinger kan sammenholdes for at vurdere, hvorvidt forandringen i oplevet aktivitetsudøvelse, stemmer overens med forandringen i den faktiske OE-anvendelse. Derudover kan de kvantitative data på patienters OE-anvendelse visualiseres og være en motiverende faktor for patienter i et rehabiliteringsforløb. Visualiseringen kan samtidigt have den modsatte effekt, såfremt patienten ikke forbedrer sig i de accelerometriske målinger.

Accelerometri måler overordnet på OE-anvendelsen (15,18), men giver ingen information om den udførte aktivitet, kvaliteten af aktiviteten eller bevægelse over håndled og fingre (40). Dette er et ergoterapeutisk kompetenceområde, hvorfor det synes relevant at ergoterapeuter anvender accelerometrien som supplement hertil, for at omfavne patienters fulde OE-anvendelse.

Et andet argument for implementeringen af accelerometri i ergoterapifaget er, at subjektive målinger kan blive påvirket af faktorer som recall- og pleasing bias (15,40). Dette kan være problematisk i scoring af patienternes aktivitetsniveau i dagligdagen. Accelerometriske målinger er ikke underlagt samme subjektive bias, da det udelukkende er kvantitative mål. Tidligere studier har vist, at patienters adfærd ikke ændres under monitoreringsperioden (17), dog kan risikoen for at præstationsbias ikke udelukkes.

Implikationer for implementering

På trods af fordelene ved implementering af accelerometri i ergoterapifaget, findes også nogle implikationer herfor. Implikationerne indebærer økonomiske omkostninger i forhold til undervisning af personale og indkøb af udstyr, samt tilvænningsperioden for indlæringen af ny teknologi. Teknologien er ikke omkostningstung i sig selv (40), til gengæld kræver det omfattende undervisning at kunne bearbejde og analysere accelerometrisk data. Håndtering af accelerometriske data er tidskrævende, idet det rå data skal omregnes til relevante parametre (21). Accelerometrien minder ikke om andre analyseredskaber, der anvendes i ergoterapi idag, hvilket kan være en barriere for implementeringen. Mange terapeuter arbejder med semistrukturerede interviews og subjektive vurderinger, hvorfor indlæring af de accelerometriske undersøgelser ligger langt fra de vanlige undersøgelsesmetoder. Analyse og håndtering heraf kan tillæres, men fremstår umiddelbart som en barriere på kort sigt. Undervisning af analyse og håndtering af accelerometrisk data er nødvendig, såfremt accelerometri ønskes implementeret i praksis.

Konklusion

Artiklen udformet i dette speciale viser en middel til stærk association mellem OE-kapacitet og OE-anvendelse, målt med ARAT og accelerometri. Størstedelen af OE-anvendelsen forklares af funktionsniveauet, men andre variabler har også indflydelse på sammenhængen. Accelerometri har potentiale til at supplere den nuværende ergoterapeutiske praksis ved at skabe indsigt i patienternes OE-anvendelse i eget hjem. Forud for implementering kan undersøgelser på associationen mellem ergoterapeutiske redskaber og accelerometri foretages, for at afdække relevansen heraf. Er der en stærk association mellem disse, vil implementeringen af accelerometri være overflødig. Dog vil der genereres en accelerometrisk underbyggelse for validiteten af de ergoterapeutiske redskaber. Er association derimod svag, kan det være en fordel at implementere accelerometri, for at erhverve et retvisende redskab til måling af patienternes OE-anvendelse i eget hjem.

Accelerometri giver nye teknologiske muligheder til måling af patienternes bevægelser og tilbyder alternative måder at anskue OE-anvendelse og aktivitet i hjemmet. Dog er metoden begrænset i det omfang, at det ikke belyser betydningen eller meningsfuldheden af den observerede aktivitet. Accelerometri belyser dermed udelukkende et kvantitativt mål, der ikke kan stå alene og bør anvendes som et supplerende redskab i ergoterapeutisk praksis.

Samarbejdspartnere

Dette speciale er udformet i samarbejde med Camilla Biering Lundquist, Iris Brunner, Jeanette Reffstrup Christensen og Henriette Holm Stabel. Siden er det omskrevet og udgivet i Journal of Stroke and Cerebrovascular diseases Volume 31, Issue 8, 106590, August 2022.

Referenceliste

1. Sundhedsdatasystemet. Dataopgørelser vedrørende voksne med erhvervet hjerneskade. 2020.
2. Persson HC, Parziali M, Danielsson A, Sunnerhagen KS. Outcome and upper extremity function within 72 hours after first occasion of stroke in an unselected population at a stroke unit. A part of the SALGOT study. BMC Neurol [Internet]. 2012 Dec 29 [cited 2021 May 24];12(1):162. Available from: <http://bmcneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2377-12-162>
3. WFOT. WFOT About Occupational Therapy: Definition of Occupational Therapy [Internet]. WFOT. 2012 [cited 2021 May 5]. Available from: <https://www.wfot.org/about/about-occupational-therapy>
4. Doble S. Book Review: Canadian Occupational Performance Measure Manual. Canadian Journal of Occupational Therapy [Internet]. 1993 Apr 22;60(1):35–6. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/000841749306000116>
5. Fisher AG. Assessment of motor and process skills (AMPS). Vol. 62 Suppl 4. 2004.
6. Wæhrens EE, Nielsen KT. ADL-Interview – Klinisk version 1.0. København; 2020.
7. Carswell A, Mccoll MA, Law M, Polatajko H, Pollock N. Clinical Literature Review. Canadian Journal of Occupational Therapies. 2004;71(4):210–22.
8. Goto S, Fisher AG, Wanda L. Sawako Goto, Anne G. Fisher, Wanda L. Mayberry Key. American Journal of Occupational Therapy. 1996;50(10).
9. Althubaiti A. Information bias in health research: definition, pitfalls, and adjustment methods. J Multidiscip Healthc [Internet]. 2016 May;9:211. Available from: <https://www.dovepress.com/information-bias-in-health-research-definition-pitfalls-and-adjustment-peer-reviewed-article-JMDH>
10. Lang CE, Waddell KJ, Klaesner JW, Bland MD. A Method for Quantifying Upper Limb Performance in Daily Life Using Accelerometers. J Vis Exp. 2017 Apr;(122).
11. World Medical Association. WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects – WMA – The World Medical Association [Internet]. WMA Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects. The World Medical Association; 2018 [cited 2021 May 10]. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
12. Yozbatiran N, Der-Yeghiaian L, Cramer SC. A Standardized Approach to Performing the Action Research Arm Test. Neurorehabil Neural Repair [Internet]. 2008 Jan 4;22(1):78–90. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968307305353>
13. Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke: A Critical Review of Its Measurement Properties. Neurorehabil Neural Repair [Internet]. 2002 Sep 30;16(3):232–40. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/154596802401105171>
14. Gebruers N, Truijen S, Engelborghs S, Nagels G, Brouns R, de Deyn PP. Actigraphic Measurement of Motor Deficits in Acute Ischemic Stroke. Cerebrovascular Diseases [Internet]. 2008;26(5):533–40. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/160210>
15. Doman CA, Waddell KJ, Bailey RR, Moore JL, Lang CE. Changes in Upper-Extremity Functional Capacity and Daily Performance During Outpatient Occupational Therapy for People With Stroke. American Journal of Occupational Therapy [Internet]. 2016 Apr 1;70(3):7003290040p1. Available from: <http://ajot.aota.org/article.aspx?doi=10.5014/ajot.2016.020891>
16. Hsieh CL, Hsueh IP, Chiang FM, Lin PH. Inter-rater reliability and validity of the Action Research Arm Test in stroke patients. Age Ageing [Internet]. 1998 Mar 1 [cited 2021 May 12];27(2):107–14. Available from: <https://academic.oup.com/ageing/article/27/2/107/36133>

17. Harris JE, Eng JJ. Individuals with the Dominant Hand Affected following Stroke Demonstrate Less Impairment Than Those with the Nondominant Hand Affected. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2006 Sep 30;20(3):380–9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968305284528>
18. Bailey RR, Klaesner JW, Lang CE. Quantifying Real-World Upper-Limb Activity in Nondisabled Adults and Adults With Chronic Stroke. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2015 Nov 20;29(10):969–78. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968315583720>
19. Bailey RR, Lang CE. Upper-limb activity in adults: Referent values using accelerometry. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2013;50(9):1213–22. Available from: <http://www.rehab.research.va.gov/jour/2013/509/pdf/JRRD-2012-12-0222.pdf>
20. Rinehart JK, Singleton RD, Adair JC, Sadek JR, Haaland KY. Arm Use After Left or Right Hemiparesis Is Influenced by Hand Preference. *Stroke* [Internet]. 2009 Feb;40(2):545–50. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.108.528497>
21. Lang CE, Barth J, Holleran CL, Konrad JD, Bland MD. Implementation of Wearable Sensing Technology for Movement: Pushing Forward into the Routine Physical Rehabilitation Care Field. *Sensors* [Internet]. 2020 Oct 10;20(20):5744. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/20/5744>
22. Chen H ling, Lin KC, Hsieh YW, Wu CY, Liing RJ, Chen CL. A study of predictive validity, responsiveness, and minimal clinically important difference of arm accelerometer in real-world activity of patients with chronic stroke. *Clin Rehabil* [Internet]. 2018 Jan 5;32(1):75–83. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215517712042>
23. Gebruers N, Vanroy C, Truijen S, Engelborghs S, de Deyn PP, Gebruers N, et al. Monitoring of physical activity after stroke: a systematic review of accelerometry-based measures. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2010 Feb;91(2):288–97. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=105123233&site=ehost-live>
24. Noorköiv M, Rodgers H, Price CI. Accelerometer measurement of upper extremity movement after stroke: a systematic review of clinical studies. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2014 Oct;11(1):144. Available from: <http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-144>
25. Bailey RR, Klaesner JW, Lang CE. An Accelerometry-Based Methodology for Assessment of Real-World Bilateral Upper Extremity Activity. Zadpoor AA, editor. *PLoS One* [Internet]. 2014 Jul 28;9(7):e103135. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0103135>
26. Barrecca S. The Chedoke Arm and Hand Activity Inventory Administration Guidelines [Internet]. 2018. Available from: <http://www.cahai.ca/layout/content/CAHAI-Manual-English-v2.pdf>
27. Bhatnagar K, Bever CT, Tian J, Zhan M, Conroy SS. Comparing Home Upper Extremity Activity With Clinical Evaluations of Arm Function in Chronic Stroke. *Arch Rehabil Res Clin Transl* [Internet]. 2020 Jun;2(2):100048. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2590109520300136>
28. Lang CE, Wagner JM, Edwards DF, Dromerick AW. Upper Extremity Use in People with Hemiparesis in the First Few Weeks After Stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [Internet]. 2007 Jun [cited 2021 May 12];31(2):56–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17558358/>
29. Chin LF, Hayward KS, Soh AJA, Tan CM, Wong CJR, Loh JW, et al. An accelerometry and observational study to quantify upper limb use after stroke during inpatient rehabilitation. *Physiotherapy Research International* [Internet]. 2019 Oct 16;24(4):e1784. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pri.1784>
30. Urbin MA, Bailey RR, Lang CE. Validity of Body-Worn Sensor Acceleration Metrics to Index Upper Extremity Function in Hemiparetic Stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2021 May 12];39(2):111–8. Available from: https://journals.lww.com/jnpt/Fulltext/2015/04000/Validity_of_Body_Worn_Sensor_Acceleration_Metrics.6.aspx

31. Michielsen ME, Selles RW, Stam HJ, Ribbers GM, Bussmann JB. Quantifying Nonuse in Chronic Stroke Patients: A Study Into Paretic, Nonparetic, and Bimanual Upper-Limb Use in Daily Life. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2012 Nov;93(11):1975–81. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399931200192X>
32. Chin LF, Hayward KS, Brauer S. Upper limb use differs among people with varied upper limb impairment levels early post-stroke: a single-site, cross-sectional, observational study. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. 2020 Apr;27(3):224–35. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=142246509&site=ehost-live>
33. Krakauer JW. Arm Function after Stroke: From Physiology to Recovery. *Semin Neurol* [Internet]. 2005 Dec [cited 2021 May 24];25(04):384–95. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2005-923533>
34. Kitago T, Krakauer JW. Motor learning principles for neurorehabilitation. In: *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. 2013 [cited 2021 May 24]. p. 93–103. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444529015000083>
35. American Occupational Therapy Association. Occupational Therapy's Role with Stroke Rehabilitation. *American Journal of Occupational Therapy*. 2014;68:S1–48.
36. Kielhofner G. MOHO-modellen : modellen for menneskelig aktivitet : ergoterapi til uddannelse og praksis. 2. udgave. Kbh.: Munksgaard Danmark; 2010. 600 sider.
37. Townsend EA, Polatajko HJ. Menneskelig aktivitet II. 1st ed. Christophersen S, editor. København: Munksgaard, Danmark; 2012. 533 p.
38. Hanne Kaae Kristensen. Videnskabsteoretisk, filosofisk og teoretisk grundlag for aktivitetsvidenskab. In: Schou ASB, Mærsk JL, Kristensen HK, editors. *Nordisk Aktivitetsvidenskab*. 1. Munksgaard Danmark; 2017. p. 17–28.
39. Lang CE, Bland MD, Bailey RR, Schaefer SY, Birkenmeier RL. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: Foundations for clinical decision making. *Journal of Hand Therapy*. 2013 Apr;26(2):104–15.
40. Rowe JB, Friedman N, Chan V, Cramer SC, Bachman M, Reinkensmeyer DJ. The variable relationship between arm and hand use: A rationale for using finger magnetometry to complement wrist accelerometry when measuring daily use of the upper extremity. In: 2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC 2014. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2014. p. 4087–90.