

파킨슨병 환자의 DBS 수술중의 자극에 대한 경직의 정량화 Quantification of Rigidity on Stimulation during DBS Operation in patients with Parkinson's Disease

*#엄광문¹², 김지원¹, 권유리¹, 고성범³

*#G. M. Eom¹²(gmeom@kku.ac.kr), J. W. Kim¹, Y.R.Kwon¹, S.B.Koh³

¹ 건국대학교 의공학부, ² 건국대학교 의공학실험기술연구소, ³ 고려대학교병원 신경과

Key words : Parkinson's disease, UPDRS, rigidity, quantification, viscoelasticity

1. 서론

파킨슨병은 대표적인 신경퇴행성 장애의 하나로 도파민의 부족과 운동기능을 담당하는 신경계의 이상에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다[1]. 파킨슨병의 임상적 특징은 사지의 떨림(안정시 진전: resting tremor), 경직(rigidity), 동작의 느려짐(완서증:bradykinesia), 자세의 균형제어 이상(postural instability)등이 있으며, 이러한 증상들은 파킨슨병 환자의 일상생활 동작(Activities of Daily Living:ADL)을 방해하여 삶의 질을 매우 저하시킨다[2].

파킨슨병의 진단을 위한 임상적으로 UPDRS (Unified Parkinson's disease Rating Scale)이 가장 널리 사용되고 있으며, 이 중 part III 운동기능검사(motor examination)의 경직평가기준은 임상가가 경직의 정도를 0-4점의 점수로 판정하도록 되어있다.

파킨슨병 환자의 심부자극(DBS)수술에서 적합한 전극의 삽입 위치를 결정하는 것은 매우 중요하다. 현재의 수술방법에서는, 여러 가지 전극위치에서의 전기자극에 대한 환자의 증상의 변화를 손목의 경직에 대한 평가로 판단하여, 최적의 전극위치를 결정하는 방법이 사용된다. 이때, 경직의 정도를 UPDRS의 rigidity scale로 평가하나, UPDRS 경직평가기준은 객관적이지 못하고 각 점수간의 증상차이가 커서 자극위치에 따른 경직의 미세한 변화를 파악하기 어렵다는 단점이 있다[3].

선행연구에서 경직을 최대토크와 일(work) [4], 역학적 임피던스(mechanical impedance)[5]의 관점에서 평가하고자 하는 시도가 있었으나, 이러한 평가변수는 수동적 관절운동의 속도에 의존한다는 문제점이 있었다[6]. 따라서, 본 연구에서는 운동속도에 의존하지 않는 점탄성특성을 이용하여 경직을 정량화하고자 하였다.

2. 방법

2.1 피험자

본 연구에는 파킨슨병 수술환자 2명을 대상으로 실험을 실시하였다 (Table 1).

Table 1 Information of the patients

UPDRS Rigidity score	number of patients	mean age(SD)	H-Y stage
3	2	61(8.4)	3.5(0)

2.2 측정 시스템

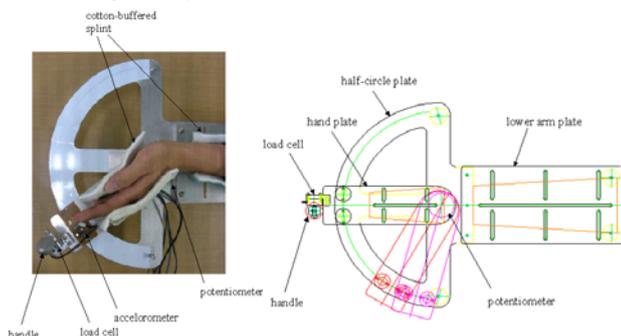


Fig. 1 Experimental setup for the measurement of resistive torque

파킨슨병 환자의 손목경직 측정 장치는 저항성 토크와 손목관절 각도를 산출하기 위해 양방향 로드셀(UMMA-10K, DACELL, Korea)과 회전형 가변저항(J50s, COPAL ELECTRONICS, Japan)을 이용하였다(그림1).

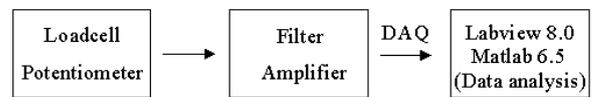


Fig. 2 Block diagram of wrist rigidity measurement system

그림 2는 신호 처리부를 나타낸다. 각 센서의 신호는 필터링과 증폭을 거쳐 Labview DAQ (Data Acquisition) 보드를 통하여 AD변환하였다. 차후 Matlab 6.5를 이용하여 데이터 분석을 실시하였다.

2.3 실험방법

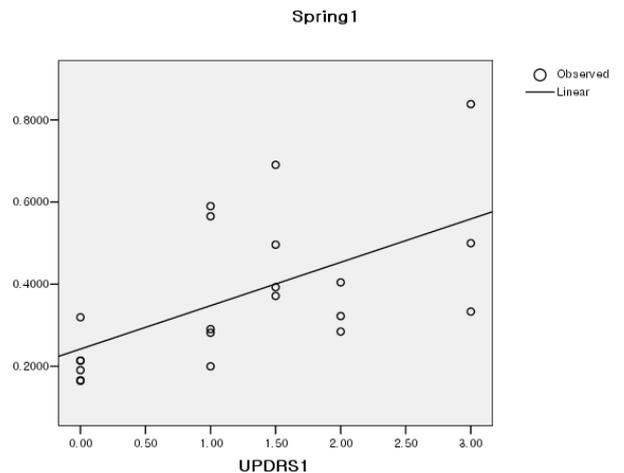
실험자가 측정 장치의 손잡이를 잡고 손목의 수동적인 관절운동 즉, 손목의 굽힘(flexion)과 펴기(extension) 운동을 각각 6회씩 실시하였다. 평가실험은 수술 중의 전극위치 변동시마다 시행하였다 (1인당 4-6회).

2.4 분석방법

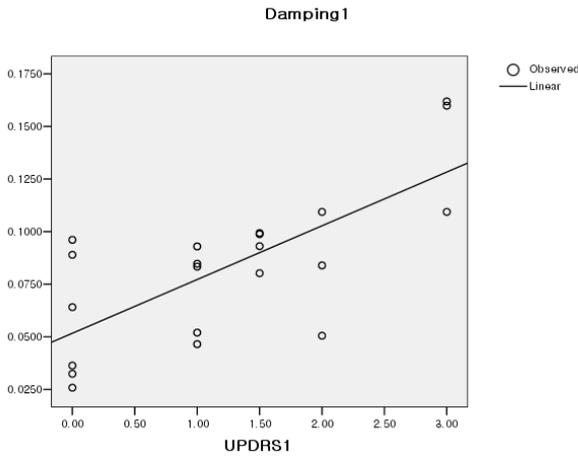
측정된 토크, 손목관절의 각도와 관성모멘트를 기반으로 최소자승법을 이용하여 점성계수(damping constant)와 탄성계수(spring constant)를 구하였다. 관성모멘트(moment of inertia)는 순간 놓음(quick release) 방법을 이용하여 각 피험자마다 미리 계산하여 구하였다.

구한 점성계수와 탄성계수 및 관성모멘트와 임상가가 채점한 경직 점수와의 상관관계를 알아보기 위해 SPSS16.0을 이용하여 스피어먼(Spearman) 순위상관분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰



(a) spring constant



(b) damping constant

Fig. 1. Viscoelastic constants of patients

Table 2. Correlation of viscoelastic constants with clinical rigidity score

	Spring constant	Damping constant
Patient1	Right	0.316
	Left	0.235
	Both	0.057
Patient2	Right	0.671
	Left	0.820*
	Both	0.673*
All patients	0.659**	0.651**

note) *p<0.05, **p<0.01

탄성계수와 점성계수는 UPDRS 경직점수와 유의한 양의 상관 관계를 보였다 (Fig. 2, Table 2). 이 결과는 점탄성 특성을 이용하여 수술중의 파킨슨병 환자의 경직을 정량적으로 평가할 수 있는 가능성을 보인다.

그러나, UPDRS 경직점수에 따른 탄성계수와 점성계수의 상관 관계는 환자 및 대상측(왼쪽, 오른쪽)에 따라 달랐다. 이러한 결과의 원인으로서는, 실험 중 환자의 자발적인 움직임이 있었을 가능성이 있다. 이러한 점을 보완할 수 있는 실험 프로토콜을 마련한다면 수술중의 정량적인 경직 평가를 통해 수술의 효율성을 높일 수 있을 것이라고 기대된다.

후기

본 연구는 교육과학기술부의 지원으로 이루어졌음 (R01-2007-000-20616-0, 2009-0075436)

참고문헌

1. H. Braak, E. Ghebremedhin, U. Rub, H. Bratzke, and K. Del Tredici, "Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology," Cell Tissue Res, vol. 318, no., pp.121-134, 2004.
2. Tusty, J., Smith, S. and Zamudia, C., "Operation Planning Based on Cutting Process Model," Annals of the CIRP, 39, 517-521, 1990.
3. E.J. Van Someren, M.D. Pticek, J.D. Speelman, P.R. Schuurman, R. Esselink, and D.F. Swaab, "New actigraph for long-term tremor recording," Mov Disord, vol. 21, pp.1136-1143, 2006.

4. M.K. Mak, E.C. Wong, and C.W. Hui-Chan, "Quantitative measurement of trunk rigidity in parkinsonian patients," J Neurol, vol. 254, pp.202-209, 2007.
5. A. Prochazka, D.J. Bennett, M.J. Stephens, S.K. Patrick, R. Sears-Duru, T. Roberts, and J.H. Jhamandas, "Measurement of rigidity in Parkinson's disease," Mov Disord, vol. 12, pp.24-32, 1997.
6. Xia R, Sun J, Threlkeld AJ. Analysis of interactive effect of stretch reflex and shortening reaction on rigidity in Parkinson's disease. Clin Neurophysiol. vol. 120(7), pp. :1400-7, 2009.