

3축 가속도계를 이용한 뇌손상 후 활동 진전의 정량적 측정법

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소, ¹한사랑 아산병원

김덕용 · 박창일 · 장원혁 · 장용원 · 박태훈 · 전중선¹

Quantitative Assessment of Intention Tremor after Brain Injury Using Tri-axial Accelerometry

Deog Young Kim, M.D., Chang Il Park, M.D., Won Hyuk Chang, M.D., Yong Won Jang, M.D., Tae Hoon Park, M.D. and Joongson Chon, M.D.¹

Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine, ¹Hansarang Asan General Hospital

Objective: The aims of this study were to assess intention tremor severity caused by brain injury using tri-axial accelerometry and also to determine the reliability and the correlation with clinical measurements.

Method: Twenty two patients with intention tremor caused by brain injury were included. The quantitative measurement of tremor was performed using tri-axial accelerometry during finger to nose test. The dominant frequency and amplitude of tremor were acquired using Fast Fourier transformation analysis. The severity of tremor was also clinically rated by clinical rating scale for tremor, hand writing test, figure drawing test, pouring water test. The correlation between clinical measurement and tri-axial acce-

lerometry measurement, and the inter-rater reliability were assessed.

Results: The tri-axial accelerometry measurement showed good inter-rater reliability. The mean dominant frequency was 3.10 Hz. The amplitudes at dominant frequency were significantly correlated with clinical rating scale for tremor, pouring water test ($p < 0.05$) but not with hand writing test, figure drawing test.

Conclusion: Quantitative measurement of intention tremor using tri-axial accelerometry may be very useful to assess the tremor severity caused by brain injury. (*J Korean Acad Rehab Med 2005; 29: 495-500*)

Key Words: Brain injury, Tremor, Tri-axial accelerometry

서 론

진전은 ‘신체의 일부분이 자신의 의지와는 상관없이 규칙적으로 움직이는 증상’으로 정의되는 가장 흔한 이상운동 증상이다.¹⁹⁾ 그러나 진전은 하나의 증상일 뿐 그 자체가 특정 질환은 아니며 여러 다른 병에서 다양한 형태로 나타난다. 뇌손상으로 인한 진전이 발생하는 경우는 그렇게 흔하지 않지만 진전이 있으면 글씨 쓰기, 식사, 옷 입기와 같은 일상생활 동작 수행에 장애를 유발할 수 있다.¹⁴⁾ 뇌손상 후 발생할 수 있는 행동 진전(action tremor)의 하나인 활동 진전(intention tremor)은 보통 손가락코 검사(finger to nose test)와 같이 어떤 목표물을 향해 손을 움직일 때 주로 나타나며,⁴⁾ 주로 소뇌에 병변이 있거나 소뇌와 관련이 있는 부위에 병변이 있을 때 발생한다.¹¹⁾ 또한 뇌손상으로 인하여 발생할 수 있는 불수의 운동증상으로는 진전뿐만 아니라

근긴장 이상, 파킨슨증, 무도병, 간대성 근경련 등 다양하고 운동 실조증 등이 혼합되어 나타날 수 있으므로 불수의 운동 증상을 감별하는 데 어려움이 있다.²⁾

진전의 병태생리학적 기전 및 약물치료의 반응을 평가하기 위해서는 객관적이고 정량화된 평가가 필수적이다.²⁰⁾ 진전에 대한 정량적 평가를 위해 주관적 임상 평가, 객관적 기능 평가, 생리학적 평가 등을 이용하고 있는 실정이나,⁵⁾ 보다 정확한 연구를 위해서 민감도와 신뢰도가 높은 도구를 이용한 방법이 필요한데 아직까지 표준화된 검사방법은 보고되고 있지 않다.²¹⁾ 생리학적 평가 중 가속도계를 이용한 평가 방법은 진전의 주파수, 진폭 등의 객관적인 정보를 제공할 수 있다는 점에서 최근에 많이 이용하고 있다.^{5,18)} 과거에 단축 가속도계(uni-axial accelerometry)를 이용한 진전 평가 방법이 있었으나, 한 방향의 진전만을 평가하기 때문에 진전으로 인한 장애와 연관성이 떨어지고, 과소평가 될 수 있어 최근에 3축 가속도계(tri-axial accelerometry)를 이용하여 체위성 진전(postural tremor)에 대한 약물 치료의 반응을 평가한 연구들이 많이 보고되고 있다.^{16,25)} 하지만 뇌손상 후 발생하는 활동 진전에 대한 3축 가속도계를 이용한 진전의 정도나 약물에 대한 반응 정도 평가는 미미한 실정이다.

접수일: 2005년 3월 4일, 게재승인일: 2005년 8월 12일
교신저자: 장원혁, 서울시 서대문구 신촌동 134번지
☎ 120-752, 연세의료원 재활병원 재활의학과
Tel: 02-361-7772, Fax: 02-363-2795
E-mail: iamchangwh@dreamwiz.com

이에 본 연구에서는 뇌손상으로 인한 활동 진전이 있는 환자를 대상으로 3축 가속도계를 이용하여 진전을 정량적으로 측정하여 검사자간의 신뢰도를 알아보고, 여러 가지 임상적 검사와 비교 분석하여 3축 가속도계가 진전의 평가에 유용한 지 여부를 알아보려고 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

세브란스병원 재활의학과에 뇌손상 후 상지에서 활동 진전을 보이는 22명의 환자를 연구대상으로 하였다. 모든 대상자는 뇌손상 이전에는 진전의 과거력이 없었으며, 검사자의 간단한 지시에 순응할 수 있는 의식 수준이었다. 또한 만성 알코올 중독증이나 리튬과 같이 활동 진전을 보일 수 있는 약물을 복용한 과거력을 가진 대상자는 제외하였다. 대상자 중 남자가 14명, 여자가 8명이었으며, 평균 연령은 54.9세였고, 평균 유병기간은 10.1개월이었다. 소뇌 출혈 또는 경색이 8명, 뇌교 출혈이 7명, 소뇌 및 뇌교 경색이 4명, 중뇌 경색이 1명, 무산소 뇌증이 1명, 외상성 뇌 손상이 1명이었다. 대상자는 모두 환측 상지를 이용하여 손가락코 검사(finger to nose test)¹⁷⁾를 시행하였을 때 진전을 보였는데, 목표물에 가까이 갈수록 진전이 심해지고, 목표물에 닿은 다음에는 진전이 사라지는 특징적인 활동 진전의 임상 양상을 보였다.⁴⁾ 양측 손의 진전을 보이는 경우에는 양측 손을 모두 측정하여 22명의 환자, 총 27례의 진전에 대하여 평가하였다.

2) 3축 가속도계를 이용한 평가

등받이와 팔걸이가 있는 의자에 편안히 앉게 한 후 3축 가속도계(Fig. 1)를 환측 인지의 원위, 근위 손가락 관절 사이 손등 부위에 접착 띠를 이용하여 고정된 상태에서 대상으로 하여금 가능한 한 빠른 속도로 손가락코 검사를 수행

할 때 나타나는 진전을 10초간 측정하였다. 3축 가속도계는 직육각형(33×28×19 mm) 모양의 무게 17 g인 TSD109C accelerometry (BIOPAC systems, Inc., U.S.A.)를 이용하였고, 3 m 길이의 전선을 통해 아날로그 디지털 변환기(AD converter)의 일종인 MP100WSW 시스템(BIOPAC systems, Inc., USA)에 연결한 후, 내장된 저장 분석 프로그램인 Acq-Knowledge III 프로그램을 통하여 X, Y, Z축의 주기도(periodogram)를 얻었다.

각 축의 주기도는 빠른 푸리에 변환(Fast Fourier transformation)으로 분석하여 각 축의 스펙트럼을 구한 후(Fig. 2), 우세주파수와 우세주파수의 진폭을 구하였다. 각 축의 스펙트럼에서 우세주파수가 나타나지 않는 경우와 우세주파수가 기저선의 4배 이상 되지 않는 경우는 진전이 없는 것으로 판단하였으며, 우세주파수가 나타난 경우는 3축의 각 우세주파수의 평균과 각 축에서 우세주파수를 중력 가속도인 $g (=9.81 \text{ m/s}^2)$ 기준으로 진폭을 측정하여 3축의 합을 계산하였다.²¹⁾ 3축 가속도계를 이용한 측정은 같은 날 두 명의 서로 다른 검사자가 측정된 우세주파수와 진폭을 비교하여 검사자 간의 신뢰도를 검증하였다. 이 때 검사자는 다른 검사자가 구한 결과를 모르는 상태에서 진행하였다.

3) 임상적 평가

주관적 임상 검사 방법인 임상 진전 평가 척도(Clinical rating scale for tremor),^{13,16)} 쓰기 검사(Hand writing test), 그림 그리기 검사(Figure drawing test)^{5,13,16)} 및 객관적 기능 수행 검사인 물 따르기 검사(Pouring water test)^{5,13)}를 3축 가속도계 측정 직후 시행하였다(Table 1). 임상 진전 평가 척도는 27례 모두에서 측정할 수 있었으나, 쓰기 검사는 9례에서 시행하지 못하였으며, 그림 그리기 검사, 물 따르기 검사는 7례에서 시행할 수 없었다. 검사를 시행하지 못한 이유는 진전으로 인한 것이 아니었으며, 상지의 강직과 근력 약화 등으로 인하여 펜이나 컵을 잡지 못하거나 글씨를 쓸 수 없었기 때문이다.

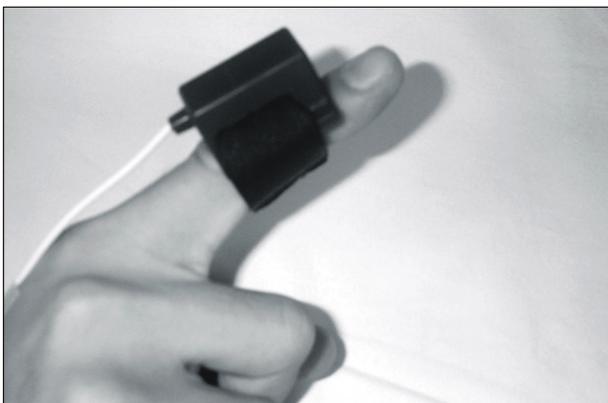


Fig. 1. Tri-axial accelerometry (BIOPAC systems, Inc., USA).

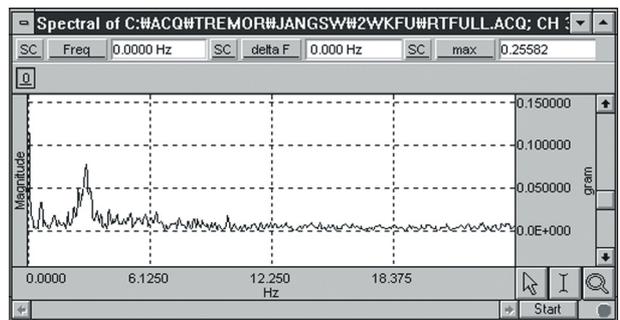


Fig. 2. Example of spectrum in a 50 years old woman with cerebellar hemorrhage.

Table 1. Clinical Measurement Scales

	Clinical rating scale for tremor	Hand writing test & figure drawing test	Pouring water test
Grade 0	None	No visible tremor	No visible tremor or barely visible tremor that is not consistently present
Grade 1	Slight; barely perceivable;	Slightly tremulous	Slight tremor that require may be intermittent greater caution
Grade 2	Moderate; amplitude <2 cm;	Considerable but still may be intermittent	Moderate tremor with up to legible 10% of water spilled
Grade 3	Marked; amplitude 2~4 cm	Partially or entirely illegible	Considerable tremor with up to 10~50% of water spilled
Grade 4	Severe; amplitude >4 cm	Unable to keep pen on the paper	Severe tremor with more than 50% of water spilled

Table 2. Results of Tri-axial Accelerometry

	X axis	Y axis	Z axis	Mean/sum
Dominant frequency (Hz)	3.12±0.98	3.10±0.95	3.06±0.95	3.10±0.95
Amplitude (×10 ³ g)	22.86±41.67	24.49±13.23	28.85±31.01	76.20±75.06

Values are mean±standard deviation.

4) 3축 가속도계를 이용한 평가방법 및 임상적 평가방법의 비교

3축 가속도계를 이용하여 구한 우세주파수의 총 진폭과 임상 진전 평가 척도, 쓰기 검사, 그림 그리기 검사 및 물 따르기 검사의 결과치와의 상관관계를 구하여 비교 분석하였다.

5) 통계 처리

통계분석은 SPSS 11.0 for window version을 이용하여 분석하였다. 두 검사자에 의해 시행한 3축 가속도계를 이용한 평가 방법에 대한 검사자간 신뢰도를 알아보기 위해 신뢰도 계수(alpha coefficient)를 구하였으며, 임상적 평가 방법과 3축 가속도계를 이용한 평가 방법간의 상관관계를 알아보기 위해 Spearman rank 상관 계수를 구하였다. p값 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

1) 3축 가속도계를 이용한 평가

27례 모두에서 3축 가속도계를 이용하여 우세주파수와

진폭을 구할 수 있었다. X, Y, Z축의 평균 우세 주파수는 각각 3.12 Hz, 3.10 Hz, 3.06 Hz이었으며, 우세주파수의 평균 진폭은 각각 22.86×10³ g, 24.49×10³ g, 28.85×10³ g이었다. 3축의 전체 우세주파수는 평균 3.10 Hz였으며, 3축의 우세주파수의 진폭 합은 평균 76.20×10³ g이었다(Table 2).

검사자 간 신뢰도 계수는 평균 우세주파수의 경우 0.956, 우세주파수의 진폭의 경우 0.882로 높은 신뢰도를 보였다(p < 0.01).

2) 임상적 평가

임상 진전 평가 척도는 1등급이 9례, 2등급이 6례, 3등급이 6례, 4등급이 6례로 고른 분포를 보였고, 쓰기 검사에서는 0등급이 8례, 1등급이 3례, 2등급이 6례, 3등급이 1례이었으며, 그림 그리기 검사는 0등급이 8례, 1등급이 5례, 2등급이 5례, 3등급이 2례로 진전이 관찰되지 않는 경우가 많았다. 물 따르기 검사는 0등급이 6례, 1등급이 5례, 2등급이 2례, 3등급이 6례이었다.

3) 3축 가속도계를 이용한 평가방법 및 임상적 평가방법의 비교

3축 가속도계를 이용해 얻은 진폭과 임상 진전 평가 척도

Table 3. Correlation between Tremor Measures

	Total amplitude of tri-axial accelerometry	Clinical rating scale for tremor	Hand writing test	Figure drawing test	Pouring water test
Total amplitude of tri-axial accelerometry	-	0.697 [†]	0.212	0.008	0.527*
Clinical rating scale for tremor	0.697 [†]	-	0.426	0.373	0.534*
Hand writing test	0.212	0.426	-	0.775 [†]	0.459
Figure drawing test	0.008	0.373	0.775 [†]	-	0.542*
Pouring water test	0.527*	0.534*	0.459	0.542*	-

Values are the correlation coefficient.

* $p < 0.05$, [†] $p < 0.01$

와의 상관계수는 0.679로 임상 평가 방법 중에 가장 상관관계가 높았으며($p < 0.01$), 그 다음으로 물 따르기 검사와도 상관계수가 0.527로 통계학적 의미 있는 상관관계를 보였다($p < 0.05$). 하지만 쓰기 검사나 그림 그리기 검사와는 유의한 상관관계를 관찰할 수 없었다(Table 3).

임상 평가 방법간의 상관관계를 살펴보았을 때 쓰기 검사는 그림 그리기 검사와 상관계수 0.775로 매우 높은 상관관계를 보였으나($p < 0.01$), 임상 진전 평가 척도나 물 따르기 검사와는 의미 있는 상관관계를 보이지 않았고, 임상 진전 평가 척도는 물 따르기 검사와 상관계수 0.534로 통계적으로 의미 있는 상관관계를 보였지만($p < 0.05$), 쓰기 검사나 그림 그리기 검사와는 의미 있는 상관관계를 관찰할 수 없었다.

고 찰

진전의 병태와 치료에 대한 반응을 연구하기 위해서는 정량적인 측정이 필수적이다.²⁰⁾ 또한 임상적으로 유용하기 위해서는 감수성이 높고, 정확하며, 시행하기 쉬우며, 재현성이 높은 방법이 필요하다.²⁰⁾ 현재까지 소개된 진전의 평가 방법은 크게 가속도계, 근전도 등을 이용한 생리학적 방법, 임상 진전 평가 척도 등의 주관적 임상 방법, 물 따르기 등의 객관적 기능 평가, 삶에 미치는 영향 평가 등이 있다.⁵⁾ 이 중 주관적 임상 검사 방법은 미세한 차이를 발견하기 어렵고 주관적이라는 단점이 있어 진전의 기전 연구 및 약물 치료의 반응 등에는 사용이 어렵다.²⁰⁾ 또한 삶에 미치는 영향 평가는 진전 자체의 정도를 측정하기보다는 이로 인한 기능적 장애를 평가하므로 근력 저하, 인지 장애 등 다른 요인에 의해 영향을 받기 쉽다.

가속도계를 이용한 진전의 측정은 1956년 Agata가 처음

소개한 이후 운동형상학적(kinematic) 분석이 가능하여 진전의 평가에 널리 이용하고 있다.^{3,15)} 이 방법을 통해 크게 세 가지 즉 진전의 주파수, 진폭, 진전 발현 시기에 대한 정보를 알 수 있는데,¹⁵⁾ 주파수는 진전이 일어나는 환경과 더불어 진전의 진단에 도움을 준다.¹⁷⁾ 따라서 진전의 진단은 어느 경우에 어떤 주파수로 나타나느냐 하는 것이 기준이 되는데 편하게 몸에 힘을 빼고 쉬고 있을 때와 어떤 동작을 할 때를 평가하여 각각 안정 시 진전과 행동 시 진전으로 나눈다.¹⁾ 또한 주파수의 영역을 4 Hz 미만, 4~7 Hz, 7 Hz 이상으로 구분하여 각각 저주파수, 중주파수, 고주파수로 나눈다. 이를 기초로 진전의 특성을 기술하고 진단할 수 있다.^{9,10)} 지금까지 보고에 따르면 본태성 진전의 경우 중주파수의 행동 시 진전을 특징으로 갖고 있고, 뇌손상으로 나타날 수 있는 소뇌성 진전은 저주파수의 행동 진전을, Holmes 진전은 저주파수의 정지 시와 행동 시의 진전을 함께 나타내는 특징을 갖는 것으로 알려져 있다.^{8,9)} 본 연구에서도 3축 가속도계를 이용하여 뇌손상으로 인한 진전을 측정하였을 때 행동 시 평균 3.10 Hz의 저주파수의 진전을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

뇌손상 후 나타날 수 있는 진전 중 소뇌성 진전의 경우 소뇌 기능의 장애로 인한 병적 피드포워드 제어(feed-forward control)와 소뇌내의 진동자(oscillator) 또는 입출력 경로(input/output pathway)의 이상이 원인으로 생각하고 있으며, Holmes 진전의 경우 흑핵과 소뇌의 기능 이상을 원인으로 생각하고 있다.^{4,8,19)} 그러나 병태생리학적 기전의 연구 부족으로 약물 작용에 대한 설명 및 명확한 치료 효과에 대한 보고는 미미한 상태이다.¹⁷⁾ 이에 진전의 병태생리학적 기전 및 약물치료의 반응을 평가하기 위해서는 가속도계를 이용한 측정과 같은 정밀하고 객관적인 평가가 필수적이다.

가속도계를 이용하여 측정한 진전의 진폭은 생리적, 병

적 진전에서 특징을 보이지 않으며 진전 간에도 특징을 보이지 않기 때문에 진전의 진단에 있어 유용성이 없는 것으로 알려져 있다.¹⁷⁾ 그러나 가속도계를 이용하여 측정된 진폭은 약물 또는 수술의 효과를 정량적으로 측정하고자 하는 많은 연구에서 이용되고 있다.^{16,23)} 즉 진전의 진폭은 진전의 억제 투여나 수술 전 후의 진전의 호전이나 악화를 평가하거나, 진전에 영향을 줄 수 있는 환경에 대한 연구, 즉 진전의 정도를 측정하는 데 매우 중요하게 이용된다.^{7,15)} McAllister 등²²⁾이 지적한 바와 같이 진전을 정량화한 측정은 진전의 약물 효과를 평가하는데 있어 매우 중요하다. 본 연구에서도 가속도계를 이용하여 진전을 분석하여 진전의 진폭을 정량적으로 구할 수 있었으며, 검사자간의 신뢰도 검사에서도 매우 높은 신뢰도 계수를 얻었다.

본 연구에서 3축 가속도계를 이용한 진전의 정량적 검사는 주관적 임상 방법인 임상 진전 평가 척도, 객관적 기능 평가 방법인 물 따르기와 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 이는 여러 기존의 연구들에서 체위성 진전 또는 정지성 진전에서 가속도계를 이용한 측정치와 임상적 평가 방법과 상관관계가 있다는 결과와 비슷하였다.^{6,23)} 하지만 다른 주관적 임상 방법인 쓰기 검사, 그림 그리기 검사와는 유의한 상관관계를 나타내지 않았는데, 이는 진전을 평가하는 임상적 방법 중 가장 정확하다고 알려져 있는 임상 진전 평가 척도가 물 따르기 검사와는 상관관계를 보였으나 쓰기 검사, 그림 그리기 검사 간에 통계학적 상관관계를 보이지 않는 것과 같이 임상 진전 평가 척도와 글씨 쓰기, 그림 그리기 검사가 진전의 평가에 있어 성질이 다른 검사일 수 있음을 암시한다. 이는 1993년 Bain 등⁶⁾의 연구 결과와 일치하였다. 검사간의 상관관계에서 차이가 나는 이유 중의 하나는 Sanes와 Hallett²⁴⁾이 언급한 바와 같이 진전은 자세에 따라 달라질 수 있기 때문으로 생각된다. 즉 쓰기 검사, 그림 그리기 검사 수행 시 피검자가 활동 진전을 측정하는 자세와는 다른 자세에서 측정하였고, 펜을 이용하였기 때문에 펜이 검사지에 닿았을 때 생기는 일종의 저항으로 인하여 진전의 진폭에 영향을 주었을 것이다.

Bain 등⁶⁾은 본태성 진전에 대한 연구에서 임상 진전 평가 척도와 같은 주관적 검사 방법이 단축 가속도계로 평가한 방법보다 환자가 호소하는 진전이 삶의 질에 미치는 영향과 더 우수한 상관성이 있는 것으로 보고하였고, 그 이유로 주관적 검사 방법은 검사자가 환자가 가지는 여러 형태의 진전을 종합적으로 평가하여 일상생활에 미치는 영향을 추정할 수 있고, 환자에서 가끔 나타나는 불특정의 운동 이상이 일상생활에 미치는 영향까지 포함하여 측정할 수 있다고 하였다. Elble 등¹²⁾은 본태성 진전을 보이는 환자의 정지성 진전에 대한 연구에서 쓰기 검사와 그림 그리기 검사가 가속도계보다 진전을 진단하고 평가하는 우수한 검사 방법이라고 보고하였다. 그러나 1993년 Swaine 등²⁵⁾은 다발성 경화증에서와 같이 근력 저하나 운동 실조증이 진전과 함

께 나타나는 질환에서는 주관적 임상 방법 및 객관적 기능 평가의 신뢰도가 떨어진다고 보고하였으며, 본 연구의 연구 대상과 같이 진전뿐만 아니라 근력 저하, 운동실조, 경직 등을 흔히 동반되는 뇌손상 후 진전의 경우에는 진전 자체를 평가하기 위해서는 가속도계를 이용한 방법이 유용할 수 있으리라 생각된다. 그런데 본 연구에서 환자가 나타내는 진전이 삶의 질에 미치는 영향을 조사하지 않아 Bain 등⁶⁾의 연구와 직접적인 비교는 어렵지만, 진전만으로 삶의 질이나 기능을 평가하는 것은 부적절할 수 있으므로 향후 진전의 정도를 평가함에 있어 가속도계를 이용한 측정 방법과 임상적인 측정 방법, 삶에 대한 영향 평가 등은 서로 보완적인 관계를 보일 수 있으므로 고려해야 할 것이다.

가속도계를 이용한 진전 측정은 Jankovic과 Frost²⁰⁾가 언급한 바와 같이 장치가 작고 가볍고, 정확하고, 재현성이 있으며, 관성에 별로 영향을 주지 않으며, 어느 위치에서도 3방향의 운동을 모두 분석할 수 있으며, 치료 효과를 판정할 수 있고, 진전의 진행 과정을 살펴볼 수 있다. 그러므로 정지성 진전뿐만 아니라 운동 시 진전에서도 유용하게 사용할 수 있다.¹⁵⁾ 따라서 특이 운동에 따른 진전의 변화 및 여러 유발 검사를 시행하면서도 진전의 정량적 검사가 가능할 것으로 생각된다. 그러나 3축 가속도계는 고가라는 단점이 있다.

본 연구 결과를 통해 3축 가속도계를 이용해 뇌손상 후 진전의 정량적인 측정이 가능하고, 측정 결과가 임상 진전 평가 척도 및, 물 따르기 검사와 유의한 상관관계를 가지는 것으로 보아 3축 가속도계를 이용한 진전의 측정이 유용하리라 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 일정한 무게를 부하하여 진전의 물리적인 성질에 변화를 주어 진전의 병리학적 기전에 대해 알아보지 않았고, 일정한 뇌 병소에 의한 진전이 아니라 뇌손상에 의한 전반적인 진전을 평가하여 각 병소에 따른 진전을 정확히 평가하고, 병리학적 기전을 알아보기 위해서 향후 보다 체계적이고, 구체적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 3축 가속도계를 이용하여 뇌손상으로 인한 진전을 정량적으로 평가하여 저주파수를 보이는 진전이 발생함을 알 수 있었다. 또한 우세주파수에서의 진폭은 임상적 평가 방법인 임상 진전 평가 척도 및 객관적 기능 수행 검사인 물 따르기 검사와 유의한 상관관계가 있었다. 본 연구를 기초로 3축 가속도계를 이용하여 향후 뇌손상 후 발생한 진전의 병태 생리학적 기전의 이해 및 약물 등의 여러 치료 효과를 평가할 때 이용할 수 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) 김상윤: 진전에 대한 일반적인 고찰. 대한의사협회지 1996; 39: 446-452
- 2) 천하영, 최일생: 정지성 뇌병변후 발생한 지연성 운동장애. 대한신경과학회지 1997; 15: 1042-1049
- 3) Bain P: A combined clinical and neurophysiological approach to the study of patients with tremor. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1993; 56: 839-844
- 4) Bain PG: The management of tremor. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2002; 72 Suppl 1: I3-I9
- 5) Bain PG: Clinical measurement of tremor. Mov Disord 1998; 13 Suppl 3: 77-80
- 6) Bain PG, Findley LJ, Atchison P, Behari M, Vidailhet M, Gresty M, Rothwell JC, Thompson PD, Marsden CD: Assessing tremor severity. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1993; 56: 868-873
- 7) Deuschl G: Neurophysiological tests for the assessment of tremors. Adv Neurol 1999; 80: 57-65
- 8) Deuschl G, Bergman H: Pathophysiology of nonparkinsonian tremors. Mov Disord 2002; 17 Suppl 3: S41-48
- 9) Deuschl G, Krack P, Lauk M, Timmer J: Clinical neurophysiology of tremor. J Clin Neurophysiol 1996; 13: 110-121
- 10) Deuschl G, Raethjen J, Lindemann M, Krack P: The pathophysiology of tremor. Muscle Nerve 2001; 24: 716-735
- 11) Elble RJ: Central mechanisms of tremor. J Clin Neurophysiol 1996; 13: 133-144
- 12) Elble RJ, Brilliant M, Leffler K, Higgins C: Quantification of essential tremor in writing and drawing. Mov Disord 1996; 11: 70-78
- 13) Fahn S, Tolosa E, Marin C: Clinical rating scale for tremor. In: Tolosa E, Jankovic J, editors. Parkinson's disease and movement disorders, 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1993, pp 271-280
- 14) Feys P, Romberg A, Ruutiainen J, Davies-Smith A, Jones R, Avizzano CA, Bergamasco M, Ketelaer P: Assistive technology to improve PC interaction for people with intention tremor. J Rehabil Res Dev 2001; 38: 235-243
- 15) Foerster F, Smeja M: Joint amplitude and frequency analysis of tremor activity. Electromyogr Clin Neurophysiol 1999; 39: 11-19
- 16) Gironell A, Kulisevsky J, Barbanj M, Lopez-Villegas D, Hernandez G, Pascual-Sedano B: A randomized placebo-controlled comparative trial of gabapentin and propranolol in essential tremor. Arch Neurol 1999; 56: 475-480
- 17) Habib-ur-Rehman: Diagnosis and management of tremor. Arch Intern Med 2000; 160: 2438-2444
- 18) Hallett M: Overview of human tremor physiology. Mov Disord 1998; 13 Suppl 3: 43-48
- 19) Hallett M: Classification and treatment of tremor. JAMA 1991; 266: 1115-1117
- 20) Jankovic J, Frost JD Jr: Quantitative assessment of parkinsonian and essential tremor: clinical application of triaxial accelerometry. Neurology 1981; 31: 1235-1240
- 21) Matsumoto JY, Dodick DW, Stevens LN, Newman RC, Caskey PE, Fjerstad W: Three-dimensional measurement of essential tremor. Mov Disord 1999; 14: 288-294
- 22) McAllister RG Jr, Markesbery WR, Ware RW, Howell SM: Suppression of essential tremor by propranolol: correlation of effect with drug plasma levels and intensity of beta-adrenergic blockade. Ann Neurol 1977; 1: 160-166
- 23) Obwegeser AA, Uitti RJ, Witte RJ, Lucas JA, Turk MF, Wharen RE Jr: Quantitative and qualitative outcome measures after thalamic deep brain stimulation to treat disabling tremors. Neurosurgery 2001; 48: 274-281; discussion 281-284
- 24) Sanes JN, Hallett M: Limb positioning and magnitude of essential tremor and other pathological tremors. Mov Disord 1990; 5: 304-309
- 25) Swaine BR, Sullivan SJ: Reliability of the scores for the finger to-nose test in adults with traumatic brain injury. Phys Ther 1993; 73: 71-78