

각속도 측정시스템을 이용한 특발성 파킨슨병 환자의 원서중 정량화 : 운동기능검사 항목에 대한 UPDRS 점수와 의 상관관계 분석

Quantification of the Bradykinesia in Idiopathic Parkinson's Disease Patients using Angular velocity measurement system: The Correlation between angular velocity and UPDRS scores in motor examination part

*김지현¹, 이경미¹, 임광문¹, 권도영², 고성범², 박건우²

*J. W. Kim¹, K. M. Lee¹, G. M. Eom (gmeom@kku.ac.kr)¹, D. Y. Kwon², S.B. Koh², K. W. Park²

¹ 건국대학교 의공학부, ² 고려대학교병원 신경과

Key words : Parkinson's disease, angular velocity, bradykinesia, quantification, gyro

1. 서론

파킨슨병(Parkinson's disease)은 뇌의 흑질(substantia nigra)에 분포하는 신경전달물질인 도파민의 신경세포가 감소하여 발생하는 질병으로서, 안정성 떨림 (진전: tremor), 경직 (rigidity), 동작의 느려짐 (원서중: bradykinesia), 자세불안정 (postural instability) 등을 임상적 특징으로 한다. 65세 이상의 노인에게서 많은 유병율을 보이고 있으며 국내에도 약 10만 명 이상의 환자가 있을 것으로 추산된다. 앞으로 인구의 고령화와 더불어 환자수가 크게 늘어날 것으로 예상된다.

파킨슨병을 진단하기 위한 임상 척도로는 임상 의사의 관찰을 통하여 0점에서 4점의 점수로 판정하는 UPDRS (Unified Parkinson's disease Rating Scale)가 가장 널리 사용되고 있다. 하지만, UPDRS는 점수를 판정하는 기준이 주관적이고, 임상 의사 개인내의 판정 신뢰성 (intra-rater reliability)과 임상 의사간의 판정 신뢰성 (inter-rater reliability)이 낮아[1] 진단의 정확성과 투약의 효율성이 떨어지는 제한점이 있다[2]. 효율적인 약물 치료를 통한 환자의 삶의 질 향상을 위해서는 임상적 증상의 정량화 및 객관화가 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 파킨슨환자의 임상적 특징 중 하나인 Bradykinesia를 정량화하는 것을 목적으로 임상 적용에 용이하고 환자의 느려지는 움직임 속도를 정량적으로 계측할 수 있는 각속도 측정 시스템을 개발 하였다. 또한, UPDRS의 운동기능 검사 항목 중 finger taps, rapid alternating movement of hands, foot taps 3가지 항목에 대하여 움직임의 각속도를 계측하여 임상 의가 측정 한 UPDRS 점수와 상관관계를 분석하였다.

2. 방법

2.1 측정시스템의 개발



Fig. 1 angular velocity measurement system

그림 1은 본 연구를 위해 개발한 각속도 측정시스템의 개요를 나타내고 있다. 임상 적용이 용이하도록 하기 위해 자이로 센서 (6×10×25 mm, 0.66 mv/deg/sec, CG-L53, NEC/TOKIN)는 각각 검지 손가락 말절골 (distal phalanx), 전완 원위부 등쪽 부분 (dorsal part of distal forearm), 중족골 (metatarsals)에 위치할 수 있도록 밴드를 제작하였고, 이 때 센서의 기준축을 움직이는 방향과 수직으로 고정하여 정확한 각속도를 계측할 수 있도록 하였다. 센서의 전기적인 신호를 250Hz의 10비트의 디지털신호로 변환하기 위해 마이크로프로세서 (atmega8535)가 사용되었고, 변환된 신호는 시리얼통신을 통하여 컴퓨터로 전달되도록 하였다. 시스템은 8채널의 데이터를 동시에 받는 것이 가능하도록 설계하였고, 데이터 저장과 모니터링을 위해 랩뷰 (LabView 8.0, National instruments)가 사용되었다.

2.2 측정 및 분석 방법

고려대학교병원의 특발성 파킨슨병 (Idiopathic Parkinson's disease)을 앓고 있는 환자 21명 (66±9.0 yrs, 남: 10명, 여: 11명)을 대상으로 실험을 수행하였다. 피험자는 약 5초의 연습시간을 갖고 10초 동안 가능한 빠르고 큰 동작으로 각각 엄지손가락과 검지손가락을 마주치는 동작, 전완의 내회전과 외회전을 하는 동작, 발꿈치를 고정된 채 탭(tap)을 하는 동작을 각각 반복 시행하였다. 모든 동작은 양쪽을 시행하여 각 항목에 대하여 42개의 데이터를 얻을 수 있었다. 측정된 데이터와 UPDRS의 상관관계 분석을 위해 한명의 임상 의가 비디오관독을 통하여 UPDRS 점수를 측정하였다.

데이터 분석을 위해서 매트랩 (MATLAB 6.5, Mathworks)이 사용되었다. 자이로 센서 신호의 드리프트 (drift) 및 오프셋 (offset)을 제거하기 위해 1Hz의 차단주파수를 가진 4차 Butterworth 고역통과필터를 사용하였고, 환자의 자발적 동작 중 떨림에 의한 영향을 줄이기 위해 떨림 주파수 대역 (5~8Hz)[3]의 신호를 5Hz의 저역통과필터를 사용하여 제거하였다.

본 연구의 분석 파라미터를 위해 각속도 값을 평균값 (root mean square: RMS)으로 산출하였다. UPDRS 점수와 RMS 각속도의 상관관계를 분석하기 위해 SPSS 16.0을 이용하여 Spearman 상관 (correlation) 분석을 실시하였고, UPDRS의 등급별 RMS 각속도의 차이를 분석하기 위해 변량분석 (ANOVA)과 사후검증 (post hoc test: tukey test, p<0.05)을 실시하였다.

3. 결과

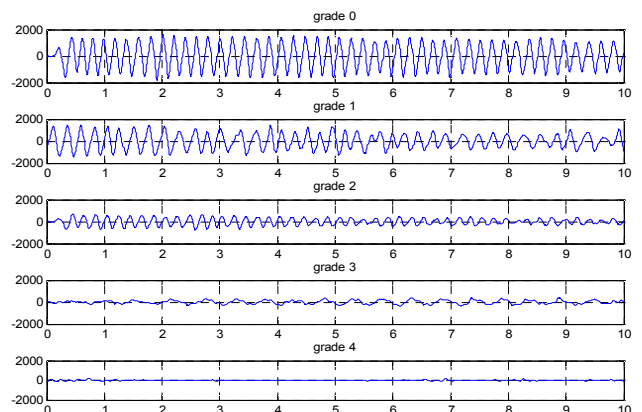


Fig. 2 Representative angular velocity signals of rapid alternating movements of hands for different UPDRS scores

그림 2는 rapid alternating movements of hands 항목의 UPDRS 점수가 0에서 4인 5명의 피험자에 대해 각각 점수별로 대표적인 각속도 신호를 나타낸 것이다. 0점의 각속도 신호가 매우 컸고, 점수가 높을수록 각속도 신호의 크기가 줄어드는 것을 볼 수 있다. 병증이 매우 심한 환자인 4점의 피험자는 각속도 신호가 매우 작은 것을 볼 수 있다.

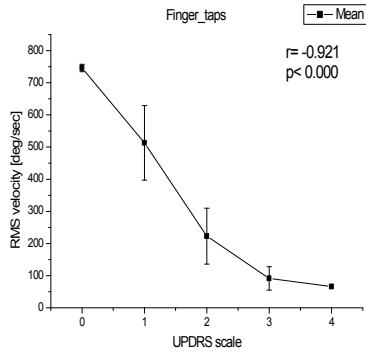


Fig. 3 RMS angular velocity during finger taps

그림 3은 모든 피험자의 finger taps 동작에 대하여 RMS각속도의 값을 UPDRS 점수가 같은 그룹별로 평균하여 나타낸 것이다 (0점:2개, 1점:16개, 2점:14개, 3점:9개, 4점:1개). UPDRS 점수가 높을수록 RMS각속도는 유의하게 작았고 ($p < 0.000$), 상관계수는 $r = -0.921$ 이었다. 변량분석 결과 3가지 모든 항목에 대하여 UPDRS 점수들 사이에는 유의한 차이를 보였다. ($p < 0.000$)

Table 1 Post-hoc-test result for finger taps
(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$, ****: $p < 0.0001$)

	score0	score1	score2	score3	score4
score0		*	****	****	****
score1			****	****	***
score2				*	
score3					
score4					

표 1은 finger taps 항목에 대한 변량분석의 사후검증 결과를 나타내고 있다. 2점과 4점 그리고 3점과 4점에서 유의한 차이가 없었고, 다른 모든 그룹 간에 유의한 차이를 보였다.

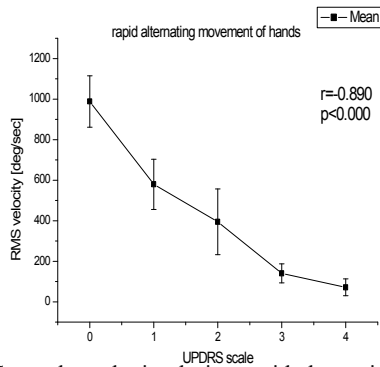


Fig. 4 RMS angular velocity during rapid alternating movement of hands

그림 4는 모든 피험자의 rapid alternating movement of hands 동작에 대하여 RMS각속도의 값을 UPDRS 점수가 같은 그룹별로 평균하여 나타낸 것이다 (0점:4개, 1점:14개, 2점:12개, 3점:8개, 4점:2개). UPDRS 점수가 높을수록 RMS각속도는 유의하게 작았고 ($p < 0.000$), 상관계수는 $r = -0.890$ 이었다.

Table 2 Post-hoc-test result for rapid alternating movement of hands

	score0	score1	score2	score3	score4
score0		****	****	****	****
score1			**	****	****
score2				***	***
score3					
score4					

표 2는 rapid alternating movement of hands 항목에 대한 변량분석의 사후검증 결과를 나타내고 있다. 3점과 4점을 제외한 모든 그룹

에서 유의한 차이가 있었다.

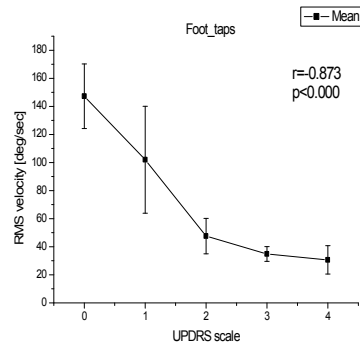


Fig. 5 RMS angular velocity during foot taps

그림 5는 모든 피험자의 foot taps 동작에 대하여 RMS각속도의 값을 UPDRS 점수가 같은 그룹별로 평균하여 나타낸 것이다 (0점:5개, 1점:13개, 2점:16개, 3점:6개, 4점:2개). UPDRS 점수가 높을수록 RMS각속도는 유의하게 작았고 ($p < 0.000$), 상관계수는 $r = -0.873$ 이었다.

Table 3 Post-hoc-test result for foot taps

	score0	score1	score2	score3	score4
score0		**	****	****	****
score1			****	****	**
score2					
score3					
score4					

표 3은 foot taps 항목에 대한 변량분석의 사후검증 결과를 나타내고 있다. 0점과 1,2,3,4점 그리고 1점과 2,3,4점 사이에 유의한 차이가 있었다.

4. 고찰

본 연구의 결과는 파킨슨환자의 움직임에 대한 RMS각속도가 UPDRS 점수를 잘 반영하고 있는 것을 나타낸다. 즉, UPDRS 점수에 따른 RMS각속도의 높은 상관계수와 그룹간의 통계적 유의한 차이는 파킨슨병 환자의 움직임을 객관적이고 정량적인 값으로 표현할 수 있는 가능성을 시사한다. 또한, 본 개발 시스템은 임상의의 조작이 간편하고 환자의 사용이 용이하여 쉽게 임상 적용이 가능할 것으로 보인다.

앞으로의 연구에서, 많은 피험자의 데이터 획득 후, 전문가 시스템 (expert system) 등을 이용한다면 파킨슨병 환자의 완서증에 대해 정량적이고 객관적인 진단이 가능할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 파킨슨병 환자의 3가지 운동기능검사 항목에 대하여 RMS각속도를 산출하여 UPDRS로 표현되는 환자 질병의 심한 정도를 잘 반영하는 것을 확인하였다. 이로부터, 본 연구에서 개발한 시스템은 완서증을 정량적으로 평가할 수 있을 것으로 제안된다.

후기

본 연구는 한국학술진흥재단 기초연구과제 지원사업의 지원 (2008-A419-0022) 으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. S. K. Patrick, et al., "Quantification of the UPDRS Rigidity Scale," IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, vol.9, no.1, pp. 31-41, 2001.
2. E. J. Van Someren, et al., "New actigraph for long-term tremor recording," Mov Disord, vol.21, no.8, pp. 1136-1143, 2006.
3. M. L. Latash, Neurophysiological Basis of Movement, Human Kinetics, USA, Humam Kinetics, 2007, pp. 221-226.