

손가락 힘 통제 특성에 기반한 운동의지장애의 정량적 평가 방법



정기효¹, 이민정¹, 서상원², 이병화², 김은주², 유희천¹, 나덕렬²

¹ 포항공과대학교 인간공학 설계기술 연구실

² 성균관의대 삼성서울병원

목 차

- 운동의지장애의 개관
- 연구의 목적
- 장애의 정량화 방법
- 평가 적용 사례: 뇌교량 손상 환자
- 토의



운동의지장애의 정의

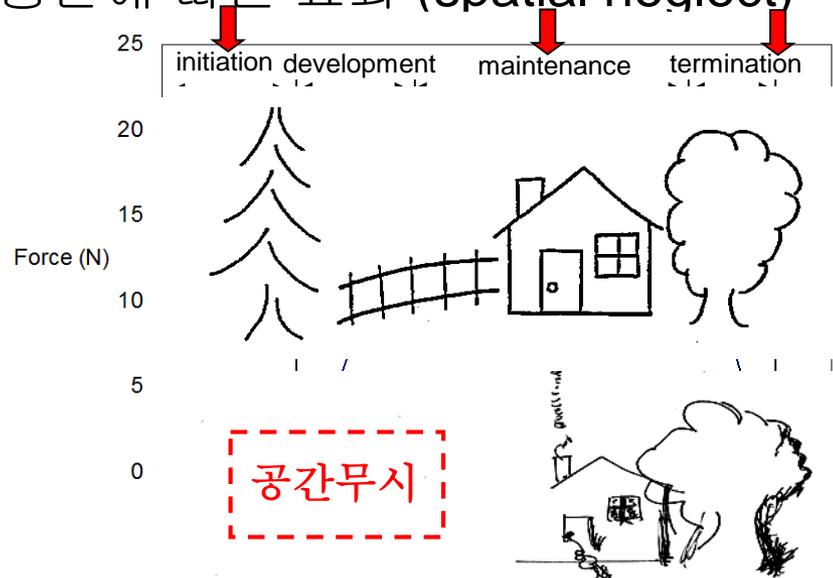
- 기본적인 운동기능에 장애가 없음에도 불구하고 **운동의지의 결여**로 인해 신체를 **움직이지 않으려 하는 장애**
- 뇌의 손상으로 한쪽 손에 마비가 있는 환자가 운동기능에 전혀 장애가 없는 다른 손도 움직이지 않으려는 하는 증상
- 전두엽(frontal lobe) 부위의 손상으로 알려져 있고, 우반구 손상 환자에서 주로 나타남

운동의지장애의 유형

□ 장애의 세 가지 유형(Heilman, 2004)

- 운동 결여증(hypokinesia) ⇒ 신체 동작의 시작 지연
- 운동지속 불능증(motor impersistence) ⇒ 신체 동작의 유지 불안정
- 운동 보속증(motor perseveration) ⇒ 신체 동작의 종결 지연

□ 운동 공간에 따른 효과 (spatial neglect)



정량적 장애 평가 방법 필요성

- 임상가에 의한 환자의 행동 관찰을 통해 운동의 지장애의 유무만을 진단 (Heilman, 2004)

장애	진단 방법
운동 결여증	오른손에 자극을 주면 왼손을 들어올리는 task를 통해 동작 시작의 지연을 관찰 하여 진단
운동지속 불능증	일정시간(예: 20초) 동안 환자의 눈을 감게 하여 지속 여부를 관찰 하여 진단
운동 보속증	반복적인 그림(Luria loop)을 그리게 한 후 중복 여부를 관찰 하여 진단

 장애의 심각성 진단과 뇌의 선별 장애의 정량적 평가 방법



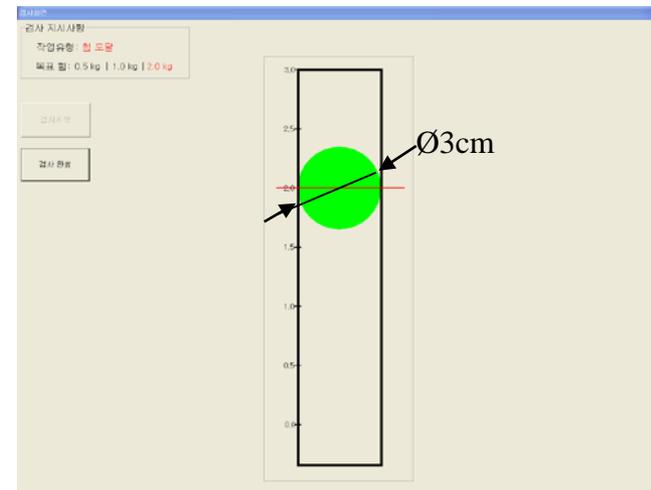
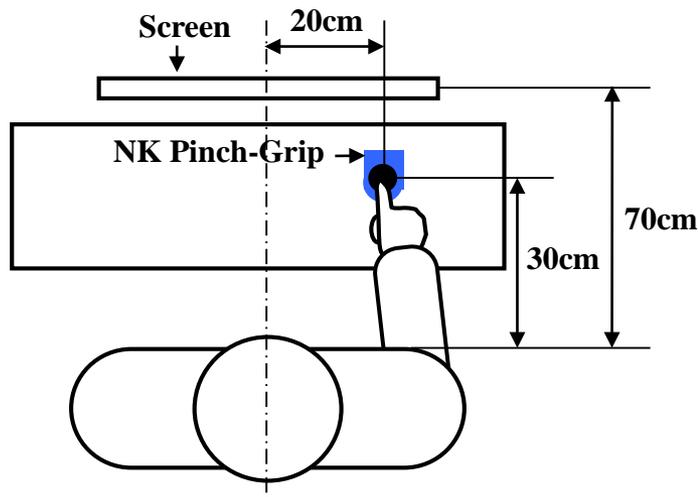
상 연구를 위한 운동극면

연구의 목적

- 
- 손가락 힘 통제 특성에 기반한 힘 발휘 국면 별 운동의 지장애의 정량적 평가 방법 개발
 - 발휘 힘 및 반응시간 측정 시스템 구성
 - 힘 통제 특성 정량화 척도 개발
 - 뇌교량(corpus callosum) 손상환자의 평가 적용

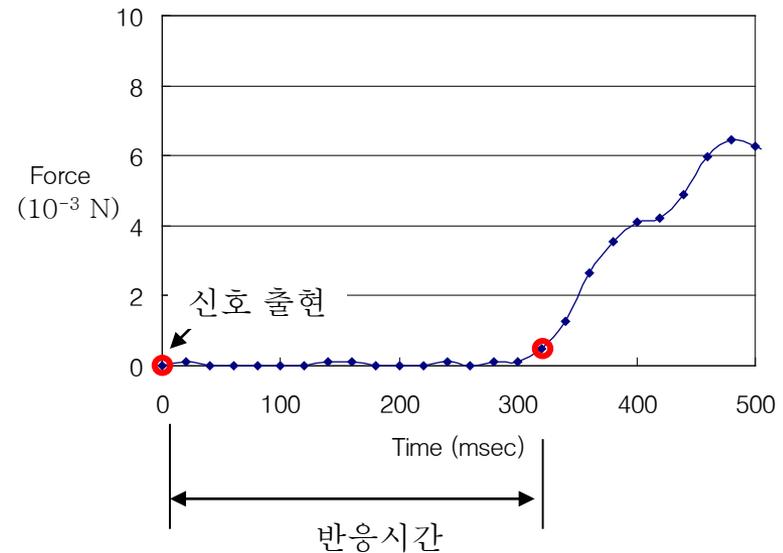
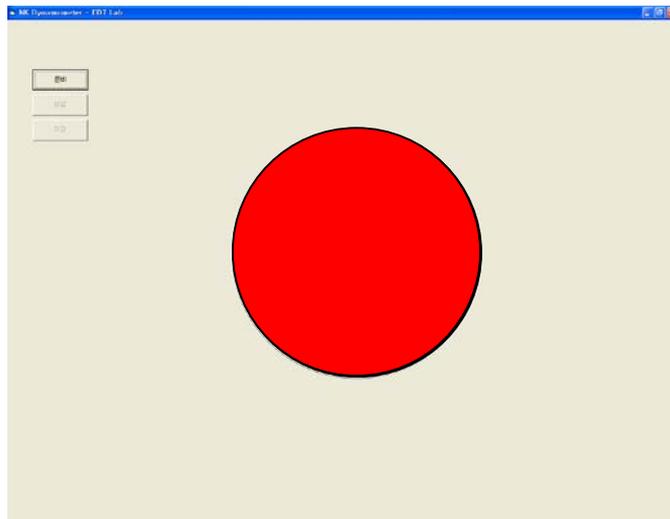
힘 통제 특성 측정 시스템

- NK Pinch-Grip™ (precision = 0.098N, sampling rate = 50Hz) 을 사용하여 손가락 발휘 힘 및 반응시간 측정
- Screen을 통해 실험 지시 사항 및 visual feedback 제공



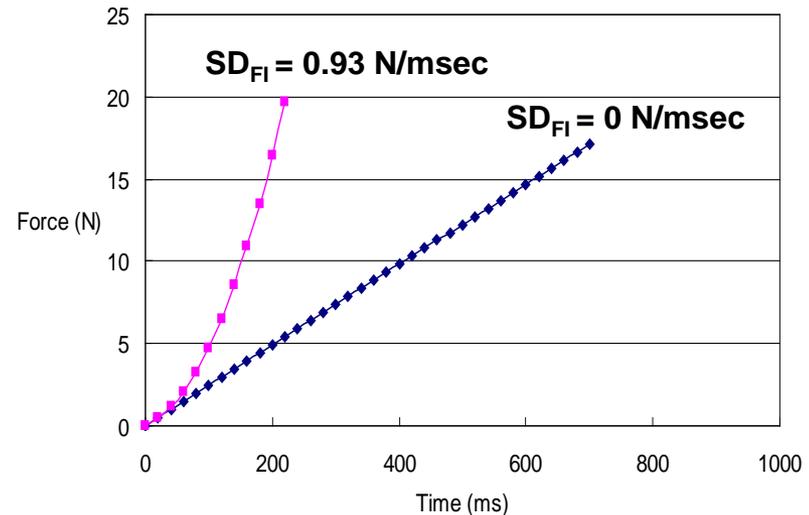
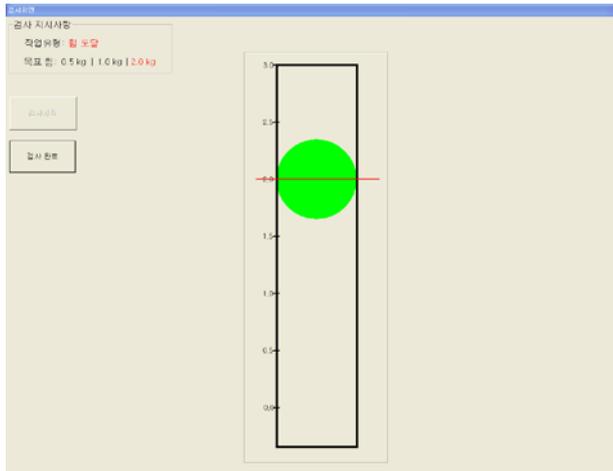
힘 발휘 시작 (force initiation)

- 피실험자가 검지손가락을 NK Pinch-Grip 위에 약 1cm 이내로 위치하고 있다가 신호가 제시되면 **최단 시간 내에 NK Pinch-Grip 버튼을 누르는 작업**
- 평가 척도
 - 반응시간: 신호 출현부터 NK Pinch-Grip 버튼을 누르는데 걸리는 시간



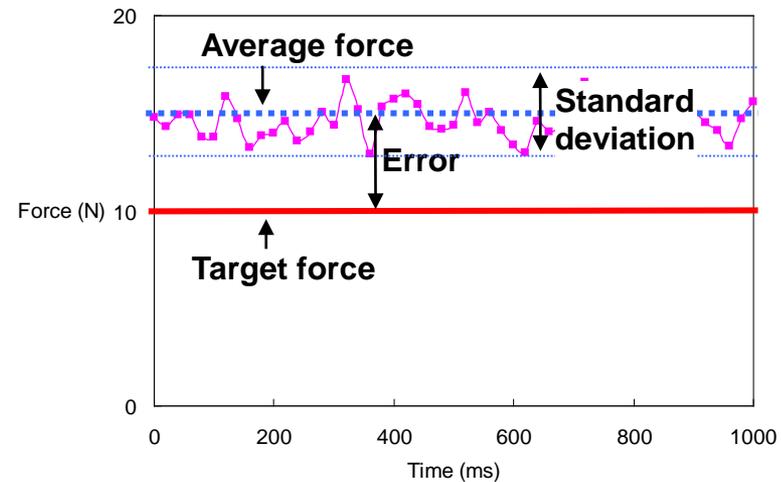
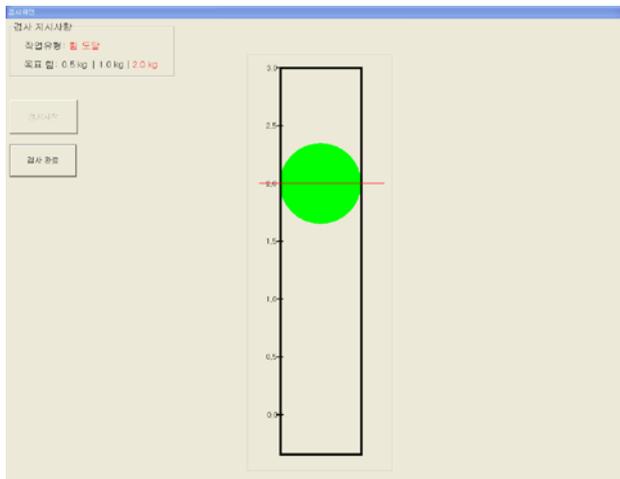
힘 발전 (force development)

- NK Pinch-Grip 버튼에 힘을 가하여 **최단 시간 내에 목표 힘 수준(예: 9.8N)에 도달하는 작업**
- 평가 척도
 - 도달시간: 목표한 힘 수준에 도달할 때까지 소요된 시간
 - 힘 증가분 표준편차(힘 증가 패턴): 힘 발휘 증가분에 대한 표준편차



힘 유지 (force maintenance)

- NK Pinch-Grip에 지정된 일정 수준의 힘(예: 9.8N)을 일정 시간 동안(예: 10초) 지속적으로 가하는 작업
- 평가 척도
 - 오차: 목표 힘과 유지 힘 평균의 차이
 - 표준편차: 유지 힘의 표준편차

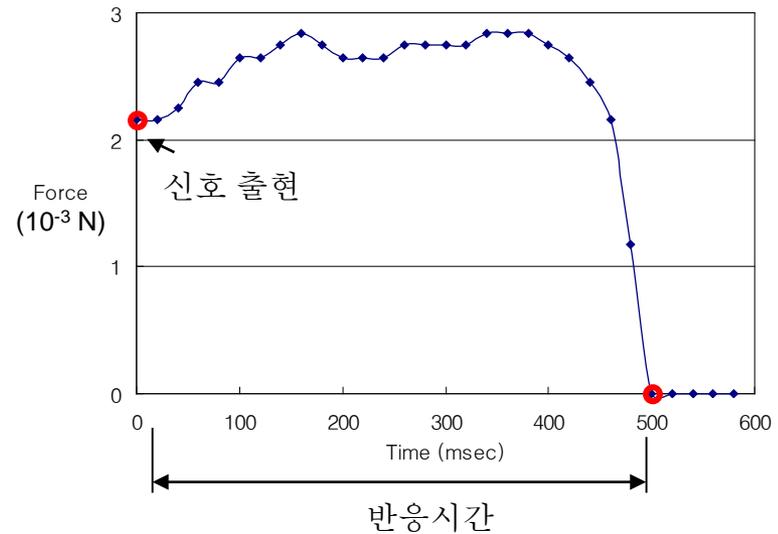
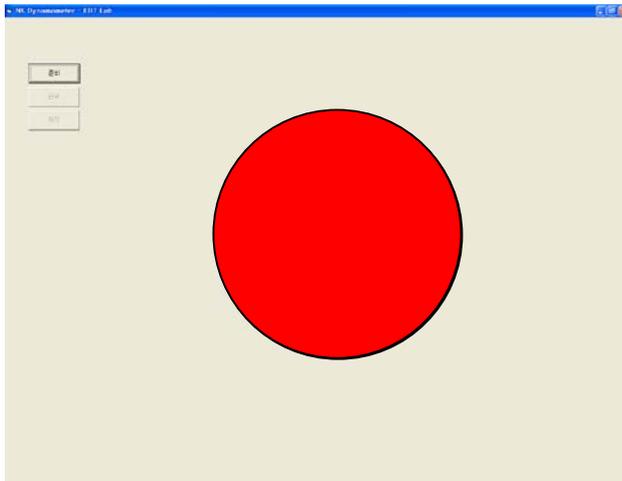


힘 발휘 종결 (force termination)

□ NK Pinch-Grip을 누르고 있다가 신호가 제공되면 버튼에서 손을 떼는 작업

□ 평가 척도

- 반응시간: 신호 출현부터 NK Pinch-Grip 버튼을 떼는데 걸리는 시간



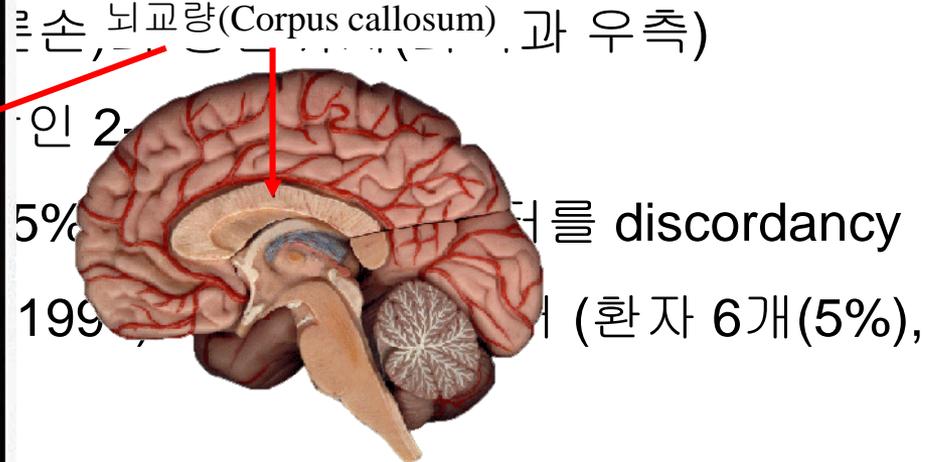
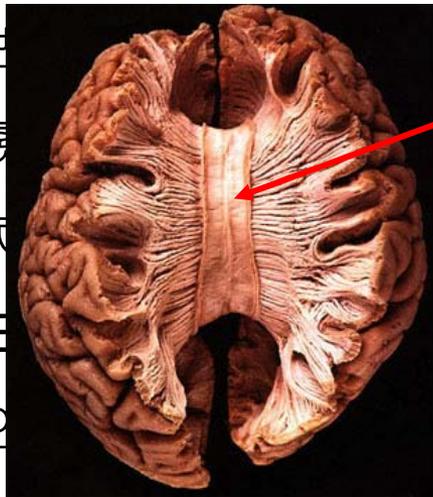
뇌교량 손상 환자 평가

□ 평가 대상자

- 뇌교량(corpus callosum) 손상환자 (66세 남성; 최대 힘 왼손 =225N, 오른손=245N)
- 정상인 그룹 (60대 남성 6명; 최대 힘 왼손=255N, 오른손=265N)

□ 평가 방법

- 독립변수: 왼손, 뇌교량(Corpus callosum), 과 우측)
- 반복측정: 인 2-
- 이상치: 5% 이상치를 제거하여 discordancy test (E)를 실시함 (환자 6개(5%), 정상인 6개(50%))



뇌교량 손상 환자 실험 장면



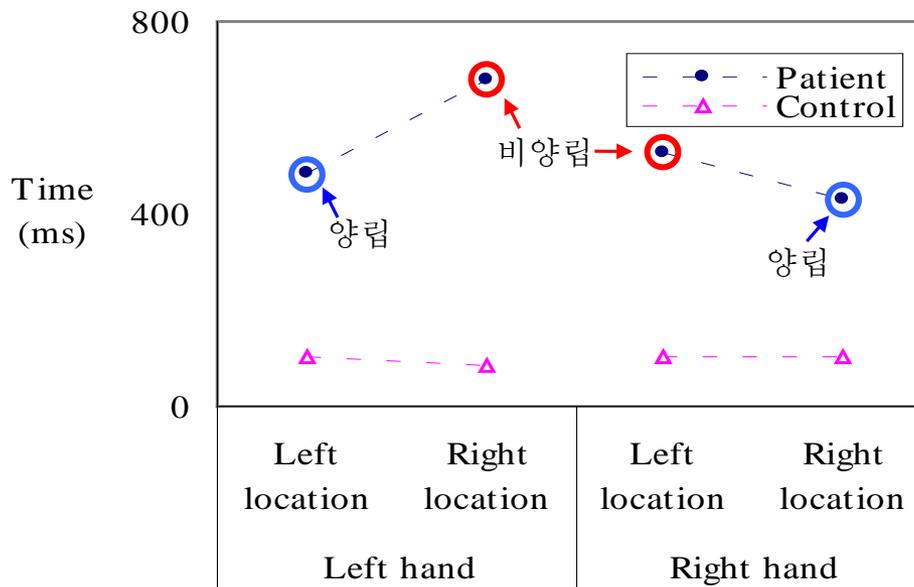
정상인과 환자의 힘 통제능력 비교

- 환자는 정상인 대비 **현저한 힘 통제 능력 저하**를 보임
- ANOVA 분석 결과, 정상인은 손과 공간위치에 따른 수행도가 일정하나, 환자는 **손과 공간위치의 효과가 유의**하게 나타남

힘 발휘 국면	평가 척도	정상인 대비 비율(표준편차)
시작	반응시간	4.6 (4.2)
발전	도달시간	28.4 (20.3)
	힘 증가분 표준편차	0.3 (0.3)
유지	오차	16.7 (9.7)
	표준편차	6.9 (9.5)
종결	반응시간	5.3 (4.5)

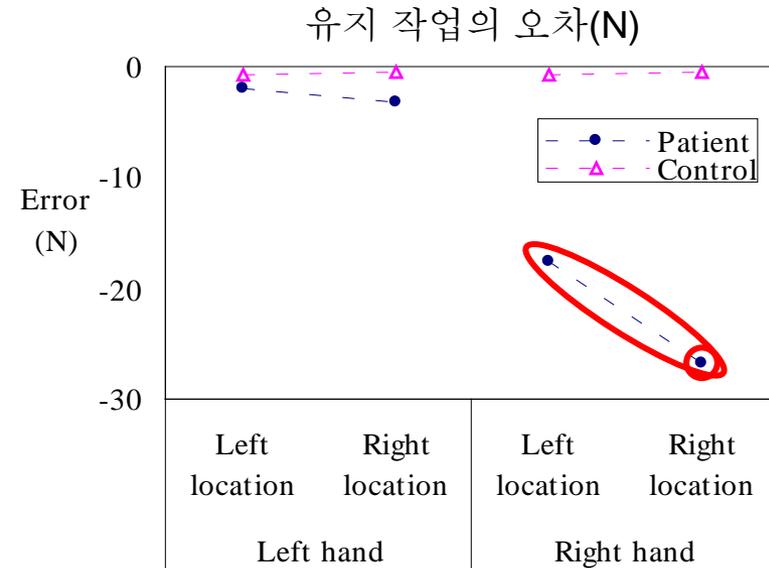
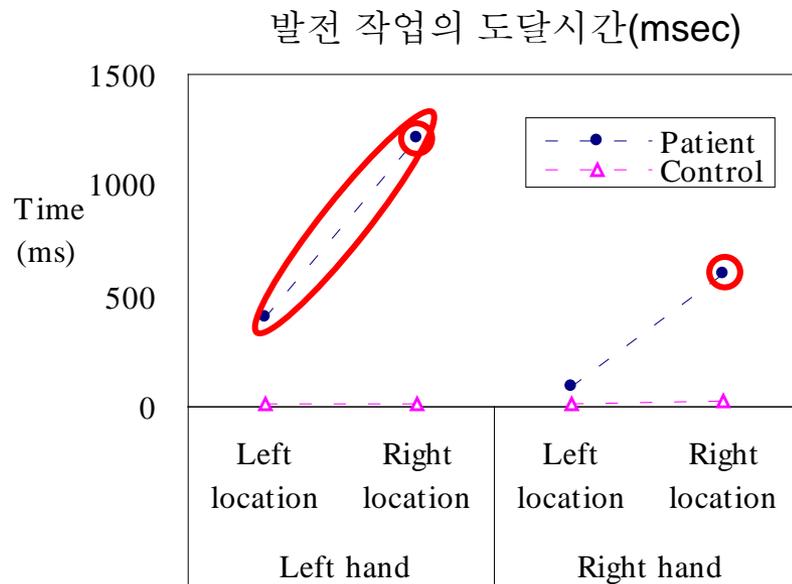
힘 발휘 시작 및 종결

- 손과 공간이 **비양립**할 때(오른손-좌측공간, 왼손-우측공간) 반응시간이 길게 나타남($p=0.04$)
- **왼손-우측공간**에서 가장 큰 운동 기능의 저하(환자: 523msec, 정상인: 83msec)를 보임



힘 발전 및 유지

- **우측 공간**의 힘 통제 능력이 발전($p < 0.001$)과 유지($p = 0.034$) 작업에서 동일하게 유의한 저하를 보임
- 발전은 왼손($p = 0.008$), 유지는 오른손($p < 0.001$)의 힘 통제 능력이 더욱 저하되어 **손에 대해 대립**되는 결과를 보임



신경회로망 특성 연역에의 활용

- 힘 발휘 국면 별 힘 통제 능력을 분석하여 **뇌의 신경회로망 특성 연역 가능**

힘 발휘 국면	운동 능력 저하					
	손		공간위치		교호작용	
	왼손	오른손	좌측	우측	양립	비양립
시작	○					○
발전	○			○		
유지		○		○		
종결						○

토 의

- 힘 통제 능력에 기반한 **운동의지장애의 정량적 평가**
방법 개발

- 힘 통제 능력 정량화를 통해 **뇌의 신경회로망 특성**
분석

- 임상 실용화를 위한 추후 연구
 - 힘 발휘 국면 별 정상인에 대한 표준 자료 구축
 - 장애의 심각성 수준을 평가하는 모델 개발 (MRI
결과 활용)

Q & A

경청해 주셔서 감사합니다.

