

뇌졸중 환자의 일상생활활동 평가도구인 가속도계에 대한 체계적 고찰

이주현*, 박진혁*, 김연주*, 박혜연**, 박지혁**
*연세대학교 대학원 작업치료학과
**연세대학교 보건과학대학 작업치료학과

국문초록

목적: 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 사용한 가속도계 연구를 고찰하여 뇌졸중 환자의 일상생활활동 평가 도구로 가속도계가 유용하게 활용될 수 있는 지 알아보고자 하였다.

연구방법: 2014년 2월부터 3월까지 PubMed, EMBASE, Cochrane Library 데이터베이스를 통해 제공되는 논문들을 수집하였다. 총 331 개의 연구가 검색되었으며 최종 13개의 논문을 선정하였다

결과: 선정된 13편의 연구에서는 급성기, 이급성기, 만성기의 뇌졸중 환자를 대상으로 하였다. 평가에 사용한 가속도계의 종류로는 단축, 이축, 삼축 가속도계, 활동모니터가 있었으며, 20Hz 미만 혹은 이상의 진동수를 설정하고 1개에서 3개 이상을 사용하였다. 또한 가속도계는 일상생활의 상지 및 하지활동 및 움직임을 측정하기 위해서 사용되었으며, 일상생활의 상지 과제를 통해 움직임을 분석할 때는 주로 손목, 팔에, 하지의 움직임은 허리, 넓적다리, 복사뼈에 부착하여 분석하였다. 측정활동은 주로 상지과제 활동, 걷기 활동 이었으며, 측정활동에 따라 부착부위도 다양하였다. 측정변수로는 총 활동 수, 대상자 움직임의 속도, 양측 움직임 비율, 동작분석이 있었으며, 결과로는 모든 연구에서 중재 전, 후 가속도계로 측정된 변수와 기존의 다른 평가도구와의 유의한 상관관계를 보고하였다.

결론: 본 연구를 통해 작업치료사가 뇌졸중 환자의 일상생활활동을 객관적으로 평가할 때 가속도계가 유용하게 활용될 수 있다는 것을 증명하였다. 더 나아가 국내 작업치료 연구를 통해 가속도계가 임상 및 지역사회에서 다양한 방법으로 활용될 수 있기를 기대해 본다.

주제어: 가속도계, 뇌졸중, 일상생활활동, 체계적 고찰

I. 서론

독립적으로 일상생활활동을 수행하는 것은 뇌졸중 환자의 재활치료 전반에 걸쳐 중요한 요소이다. 뇌졸중 환자는 신체적, 인지적 장애로 인해 일상생활 수

행능력에 제약이 따른다(Brown, Mapleston, Nairn, & Molloy, 2013). 이는 뇌졸중 환자에게 신체적 기능의 쇠퇴, 심리적인 불안감, 사회로의 복귀제한 등의 부정적인 영향을 끼치며, 재활의 예후에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다(Lim & Kim, 2013). 때문에 작

업치료사는 재활의 목표를 독립적인 일상생활활동으로 설정하고 있으며, 이에 맞는 평가 및 일상생활활동 훈련 등을 제공하고 있다(Park & Bae, 2012).

현재 임상에서는 뇌졸중환자의 일상생활활동 평가 도구로 Functional Independence Measure(FIM), Modified Barthel Index(MBI), Assessment of Motor and Process Skills(AMPS), Motor Activity Log(MAL) 등을 사용하고 있다(Jung, Kim, & Chang, 2009). FIM과 MBI는 만성질환자의 일상생활자립도를 알아보기 위해 개발된 도구로 신뢰도와 타당도가 높다(Namkung, Lee, & Chang, 1996). AMPS는 83개의 의미 있고 실제로 수행하는 표준화된 일상생활과제 2-3개를 선택하여 만성질환자의 운동기술(16항목)과 처리기술(20항목)을 4점 척도로 평가하여 프로그램으로 결과 값을 출력하여 평가한다(Fisher, 2003). MAL은 뇌졸중 환자가 30개의 일상생활활동을 환측 상지로 수행할 때 움직임의 질과 빈도를 평가하는 구조화된 인터뷰 방식의 평가도구이다(Uswatte, Taub, Morris, Light, & Thompson, 2006). 그러나 이런 평가도구들은 대상자의 독립적인 일상생활활동 수준을 질적으로 검사하기 때문에, 실제로 일상생활활동이 얼마나 향상되었는지 양적으로 알 수 없다.

가속도계는 일상생활활동을 비 침습적이며, 객관적으로 평가할 수 있는 도구다(Noorikoiv, Rodgers, & Price, 2014). 가속도계를 통해서 수행하는 일상생활활동의 양, 강도, 지속시간, 빈도, 에너지소비량에 관한 정보를 알 수 있다(Plasqui, Bonomi, & Westertep, 2013). 이러한 일상생활활동 특징에 대한 정보들은 그래프로 나타낼 수 있으며, 다양한 강도의 활동패턴 특징을 분석하기 위해 사용될 수 있다(Ortlieb et al., 2014). 가속도계는 Actigraph(Actigraph Inc.), RT3(Stayhealthy Inc.), Actical(Mini Miter) 등이 주로 이용되고 있으며, 다른 일상생활활동 평가도구에 비해 객관적으로 유용하게 측정할 수 있는 신뢰도와 타당도가 검증된 도구다(Lee, 2011).

가속도계를 이용한 뇌졸중 환자의 일상생활활동 연구는 2000년부터 지금까지 다양하게 진행되어 왔다.

초기에는 뇌졸중 환자의 불수의적인 움직임으로 인해 생기는 가속도계의 측정 오류를 보완하기 위해 임계값 필터를 이용하여 오류를 최소화시키는 가속도계에 대한 타당도 연구가 진행되었다(Uswatte et al., 2000). 또한 다양한 환경에서의 신뢰도와 타당도, 기존의 뇌졸중 평가도구와의 상관성, 다양한 활동수준의 차이 구별 등의 연구들을 통해 가속도계가 뇌졸중 환자의 일상생활활동 특성을 분석하기에 타당한 도구임을 밝혀왔다(Gebruers, Vanroy, Truijen, Engelborghs, & De Deyn, 2010). 그 이후 뇌졸중 환자의 환측, 건측, 양측 움직임 강도 및 지속시간을 분석하거나, 치료 전, 후에 상, 하지의 활동량을 비교 분석하기 위한 도구로 가속도계를 사용하였다(Michielsen, Selles, Stam, Ribbers, & Bussmann, 2012; Rand & Eng, 2012).

국내에서는 뇌졸중 후 회복단계 동안 사지 및 보행 동작을 실시간으로 분석하거나(Kang, Cho, Lim, Lee, & Kim, 2013), 양손 보완운동 및 한손운동을 수행하는 동안의 환측의 움직임을 측정하기 위해 가속도계를 사용하였다(Kim, 2015). 그러나 대부분의 선행 연구가 뇌졸중 환자의 일상생활에서의 장시간의 활동량이나 단순한 신체동작을 분석하는 데에 가속도계를 사용하였기 때문에 가속도계가 일상생활활동을 구체적으로 평가할 수 있는 도구인지 알 수 없다. 최근에 가속도계를 허리, 손목, 발목에 착용한 후 과제 중심의 일상생활활동을 수행하였을 때의 신뢰도 연구가 진행되었지만(Ozemek, Kirschner, Wilkerson, Byun, & Kaminsky, 2014), 이는 뇌졸중 환자가 아닌 정상인을 대상으로 한 연구이다.

일상생활활동 수행 시 뇌졸중 환자에게 나타나는 미세한 신체적 특징 및 변화를 분석하는 것은 정확한 결과 및 적절한 치료를 제공할 수 있는 중요한 요인이기 때문에 필요하다(van Remoortel et al., 2012). 이를 위해서 가속도계를 통해 일상생활활동을 평가할 때 대상자의 신체특성, 활동유형, 가속도계의 종류, 부착위치, 착용시간 및 측정변수 등의 특징을 고려해야 한다(이정호와 이기광, 2011).

그러므로 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 가속도계

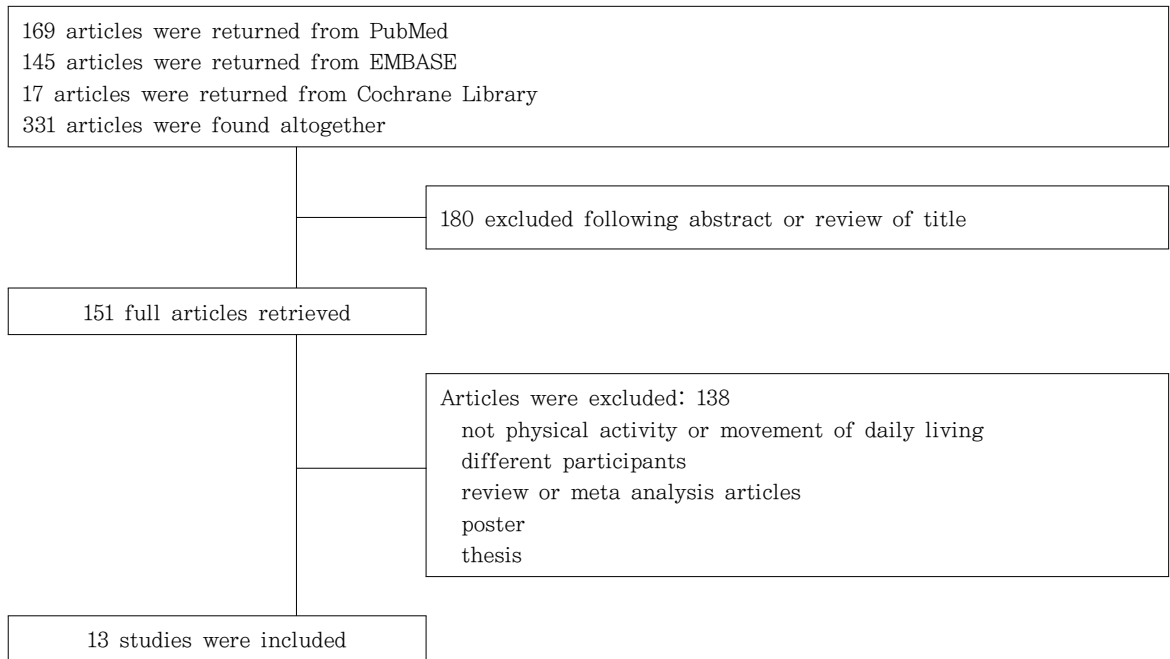


Figure 1. The search and filter process

를 적용한 연구를 고찰하며 대상자 특징, 신체활동유형, 가속도계 종류, 착용기간, 착용부위별로 가속도계의 특성을 체계적으로 분석하여 가속도계가 임상에서 뇌졸중 환자의 일상생활활동을 평가할 수 있는 도구로 유용하게 쓰일 수 있는 지 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 자료 수집 기준 및 과정

1) 포함기준

- (1) 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구
- (2) 실험 논문인 경우
- (3) 가속도계를 사용하여 뇌졸중 환자의 과제중심의 일상생활활동 혹은 움직임을 평가한 연구
- (4) 2000년 1월부터 2014년 2월까지 실린 연구
- (5) 영어로 된 논문

2) 배제기준

- (1) 18세 미만의 어린이를 대상으로 한 연구
- (2) 고찰 및 메타분석 연구
- (3) 가속도계로 일상생활활동 및 움직임을 모니터링 하지 않은 연구
- (4) 학위논문, 포스터, 기고글 회의록
- (5) 전문이 없는 연구

3) 검색 과정 및 선정

2014년 2월~3월에 걸쳐 PubMed, EMBASE, Cochrane Library 데이터베이스를 통해 제공되는 논문들을 수집하였다. 주요검색어(key words)는 “(stroke[Mesh Term] OR stroke OR CVA OR cerebrovascular accident OR healthy adults) And (accelerometer OR accelerometry OR acceleromet OR actigraphy OR actigraph OR actiwatch)”로 하였다. 총 331개의 연구가 검색되었으며 2명의 연구자가 1차적으로 제목 및 초록 검토 후 180개의 연구를 제외하였고 2차적으로 원문확인을 통해 포함기준에 맞지 않은 138개의 논문을 제외하였으며, 최종 13개

Table 1. Quality of assessment of selected studies

Evidence level	Classification	Portion
I	systematic reviews	3(23.1%)
	meta-analyses	
II	randomized controlled trials	4(30.8%)
III	two groups nonrandomized studies	6(46.1%)
IV	one group nonrandomized studies	-
	single-subject designs	
V	surveys	-
	case reports	
	narrative literature reviews	
	qualitative research	

의 논문을 선정하였다(Figure 1). 다른 1명의 연구 참여자가 선정된 연구의 정확성 및 누락 가능성에 대해 확인하였다.

2. 분석 대상 논문의 질적 수준 분석

본 연구에서 최종적으로 선정된 13편의 연구에 대한 질적 평가를 위해 Arbesman, Scheer와 Liberman (2008)이 개발한 근거기반 연구 수준을 5단계로 분석하는 질적 수준(level of evidence) 분석 모델을 사용하였다(Table 1). 각 논문의 중재에 대한 자세한 정보는 Table 6에서 확인할 수 있다.

3. 자료 분석 및 제시 방법

본 연구에서 사용된 가속도계의 특징은 Cheung, Gray와 Karunanithi(2011)가 제시한 방법을 참고하여 기술하였다. 세부적으로는 대상자 수, 연령, 연구에 사용된 가속도계 특징(형태, 크기, 무게, 사용한

개수, 축 개수, 착용부위, 착용기간), 연구 환경, 일상생활활동, 사용된 가속도계 알고리즘, 분석결과 등에 대한 연구 특징을 3명의 연구자가 부호화하여 체계적으로 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 대상자 정보

13편의 연구에서 모두 534명의 뇌졸중 환자가 가속도계를 이용한 신체활동 및 움직임 평가 연구에 참여하였다. 각 연구에서는 16명에서부터 169명의 환자를 대상으로 하였으며, 급성기 3편(23.1%), 아 급성기 2편(15.4%), 그리고 만성기 8편(61.5%)으로 환자군은 다양하게 나누어져 연구되었다. 또한 대조군으로 정상인을 대상으로 이용한 연구도 있었다 (Table 2).

Table 2. Characteristic of Subject Applied by Accelerometer

N (%)

Characteristic of subject	Frequency
Acute	3(23.1)
Subacute	2(15.4)
Chronic	8(61.5)

2. 연구에 사용된 가속도계

본 연구에서 분석한 13편의 연구에서 사용한 가속도계의 특성은 Table 3에 제시하였다. 사용한 가속도계 중 단축 가속도계가 3편(23.1%), 이축 가속도계가 1편(7.7%), 삼축 가속도계가 5편(38.4%), 활동 모니터가 3편(23.1%)이었으며, 가속도계의 특성을 제시하지 않은 연구도 1편(7.7%)이었다.

대상자들은 상지활동, 보행의 신체활동을 하는 동안 가속도계를 착용하였으며, 각 가속도계는 특정 범위 내에서 발생하는 가속도를 측정하였다. 진동수를 제시한 7편의 연구 중 20Hz 미만의 진동수를 측정하는 연구는 3편(42.9%), 20Hz 이상의 진동수를 측정하는 연구는 4편(57.1%)이었다.

대상자 몸에 부착한 가속도계의 개수도 연구마다 다양하였다. 가속도계 특성을 제시한 12편의 연구 중 3개 이상의 가속도계를 사용한 연구는 1편(8.3%), 2개 사용한 연구는 3편(25.0%) 그리고 1개만을 사용한 연구는 8편(66.7%)이었다. 대부분의 연구는 가속도계를 사용하여 대상자의 신체 여러 곳에 부착하여 움

직임의 정보를 측정하였다. 가속도계의 부착 부위는 주로 손목, 팔, 허리, 넓적다리, 복사뼈였으며, 상지 과제를 통해 움직임을 분석할 때에는 주로 손목, 팔에 부착하였고 하지 과제를 통해 움직임을 분석할 때에는 주로 허리와, 넓적다리, 복사뼈에 부착하였다.

3. 분석에 적용한 신체활동 혹은 움직임 패턴 및 측정시간

가속도계의 정보를 통해 신체활동을 분석하는데 사용되는 방법은 표준화된 과제 프로토콜을 사용한 방법이었다. 13편의 연구에서는 표준화된 프로토콜을 통해 대상자의 신체활동 및 움직임을 분석하였으며, 주로 병원이나 재활센터와 같은 임상환경에서 이루어진 연구는 6편, 지역사회 6편이었다. 임상현장 및 지역사회에서 이루어진 프로토콜은 상지과제 활동 3편, 걷기 활동 10편이었다.

대상자의 움직임 정보를 수집한 시간도 다양하였는데, 4편의 연구에서 24시간미만, 4편의 연구에서 24시간이상, 그리고 나머지 5편의 연구에서는 72시간

Table 3. Accelerometer characteristics

N (%)

Accelerometer characteristics	Frequency	
Accelerometer device	Uniaxial	3(23.1)
	Biaxial	1(7.7)
	Triaxial	5(38.4)
	Activity monitor	3(23.1)
	None	1(7.7)
Frequency	<20Hz	3(23.1)
	≥20Hz	4(30.8)
	None	6(46.1)
Number of accelerometer	1	8(61.5)
	2	3(23.1)
	≥3	1(7.7)
	None	1(7.7)
	Device position	Wrist
Arm		1(7.1)
Hip		4(28.6)
Foot		2(14.3)

Table 4. Physical activity and movement characteristics

N (%)

Physical activity and movement characteristics	Frequency	
Study settings	Clinical setting	6(46.2)
	Community	6(46.2)
	Both	1(7.6)
Experimental designs	Arm activity	3(23.1)
	Walking activity	10(76.9)
Duration(hours)	<24	4(30.8)
	≥24	4(30.8)
	≥72	5(38.4)

이상으로 가속도계를 이용하여 대상자의 움직임을 수집하였다(Table 4).

4. 가속도계의 변수 측정과 결과

가속도계를 이용해 측정한 변수는 주로 대상자의 총 활동 수와 상지 사용양이었으며, 그 밖의 보행속도, 대상자의 환측·건측 팔, 다리 사용빈도 비율, 동작분석이 있었다. 결과로는 특정 중재 전, 후로 변화된 가속도계 특정 변수와 가속도계를 제외한 다른 평가값과의 상관관계를 분석하여 제시하였다. 가속도계 변수와 비교한 평가도구는 Actual Amount of Use Test(AAUT), Action Research Arm Test(ARAT), Chedoke McMaster, Fugl-Meyer Assessment (FMA), Motor Activity Log(MAL), Minute Walk Test(MWT) 등이 있었으며, 13편의 모든 연구에서 가속도계 변수와 유의한 상관관계를 보였다(Table 5).

IV. 고찰

현재 많은 연구를 통해 뇌졸중 환자의 일상생활 활동을 측정하는데 있어서 가속도계의 신뢰도와 타당도는 입증되었지만 임상에서의 적용방법이 표준화되지 않았으며, 일상생활활동을 평가 및 분석하기 위해 가속도계를 사용하는 것은 일반적이지 않다(Noorikoiv et al., 2014). 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 일상생활활동의 평가 도구 중 하나인 가속도계에 대한 체계적 고찰을 통하여 가속도계가 임상에서 유용하게 활용될 수 있는지 알아보하고자 하였다.

본 연구를 통해 고찰한 13편의 연구를 Arbesman 등(2008)이 제시한 연구의 질적 수준(level of evidence) 분석 모델로 살펴보면, 3개의 연구가 무작위 임상시험 설계로 가장 높은 수준 I 에 해당하였고, 4개의 연구가 수준 II, 6개의 연구가 수준 III 에 해당하였다. 이를 통해 대체로 질적 수준이 높은 연구에

Table 5. Measurement parameters and results

N (%)

Measurement parameters and results	Frequency	
Measurement parameter	Activity count	6(46.2)
	Amount of arm use	3(23.0)
	Walking speed	2(15.4)
	Ratio(nonaffected/affected)	1(7.7)
	Motion analysis	1(7.7)
Result	Significantly related to other assessment tools	13(100)

가속도계가 사용됨을 알 수 있었다.

분석한 연구에서 사용된 가속도계는 급성기, 아급성기, 만성기 뇌졸중 환자의 회복수준을 평가하기 위해 사용되었으며, 이는 가속도계가 뇌졸중환자의 발생 시기에 관계없이 회복수준에 관한 정보를 얻기 위해 유용하게 사용할 수 있는 도구라는 Noorkoiv 등 (2014)의 연구 결과와 일치하는 것이다. 측정을 위해 사용된 가속도계의 종류로는 단축, 이축, 삼축 가속도계와 활동 모니터가 있었으며, 20Hz 미만 혹은 이상의 진동수를 설정하고 1개에서 3개 이상의 가속도계를 사용하였다. 또한 가속도계는 일상생활의 상지 및 하지활동 및 움직임을 측정하기 위해서 사용되었으며, 일상생활의 상지 과제를 통해 움직임을 분석할 때는 주로 손목, 팔에, 하지의 움직임은 허리, 넓적다리, 복사뼈에 부착하여 분석하였다.

고찰한 모든 연구에서는 뇌졸중 환자가 일상생활활동을 수행하는 동안 가속도계를 이용해 측정된 변수 값과 기존의 일상생활활동 수준을 측정하는 평가도구 또는 일상생활의 신체활동을 측정하는 평가도구의 유의한 상관관계를 보고하였다. 가속도계와 일상생활 평가도구와의 유의한 상관관계 결과는 뇌졸중 환자의 일상생활활동을 평가할 때 가속도계가 유용하게 사용될 수 있다는 것을 뜻하며, 더 나아가 기존의 일상생활 평가도구에서 측정하지 못하는 움직임 방향, 속도, 횡수 등의 양적인 일상생활활동 데이터를 측정할 수 있다는 것을 의미한다(Green, 2007). Uswatte, Taub, Morris, Vignolo와 McCulloch (2005)의 연구에서도 뇌졸중 환자의 일상생활활동 평가도구인 MAL과 가속도계와 유의한 상관관계가 있다는 결과가 나왔으며, 이는 본 연구의 결과와 일치한다. 다시 말하자면 이러한 결과는 뇌졸중의 일상생활활동 평가에 가속도계를 쓰는 것이 가능하며, 임상에서 일상생활 평가도구로 측정하여 알기 어려운 좀 더 구체적이며, 객관적인 데이터 결과값을 얻을 수 있다는 것을 의미한다.

가속도계를 평가도구로 사용할 때 정확한 데이터를 얻기 위해서 중요하게 고려해야 할 사항은 측정기간과 측정변수이다. 가속도계를 통해 측정된 데이터 값을

정확하게 얻기 위해서는 3일 이상의 자료수집 기간이 필요하며(이정호와 이기광, 2011), 실제로 본 연구에서 고찰한 5편의 문헌에서는 가속도계를 3일 이상 환자에게 착용시키고 일상생활활동을 측정하였다. 측정 변수 역시 정확한 데이터를 얻기 위해서는 뇌졸중 환자의 보상적 움직임이 평가결과에 미칠 수 있는 영향을 최소화 시킬 수 있는 환측과 건측 상지의 움직임 비율을 측정하는 것이 중요하다(Gebruers et al., 2010). 그러나 고찰한 연구에서 사용한 가속도계의 측정 변수는 주로 총 활동 수 및 활동량이었으며, 움직임 비율은 1편으로 상대적으로 적었다. 이는 대부분의 고찰연구가 환측 상, 하지의 일상생활활동수준을 분석하기 위해 한쪽에 가속도계를 착용하고 평가했기 때문인 것으로 보이며, 아직까지 양측의 움직임 보다는 환측 상, 하지의 일상생활 활동수 및 활동량이 가속도계의 측정 변수로 활용되고 있다는 것을 의미한다.

작업치료의 목표는 뇌졸중환자의 신체적, 사회적 정서적 측면에서 독립적인 수행능력 뿐만 아니라 가정환경 및 지역사회 참여 수준을 향상시키는 것이므로, 일상생활 수행수준을 정확하게 평가하는 것이 중요하다(Song, 2012). 그러나 대부분의 작업치료 평가도구가 환자나 보호자에 의한 자가보고 형식이나 작업치료사가 관찰하여 등급을 부여하는 수행중심형식이기 때문에 정확하고 객관적인 평가에 한계가 있었다(Radomski & Latham, 2010). 지금까지 고찰한 문헌을 분석한 결과는 가속도계가 임상에서 뇌졸중 환자의 일상생활 활동 및 회복 수준을 객관적으로 평가할 수 있는 도구로 활용할 수 있는 가능성을 보여줌과 동시에 주관적으로 점수를 기록했던 기존의 일상생활활동 평가도구의 단점을 보완할 수 있음을 보여준다. 그러나 가속도계는 뇌졸중 환자의 평가 활동 이외에 의도하지 않은 보상적 움직임도 평가 결과에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 일상생활활동을 평가하여 정확한 데이터를 얻기에는 제한점이 있다.

하지만 체계적 고찰을 통해 임상에서 뇌졸중환자의 일상생활활동을 평가하기 위해 가속도계가 유용하게 사용될 수 있는 가능성을 볼 수 있었으며, 앞으로 일

상생활활동을 정밀하게 측정할 수 있는 가속도계의 개발이 꾸준히 이루어지기 위해서는 임상에서 다양한 증상을 가진 뇌졸중 환자의 보상적 움직임 걸러내기 위한 방안으로 양측 상, 하지의 움직임 비율을 고려하는 등 다양한 방안의 지속적인 연구가 필요하다. 더 나아가 가속도계를 이용하여 뇌졸중 환자뿐만 아니라 다양한 질환을 가진 환자들의 일상생활활동을 객관적으로 평가하기 위한 다양한 연구가 필요하며, 국내 작업치료사들이 임상 및 지역사회에서 환자들의 객관적인 일상생활활동 데이터를 얻기 위해 가속도계가 활용될 수 있기를 기대해 본다.

V. 결론

가속도계는 일상생활활동을 측정하는 데 있어서 신뢰도와 타당도가 입증되었지만, 사용방법이 표준화되지 않았기 때문에 작업치료사가 일상생활활동을 객관적으로 평가하기 위한 도구로 많이 사용하지 않았다. 본 연구는 가속도계를 이용한 뇌졸중 환자의 일상생활활동 평가에 대한 가속도계의 특성 및 분석방법에 대한 체계적 고찰을 통해 가속도계가 임상에서 유용하게 사용될 수 있는 지 알아보고자 하였다. 가속도계의 특성 및 가속도계와 일상생활 평가도구와의 유의한 상관관계 연구 결과는 작업치료사가 뇌졸중 환자의 일상생활활동을 객관적으로 평가할 때 가속도계가 유용하게 활용될 수 있다는 것을 증명하였다. 하지만, 가속도계는 측정기간과 측정변수에 따라서 출력 데이터 값의 정확성이 달라질 수 있는 제한점을 가지고 있다. 앞으로 임상에서 가속도계가 많이 쓰이기 위해서는 뇌졸중 환자의 일상생활활동 결과값이 측정기간과 변수의 영향을 적게 받을 수 있는 다양한 방안의 지속적인 연구와 더불어 더 나아가 다양한 질환을 가진 환자들의 일상생활활동을 객관적으로 평가하기 위한 연구가 필요하다.

References

- 이정호, 이기광. (2011). 가속도계를 활용한 신체활동 측정에 있어 국내외 연구현황에 대한 고찰. *스포츠과학연구소논총*, 29, 41-51.
- Arbesman, M., Scheer, J., & Lieberman, D. (2008). Using AOTA's critically appraised topic(CAT) and critically appraised paper(CAP) series to link evidence to practice. *Occupational Therapy Practice*, 13(5), 18-22.
- Akay, M., Sekine, M., Tamura, T., Hisgashi, Y., & Fujimoto, T. (2004). Fractal dynamics of body motion in post-stroke hemiplegic patients during walking. *Journal of Neural Engineering*, 1(2), 111-116. doi:10.1088/1741-2560/1/2/006
- Brown, T., Mapleston, J., Nairn, A., & Molloy, A. (2013). Relationship of cognitive and perceptual abilities to functional independence in adults who have had a stroke. *Occupational Therapy International*, 20(1), 11-22. doi: 10.1002/oti.1334
- Cheung, V. H., Gray, L., & Karunanithi, M. (2011). Review of accelerometry for determining daily activity among elderly patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(6), 998-1014. doi: 10.1016/j.apmr.2010.12.040
- Fisher, A. G. (2003). *Assessment of Motor and Process Skills (5th ed.)*. Fort Collins, CO: Three Star Press.
- Fulk, G. D., Reynolds, C., Mondal, S., & Deutsch, J. E. (2010). Predicting home and community walking activity in people with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(10), 1582-1586. doi: 10.1016/j.apmr.2010.07.005
- Gebruers, N., Vanroy, C., Truijen, S., Engelborghs, S., & De Deyn, P. P. (2010). Monitoring of physical activity after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(2),

288–297.

- Green, (2007). Assessment of habitual physical activity and paretic arm mobility among stroke survivors by accelerometry. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14(6), 9–21. doi: 10.1310/tsr.1406–9
- Hale, L. A., Pal, J., & Becker, I. (2008). Measuring free-living physical activity in adults with and without neurologic dysfunction with a triaxial accelerometer. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(9), 1765–1771. doi: 10.1016/j.apmr.2008.02.027
- Jung, H. Y., Kim, K. M., & Chang, M. Y. (2009). Measurement tools for occupational therapy for stroke patients: A systematic review. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 17(3), 79–95.
- Kang, S. I., Cho, J. S., Lim, D. H., Lee., J. S., & Kim, Y. I. (2013). Implementation of motion analysis system based on inertial measurement units for rehabilitation purposes. *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of Korea*, 7(2), 47–54.
- Kim, T. H. (2015). Kinematics of bimanual complementary movement in stroke patients. *The Korea Contents Society*, 15(4), 342–349.
- Lang, C. E., Wagner, J. M., Edwards, D. F., & Dromerick, A. W. (2007). Upper extremity use in people with hemiparesis in the first few weeks after stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(2), 56–63.
- Lee, M. Y. (2011). Validity evidences and validation procedures of objective physical activity measures. *The korean journal of measurement and evaluation in physical education and sport science*, 13(2), 17–37.
- Lim, K. B., & Kim, J. A. (2013). Activity of daily living and motor evoked potentials in the subacute stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 37(1), 82–87. doi: 10.5535/arm.2013.37.1.82
- Lord, S. E., Rochester, L., Weatherall, M., McPherson, K. M., & McNaughton, H. K. (2006). The effect of environment and task on gait parameters after stroke: A randomized comparison of measurement conditions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(7), 967–973. doi:10.1016/j.apmr.2006.03.003
- Michielsen, M. E., Selles, R. W., Stam, H. J., Ribbers, G. M., & Bussmann, J. B. (2012). Quantifying nonuse in chronic stroke patients: A study into paretic, nonparetic, and bimanual upper-limb use in daily life. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(11), 1975–1981. doi: 10.1016/j.apmr.2012.03.016
- Namkung, Y., Lee, H. S., & Chang, K. Y. (1996). The correlation of functional independence measure(FIM) and 5 scale modified barthel index(MBI) in patient with CVA. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 4(1), 45–50.
- Noorkoiv, M., Rodgers, H., & Price, C. I. (2014). Accelerometer measurement of upper extremity movement after stroke: A systematic review of clinical studies. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), 144–154. doi:1186/1743-0003-11-144
- Ortlieb, S., Dias, A., Gorzelniak, L., Nowak, D., Karrasch, S., Peters, A., ... & Schulz, H. (2014). Exploring patterns of accelerometry-assessed physical activity in elderly people. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(28), 1–10. doi: 10.1186/1479-5868-11-28
- Ozemek, C., Kirschner, M. M., Wilkerson, B. S., Byun, W., & Kaminsky, L. A. (2014). Intermonitor

- reliability of the GT3X+ accelerometer at hip, wrist and ankle sites during activities of daily living. *Physiological Measurement*, *35*(2), 129–138. doi: 10.1088/0967-3334/35/2/129
- Park, S. J., & Bae, S. Y. (2012). The effects of task-oriented activities on ADL performance, balance and satisfaction in chronic stroke patients. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, *20*(2), 1–11.
- Plasqui, G., Bonomi, A. G., & Westerterp, K. R. (2013). Daily physical activity assessment with accelerometers: New insights and validation studies. *Obesity*, *14*(6), 451–462. doi: 10.1111/obr.12021
- Prajapati, S. K., Gage, W. H., Brooks, D., Black, S. E. & McIlroy, W. E. (2011). A novel approach to ambulatory monitoring: Investigation into the quantity and control of everyday walking in patients with subacute stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *25*(1), 6–14. doi:10.1177/1545968310374189
- Rand, D., & Eng, J. J. (2012). Disparity between functional recovery and daily use of the upper and lower extremities during subacute stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *26*(1), 76–84. doi: 10.1177/1545968311408918
- Rand, D., Eng, J. J., Tang, P. F., Hung, C., & Jeng, J. S. (2010). Daily physical activity and its contribution to the health-related quality of life of ambulatory individuals with chronic stroke. *Health and Quality of Life Outcomes*, *8*(1), 80. doi:10.1186/1477-7525-8-80
- Rand, D., Givon, N., Weingarden, H., Nota, A., & Zeilig, G. (2014). Eliciting upper extremity purposeful movements using video games: A comparison with traditional therapy for stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *28*(8), 733–739. doi:10.1177/1545968314521008
- Radomski, M. V., & Latham, C. A. T. (Eds.). (2010). *Occupational therapy for physical dysfunction*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Reiterer, V., Sauter, C., Klosch, G., Laluschek, W., & Zeitlhofer, J. (2008). Actigraphy—a useful tool for motor activity monitoring in stroke patients. *European Neurology*, *60*(6), 285–291. doi:10.1159/000157882
- Song, C. S. (2012). Current trends and future oriented view of clinical measurement used by neurological occupational therapist. *The Korea Academia Industrial Cooperation Society*, *13*(11), 5229–5237.
- Thrane, G., Emaus, N., Askim, T., & Anke, A. (2011). Arm use in patients with subacute stroke monitored by accelerometry: Association with motor impairment and influence on self-dependence. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *43*(4), 299–304. doi:10.2340/16501977-0676
- Uswatte, G., Taub, E., Morris, D., Vignolo, M., & McCulloch, K. (2005). Reliability and validity of the upper extremity motor activity log-14 for measuring real world arm use. *Stroke*, *36*(11), 2493–2496.
- Uswatte, G., Foo, W. L., Olmstead, H., Lopez, K., Holand, A., & Simms, L. B. (2005). Ambulatory monitoring of arm movement using accelerometry: An objective measure of upper-extremity rehabilitation in persons with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *86*(7), 1498–1501.
- Uswatte, G., Giuliani, C., Winstein, C., Zeringue,

- A., Hobbs, L., & Wolf, S. L. (2006). Validity of accelerometry for monitoring real-world arm activity in patients with subacute stroke: Evidence from the extremity constraint-induced therapy evaluation trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *87*(10), 1340–1345.
- Uswatte, G., Miltner, W. H. R., Foo, B., Varma, M., Moran, S., & Taub, E. (2000). Objective measurement of functional upper-extremity movement using accelerometer recordings transformed with a threshold filter. *Stroke*, *31*(3), 662–667. doi:10.1161/01.STR.31.3.662
- Uswatte, G., Taub, E., Morris, D., Light, K., & Thompson, P. A. (2006). The motor activity log-28: Assessing daily use of the hemiparetic arm after stroke. *Neurology*, *67*(7), 1189–1194.
- Van der Pas, S. C., Verbunt, J. A., Breukelaar, D. E., van Woerden, R., & Seelen, H. A. (2011). Assessment of arm activity using tri-axial accelerometry in patients with a stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *92*(9), 1437–1442. doi:10.1016/j.apmr.2011.02.021
- Van Remoortel, H., Giavedoni, S., Raste, Y., Burtin, C., Louvaris, Z., Gimeno-Santos, E., ... & Troosters, T. (2012). Validity of activity monitors in health and chronic disease: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *9*(1), 84.

Table 6. A summary of accelerometer characteristics measuring physical activity and movement after stroke

Reference	Subjects	Accelerometer characteristics							Results
		Accelerometer device (Hz, epochs)	Experimental design	Size, weight	Device position(s)	Study setting	Duration	Activity measures	
Rand et al, 2014	Chronic stroke (N=29)	Triaxial (0.3~3Hz)	Arm activity	28×27×10mm, 17g	Both wrists	Clinical setting	2 sessions	Activity counts	Significantly related to FMA($p<0.01$)
van der Pas et al, 2011	Chronic stroke (N=45)	Triaxial (32Hz)	Arm activity	NA	Both wrists	Clinical setting	72 hours	Activity counts	Significantly related to MAL-AOU scale($p<0.001$)
Thrane et al, 2011	Acute stroke (N=31)	2 Uniaxial (2seconds)	Arm activity	NA	Both arms	Community	24 hours	Ratio (nonaffected/d/affected)	Significantly related to FMA($p<0.001$)
Prajapati et al, 2011	Subacute stroke (N=16)	Triaxial (50Hz)	Walking activity	4.4×1.9×6.3cm, 46g	Lateral malleoli	Clinical setting	8 hours	Walking speed	Significantly related to BBS score($p<0.05$)
Rand et al, 2010	Chronic stroke (N=40)	Triaxial (32 Hz, 15 seconds)	Walking activity	28x27x10mm, 17g	Over the anterior-superior iliac spine	Community	72 hours	Activity counts	Significantly related to Chedoke McMaster($p<0.001$)
Fulk et al, 2010	Chronic stroke (N=19)	Step watch activity monitor	Walking activity	75x50x20mm, 38g	Affected lower extremity	Community	24 hours	Average steps	Significantly related to 6MWT($p=0.001$)
Reiterer et al, 2008	Acute stroke (N=38)	NA	Locomotion and reaching activity	NA	Both wrists	Clinical setting	24hours, 4 sessions	Activity counts	Significantly related to Motoricity Index($p=0.01$)
Hale et al, 2008	Chronic stroke (N=20)	6 Triaxial (1 minute)	Walking activity	65g	Waist belt in a central back position	Community	168 hours	Activity counts	Significantly related to Rivermead Mobility Index($p<0.05$)
Lang et al, 2007	Acute stroke (N=34)	2 Uniaxial (2 seconds)	Walking activity	NA	Distal arm just above the wrist	Clinical setting	24 hours	Amount of arm use	Significantly related to ARAT, WMFT($p<0.05$)
Uswatte et al, 2006	Subacute stroke (N=169)	2 Biaxial (10 Hz, 2 seconds)	Walking activity	Size of a large wristwatch	Both wrists	Community	72 hours	Amount of arm use	Significantly related to MAL and AAUT($p<0.05$)
Lord et al, 2006	Chronic stroke (N=27)	Step watch activity monitor	Walking activity	NA	Hip, ankle	Community or clinic	1 session	Walking speed	Significantly related to 10MWT($p<0.01$)
Uswatte et al, 2005	Chronic stroke (N=20)	Activity monitor (10 Hz, 2 second)	Walking except when washing	NA	Both wrists	Community	72 hours	Amount of arm use	Significantly related to MAL($p<0.001$)
Akay et al, 2004	Chronic stroke (N=46)	Uniaxial (0-500Hz)	Walking and complex body motion	4×4×3mm, 0.3g	Waist belt	Clinical setting	1 session	3 dimensional motion analysis	Significantly related to Brunstrom stage($p<0.05$)

AAUT: Actual Amount of Use Test, ARAT: Action Research Arm Test, FMA: Fugl-Meyer Assessment, MAL: Motor Activity Log, MWT: Minute Walk Test

Abstract

A Systematic Review on Accelerometer to Measure Activity of Daily Living of Patients with Stroke

Lee, Joo-Hyun^{*}, M.S., O.T., Park, Jin-Hyuck^{*}, M.P.H., O.T., Kim, Yeonju^{*}, B.H.Sc.,
O.T., Park, Hae Yean^{**}, Ph.D., O.T., Park, Ji-Hyuk^{**}, Ph.D., O.T.

^{*}Dept. of Occupational Therapy, Graduate School, Yonsei University

^{**}Dept. of Occupational Therapy, Yonsei University

Objective: The purpose of this study was to systematically review the articles using accelerometer to measure activity of daily living of patients with stroke.

Methods: Depending on selection criteria, 13 studies were searched for PubMed, EMBASE, and Cochrane library database from February 2014 to March 2014. A total of 331 papers were searched, and 13 of these were selected.

Results: In studies of 13 selected, acute, subacute, and chronic patients with stroke were enrolled. The kind of accelerometer was uniaxial, biaxial, and triaxial, activity monitor. Measurement activities were mainly arm activity, walking activity, and attachment sites were also various depending on the measurement activities. A measured variable was the total number of activities, the movement speed of the patients, ratio between affected and non-affected, and motion analysis. The result indicated that significant correlation with the other assessment tools in all studies.

Conclusions: Accelerometer will be applied with a tool for measuring activity of daily living of patients with stroke, depending on activities characteristics. Further, we need accelerometer studies to apply with a variety of assessment in clinical practice or community settings

Key Words: Accelerometer, Activities of daily living, Stroke, Systematic review