

한국신경재활학회 2020' 추계학술대회



일 시: 2020년 11월 28일(토)

참여방법: 실시간 온라인(zoom)

학술대회 일정

시간	내용
15:00~15:10	접수
15:10~15:20	학회장 인사말
15:20~16:00	<특강-1> 강사: 박세진 박사(한국표준과학연구원) 제목: 지능형 건강 모니터링 플랫폼과 서비스
16:00~17:00	<논문 발표> 1. 강태우(우석대학교 물리치료학과) 제목: 지역사회에 거주하는 만성 뇌졸중 환자들이 경험하는 보행과 제에 관한 연구 2. 이장태(건양대학교 대학원) 제목: 전신 전기근육자극 치료가요통 환자들의 근력, 통증 및 관절가동범위에 미치는 영향 3. 김성태(백석대학교 대학원) 제목: 이중과제 후방보행프로그램이 만성 뇌졸중 환자의 보행과 균형에 미치는 영향
17:00~17:10	질의응답
17:10~17:20	휴식
17:20~18:10	<특강-2> 강사: 김종만(한국신경재활학회 명예회장) 제목: 뇌졸중 재활에서 동작관찰훈련의 임상적 적용
18:10~18:50	정기총회(학술 사업 및 성과 보고)
18:50~19:00	폐회

2020 한국신경제활학회 추계학술대회

지능형 건강 모니터링 플랫폼과 서비스

2020. 11. 28.

박세진


한국표준과학연구원 융합사업팀장
한국과학기술연합대학원대학교 의학물리학과 교수




1 4차 산업혁명과 헬스케어

의료 패러다임의 변화


의료패러다임의 변화



빅데이터 (대기)



인공지능



정밀의료


의료산업은 다양한 데이터를 축적
→ **의료의 새로운 가능성이 열리고 있음**

인간 유전체 정보의 해독과 개인건강기록 연결
→ **맞춤, 정밀의료 가능**

모바일 기기를 이용한 개인의 건강데이터 수집
→ **다양한 의료서비스가 출현**

4차산업혁명이 의료산업에 미친 영향 -자동화-


- 의료행위에 인공지능 기술이 활용되면서 인간의(의사)에 의존 하였던 기존 의료 행태가 자동화됨.
 - IBM의 왓슨은 인공지능 자연어 처리를 위한 슈퍼컴퓨터로 의학 분야에 도입되어 암의 진단 및 처방 유전체 분석 등에 보조수단으로 활용중
 - 왓슨의 암에 대한 진단 수준은 전공의 수준으로 평가되고 있으며, 현재도 여러 의학지식을 학습하면서 진단 정확도를 높이고 있음.
 - Frost&Sullivan은 의료 인공지능 시장규모가 2014년 6.3억 달러에서 연 평균 40%씩 증가하여 2012년에는 10배 이상인 66.6억 달러에 이를 것으로 전망
- 진단처방에 있어 인공지능은 기존의 오진율을 대폭 감소시키고, 신뢰성을 확보하는 방향으로 발전하고 있음.
 - 일본의 오진율이 약 30% 정도로 추정되고, 세계최고 수준의 의료 기술을 보유한 미국에서도 1차 진료 오진율이 약 20%에 이릅니다.
 - 오진율이 가장 높은 질병은 암이며, 이중 판독오류에 의한 오진 건수는 전체의 33.6%
 - 인공지능 기반 이미지 인식기술은 인간의 판독 정확도를 넘어섰으며, 인간과 비교가 되지 않는 학습속도로 발전하고 있어 정확도는 날로 높아질 것임.



의료인공지능 시장규모 전망 (단위: 백만달러)

연도	시장규모
2014	633.8
2020	6662.2

CAGR 18.9%



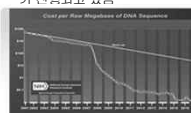

합 오진 원인별 비중

원인	비중
판독오류	33.60%
추가검사소홀	19.60%
검사(암)부적절	8.90%
수술잘못	6.30%
상처	5.60%
검사결과 오진	2.70%
의사실수	1.20%
기타	5.00%

4차산업혁명이 의료산업에 미친 영향


-의료 정밀화-

- 개인 유전체 분석 및 ICT 기술의 발전과 더불어 의료서비스는 보다 정밀화되고 맞춤화 될 것.
 - 기존에는 고비용으로 활용될 수 없었던 개인의 유전체 정보에 대한 접근이 쉬워지면서 향후에는 환자 개인에게 최적화된 맞춤치료가 가능
 - 70억 달러에 육박하던 DNA 시퀀싱 분석비용이 10년간 급격히 하락하여 수년 내 100달러에 이를 것으로 전망되는 등 유전체 분석이 대중화 될 전망
 - 이러한 개인의 유전체 정보와 진료정보, 생활습관 등 관련데이터를 통합분석하여 치료 효과를 높이고 부작용을 낮추는 정밀 맞춤 의료기 보편화 될 것
- 의료기기 분야에서는 3D 프린터를 활용하여 환자의 신체구조에 맞는 인공뼈나 인공관절을 제조하는 사례가 늘어나고 가까운 미래에는 인공으로 인체조직이나 장기까지 제조하는 3D바이오프린터 상용화 될 것.
 - 시장조사 전문기관 Markets. &Markets는 글로벌 의료용 3D프린팅 시장규모가 2017년 0.75억 달러에서 연평균 17.5% 증가하여 2022년에는 18.8억 달러로 성장할 것으로 전망
 - 3D 스캐닝으로 개별환자의 환부를 촬영하고, 3D프린터를 통해 인공뼈, 인공관절 등을 제조할 수 있어 환자의 신체구조에 따른 개인맞춤의료 가능
 - * 최근에는 살아있는 세포에 대한 적용 조형이 가능한 3D 바이오프린터가 개발되어, 이를 인공 간, 근육, 혈관 등에 적용하는 연구가 진행되고 있음

-의료 일상화-

- 모바일 기기와 IoT 기술이 발전하면서 의료서비스는 치료중심에서 예방중심으로 변화하고 일상화될 전망. 시간과 장소에 구애 받지 않고, 일상적으로 개인의 건강을 관리할 수 있도록 ICT 기술이 의료분야에 빠르게 적용되고 있음.
 - 벤처스타업을 비롯한 애플, 삼성과 같은 초대형 기업에서도 건강관리 서비스를 제공하고 있음
 - 병원에서도 개인의 건강정보를 통해 다양한 형태의 맞춤형 서비스가 출시되고 있으며, 개인, 병원의 커뮤니케이션을 통해 다양한 일상 건강관리 서비스 제공될 것
 - 건강에 대한 모니터링과 각종 질환 예측 기술의 향상과 원격진료, 인공지능을 통한 실시간 관리가 가능해지면서 의료서비스의 질은 날로 향상될 전망
- 인구 고령화로 인한 만성 질환문제가 사회적 이슈로 대두되면서 질환예방관리를 위한 서비스는 더욱 보편화 될 것임.
 - 65세 이상 노인의 의료비 지출액이 국가 의료비 지출액의 40%에 육박하는데 있어 주요 요인은 만성질환이고, 이에 대한 예방 관리는 국가 경제적으로 매우 중요함.
 - 65세 이상 노인 1인당 의료비 지출전망: (15년)367만원 (2045)592만원 (30년)760만원
 - 의료 기술과 ICT 기술이 융합하여 일상화된 건강관리 서비스는 고령사회를 대비하는 중요한 수단으로 발전할 전망



65세 이상 노인 1인당 의료비 지출액 전망 (단위: 만원)

연도	지출액
2016	357
2022	459
2025	591
2030	760

CAGR 5.2%

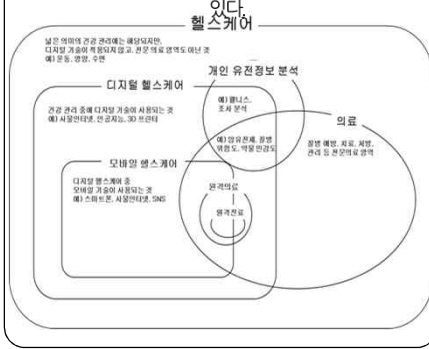
(자료: 국민건강보험공단)

헬스케어와 의료기기의 혁신

헬스케어 가치영역의 확장 디지털 헬스케어의 요구 증대

“산업변화에 따라 신기술과 신산업이 등장하여 의료기기 분야에서도 새로운 제품 개발뿐만 아니라 서비스의 결합, 의료에서 일상생활의 접목이 이루어지고 있다.

“헬스케어 가치영역이 확장되고 있으며, 기존의 의료기기 디지털 헬스케어가 포함되고 있다.



융·복합되고 진보된 신개념 의료기기 질병의 조기진단 및 치료 발전을 선도

“3D Printing 의료기기”, “ICT 기반 의료기기”, “로봇 의료기기”, “신소재 의료기기”



3D Printing 의료기기
두개골 임플란트

ICT 기반 의료기기
개인용 심전도 측정기,
안압측정기, 관상동맥진단기

로봇 의료기기
혈관치료용 마이크로 로봇

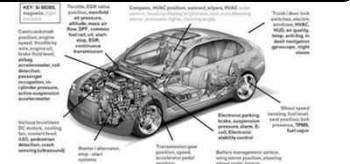
신소재 의료기기
물 속에서 녹는 금속 나사,
(국내에서 세계 첫 허가)

출처: http://www.yoonsupchou.com/2017/05/24/gi_medic_in_kr/

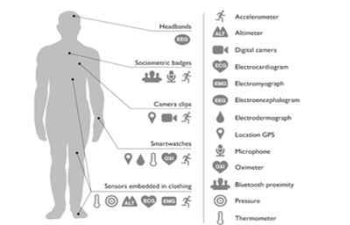
예방의학 실현

복잡 다양한 센서, IoT 디바이스와 인공지능을 이용한 예방의학 실현

자동차에 내장된 수많은 센서들은
자동차를 지속적으로 모니터링 하고 있다.



인간도 웨어러블 센서의 발달로 다양한 데이터의
지속측정 가능해졌다 (PlosMedicine)



출처: <http://www.yoonsupchou.com/>, <https://blog.cardiogr.am/what-do-normal-and-abnormal-heart-rhythms-look-like-on-apple-watch-7123bda8e6c4>

웨어러블 디바이스의 가능성 창출 웨어러블 디바이스로 예측할 수 있다!

❖ 혈당관리

- 일반적인 혈당계는 손가락에서 피를 내어서 혈당을 측정하기 때문에 불편할 뿐만 아니라 순간 혈당을 측정하는 것에 불과함.
- 메트로닉 맥스콤 등의 연속 혈당계가 사용되면서 지속적인 측정이 가능해졌음.
- 메트로닉은 BGM 왓슨이 몇 시간 뒤의 혈당 변화를 예측해주는 슈가아이큐 앱 발표(2시간에서 4시간 이후의 혈당율 AUC 90% 이상 정확도 예측)

❖ 애플워치로 부정맥 예측

- 2017년 5월 카디오그램(실리콘밸리의 스타트업)은 UCSF 캘리포니아 대학교 샌프란시스코와 의공대 연구를 통해 애플워치로 측정된 심박수를 통해 정상인과 심방세동 환자를 정확하게 구분할 수 있다는 것을 보여줌
- 딥러닝 기반 인공지능을 활용하여 정상인과 심방세동 환자의 구분이 AUC 97%로 매우 높게 나타남
- 이후 워치 역시 2017년 8월 심방세동을 측정하는 기능을 개발중이라고 밝혔으며, 애플 역시 스탠퍼드 대학 및 원격의료 회사인 아메리칸웰(America's Well)과 함께 연구 진행 중

❖ 그외: ZO, 등




Atrial Fibrillation, an irregularly irregular heart rhythm, looks random when measured on an Apple Watch.


Internet of Everything (IoE)

산업혁명 수준의 커다란 변화가 밀려오고 있고 그 중심에 IoE가 있다!


“IoE와 인공지능: 4차 산업혁명 태동” -슈바프
 “미래 유망산업으로 IoE선정” -프레이
 “IoE는 비즈니스 혁신의 동인” -리프킨



세계경제포럼 회장
클라우스 슈바프




구글 선정 미래학자
토마스 프레이




세계적 미래학자, 제레미 리프킨

초연결 혁명에서 국가사회 현안 해결의 과학기술 솔루션 ... IoE!


(현재)연결가능한 사물의 1% 미만 연결
 → (향후)99% 연결 시 모든 서비스 분야에
 파괴적 혁신 유발



공공
대규모 서비스 혁신




산업
생산성 향상
부가가치 혁신



개인
삶의 질 향상
(인간 능력 증)

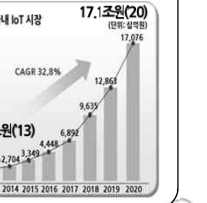
(국내외 IoT 시장규모, STRACORP, '14)

세계 IoT 시장



1조\$(20)
(단위: 십억달러)
CAGR 26.21%

국내 IoT 시장



17.1조원(20)
(단위: 십억원)
CAGR 32.8%

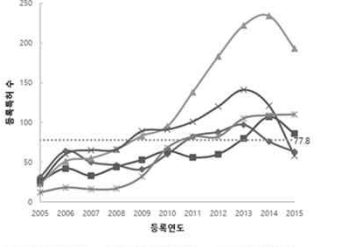
7

인공지능의 등장과 의료

인공지능의 발전과 의료 인공지능을 어떻게 받아들일 것인가

“의료 인공지능은 앞으로 더욱 발전할 것이며 발전속도는 갈수록 더욱 빨라질 것이다.”
 “의료 인공지능에 대한 지나친 기대와 환상은 금물이지만, 그 영향력을 무시하거나 배척하는 것도 결코 현명한 일은 아닐 것이다.”

[인공 지능 기술 분야 - 세부 기술 분야별 미국 특허 등록 동향]




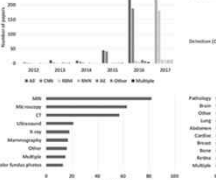
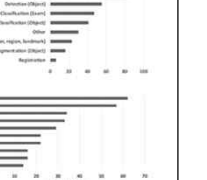
동향연도	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
세부 기술											
기타 인공 지능 기술	31	64	50	46	41	60	82	88	97	76	63
모형링 및 학습 기술	26	42	33	44	53	64	56	60	80	107	86
이미지 처리 기술	23	51	55	66	83	95	138	183	222	234	193
자연어 처리 기술	24	60	65	66	89	91	101	120	141	121	58
주론 및 이해 기술	12	18	16	17	32	68	82	82	105	109	110

빅데이터 분석을 통한 예방, 예측 의료 인공지능을 이용한 예방의학 실현!

“영상의학과 전문의를 양성하는 것은 당장 그만두어야 한다.
 5년 안에 딥러닝이 영상의학과 전문의를 능가할 것은 자명하다.”

[토론토 대학의 제프리 힌튼 교수]



딥러닝을 활용한 영상의료 데이터 분석연구의 현황

* 출처: <http://www.yoonsupchoi.com/2017/08/08/ai-medicine-4/>

8

FDA의 문제인식과 혁신

FDA의 규제혁신 배경과 FDA 문제 인식

- ❖ 균형적의료기기규제의중요성과어려움
 - 지나치게높은규제효율적기술혁신및환자의적시수혜저해
 - 지나치게낮은규제안정성과효과성증명이부족한기술의출시
→환자의피해발생
- ❖ 더욱커지는의료기기규제의어려움
 - 폭발적인기술발전: FDA의규제역량이기술발전을따라가지못함
 - Medical Device의범부확대
 - 기존하드웨어의료기기의범주에들어가지않는의료기기의등장
 - SaMD(Software as a Medical Device)의등장, 앱, 인공지능, 클라우드 등
- ❖ 디지털헬스케어기술혁신
 - 환자외소비자들의자신의건강에대한결정권을가지도록empowering
 - 전통적인의료환경에서의질병예방, 조기진단, 만성질환관리가능
 - SW와technology로더효율적인료, 치료, 진료기록 저장공유가능
- ❖ 디지털헬스케어에대한FDA의기존규제의문제
 - FDA의전통적인규제방식의부적합성
 - Moderate/higher hardware based medical device 규제는 software based 기술의 faster iterative design, development, validation이 부적합
 - 기존의 premarket requirements는 SW기 술발전과 patient access에 방해
 - 따라서 보다 efficient & risk-based approach 필요

FDA 혁신 실천

Scott Gottlieb, MD (FDA Director)

"FDA의 전통적인 의료기기 심사 기준은 새로운 종류의 의료기기 심사 에 적합하지 않다."
"디지털 헬스케어의 특성을 인식하고, 양질의 안전하면서도 효율적인 혁신을 장려해야 한다."
"우리는 규제의 개선을 통해 혁신을 장려해야 한다. 방해하는 것이 아니다."

- 2017년 7월 28일 FDA Center of Devices and Radiological Health (CDRH) 발표
- 새로운 디지털 헬스케어 기술/제품을 어떻게 규제할 것인지에 대한 혁신 플랜 제시

Digital Health Innovation Action Plan

Introduction
FDA's Center for Devices and Radiological Health (CDRH) puts patients at the forefront of our vision - one driven by timely patient access to high-quality, safe and effective medical technology.

From mobile medical apps and fitness trackers, to software that supports the clinical decisions doctors make every day, digital technology has been driving a revolution in health care.

This Digital Health Innovation Action Plan outlines our efforts to reimagine FDA's approach for ensuring that all Americans, including patients, consumers and other health care customers have timely access to high-quality, safe and effective digital health products. The plan lays out the CDRH's vision for ensuring digital health innovation while continuing to protect and promote the public health, including:

- Having processes in place to clearly set the medical software portions of the 21st Century Cures legislation;
- Launching an ongoing pilot prescription program to work with our customers to develop a new approach to digital health technology through a FDA Pre-Cert for Software; and
- Building FDA's bench strength and expertise in CDRH's digital health unit.

※ 출처: <http://www.yoonsupchoi.com/2017/08/24/ai-medicine-6/>

9

FDA의 문제인식과 혁신

What FDA have already accomplished

- ❖ Digital Health Program 개설
 - 디지털헬스케어개발자, 환자, 병원 관계형성과 협력장려
 - 규제 전략 정책 등에 대한 도움을 통해 투명성, 명확성 강화
- ❖ Digital Health 전담 부서 창설
 - CDRH 내부에 별도 조직인 "Digital Health Unit" (2017년 5월)

- ❖ 기존에 Class II 기로 관리되었던 CAD가 '암의 의심 병변을 찾아내는 목적'에 한해서 Class I 의료기기로 하향 조정 (2017. 7. 19)
 - "Radiological computer-assisted diagnostic (CAD) software for lesions suspicious for cancer"
 - by Center Insights의 QuantX라는 CAD 기기의 classification의 de novo request에 대한 결정
- ❖ Quantitative Insights of QuantX라는 CAD 기기의 classification의 de novo request에 대한 결정
- ❖ 여타 목적의 CAD에 대해서도 향후 영향을 미칠 수도 있을 것으로 예상

(참고)
인공 지능 의료기기에 대한 최근 규제 완화

FDA concludes that this device, and substantially equivalent devices of this generic type, should be classified into Class II. This action, therefore, classifies the QuantX, and substantially equivalent devices of this generic type, into Class II under the generic name "Radiological computer-assisted diagnostic (CAD) software for lesions suspicious for cancer."

FDA identifies this generic type of device as "Radiological computer-assisted diagnostic (CAD) software for lesions suspicious for cancer."

A radiological computer-assisted diagnostic (CAD) software for lesions suspicious for cancer is an image processing device intended to aid in the characterization of lesions on mammography, computed tomography (CT), or contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI) scans. The device characterizes lesions based on features or relationships between the lesions and the surrounding tissue. The device is intended to be used for diagnostic and patient management clinical uses.

※ 출처: <http://www.raps.org/Regulatory-Focus/news/2017/05/04/27484/FDA-IG-Create-Digital-Health-Unit/>
<https://www.youtube.com/watch?v=UR5t9mS8vk>, https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf17/DEN170022.pdf

10



2 지능형 건강 모니터링 플랫폼과 서비스

현안문제

초고령화와 의료비 증가

고령자 인구증가

2026년 '초고령화 사회 진입'

- 고령자 인구 비중의 증가(2030년 25%, 현재의 2배)
- 2050년 초고령화 사회 진입
- 연령별 점유율 변화

U.C. Census Population Division

	KOREA	FRANCE	U.S	U.K	JAPAN
Aging society	2000	1864	1942	1929	1970
Aged Society	2018	1979	2013	1976	1994
Super-aged Society	2026	2020	2028	2021	2006
Aging -> Aged	18	115	71	47	24
Aged -> Super-aged	8	41	15	45	12

※ 65세 이상 비율
- 7% : 고령화 사회
- 14% : 고령 사회
- 20% : 초고령 사회

국가별 초고령자 사회 진입시기

노인 진료비 등 의료비 증가

**고령자들의 '진료비·의료비' 증가
고령자의 주요 사망원인**

- 2016년 노인 진료비 증가(25조 2,692억 원)
- 2015년 뇌혈관질환에 의한 사망자 수는 전체 3위(326명)

국가별 초고령자 사회 진입시기 (단위: 억 원, %)

연도	진료비 (억 원)	구분비 (%)
2011	32.2	32.2
2012	33.3	33.3
2013	34.5	34.5
2014	35.5	35.5
2015	36.8	36.8
2016	38.7	38.7

통계청: 65세 이상 고령자 사망원인

사망원인	인원
암	803
심장질환	352
뇌혈관질환	326
폐렴	247
당뇨병	160

12

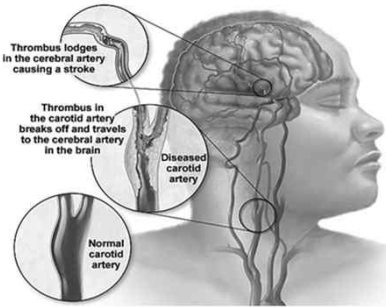
현안문제

Stroke

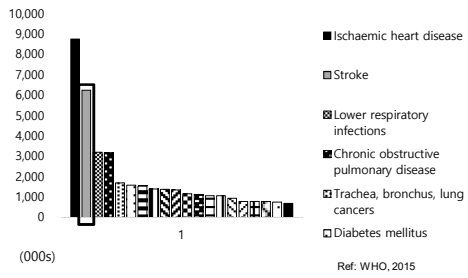
The World Health Organization (WHO) defines "A sudden onset of localized or complete brain malfunction that lasts for more than 24 hours or, in severe cases, leads to death, with no other cause other than cerebrovascular disease"

- Stroke is the second highest mortality
- 10 Chronic diseases are associated with stroke in the elderly people.
- Cerebrovascular diseases such as cerebral ischemia

Risk of Stroke



Global Top Causes of Death, 2015

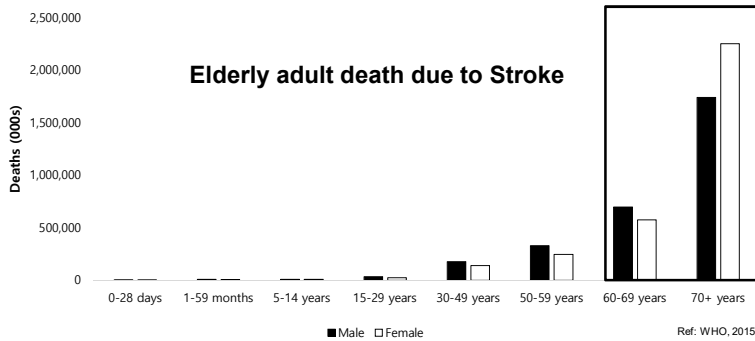


현안문제

Elderly adult death due to Stroke

- Elderly adults are most vulnerable to death due to stroke.
- After 60+ age level, risk of stroke increases significantly.

Deaths due to Stroke, 2015 (WHO Report)



현안문제

Steps after Stroke onset

- After stroke onset, it is important to restore blood flow to brain in order to prevent partial or full damage of brain.
- If stroked patient fails to attend hospital within 5 hours, 90% chance of failure to get treatment opportunity.
- If stroke patient attends hospital emergency room within one hour, patient can be cured completely.

Occurrence of Stroke onset

Transferring patient to hospital emergency room quickly

Stroke diagnostic and treatment

15

현안문제

Stroke onset during driving

J 중앙일보 VANCOUVER 운전 중 뇌졸중 운전자 사고 위기 모면

사건은 새벽 2시반 경, 고속도로에서 중형 트럭이 불안하게 주행하고 있는 것을 보고 운전자가 음주 상태인 것 같다는 신고 여러 건이 동시다발적으로 접수되었다.

현장 출동한 경찰은 최고 시속 100 킬로미터로 달릴 수 있는 도로에서 문제의 차량은 시속 20 킬로미터로 주행하고 있었다. 운전자는 53세 남성으로 얼굴 한쪽이 쳐져 있었고 경찰이 손을 내밀자 맞잡았는데 한 쪽 손에만 힘이 많이 들어간 상태였다.

경찰은 " 신고자들 덕분에 늦지 않게 치료를 받을 수 있었다 " 고 강조했다.

16

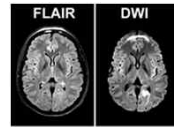
현안문제

Diagnosis Method: Wake-up Stroke

- Recent advances in brain imaging used to decide whether WUS started within 4.5 hours window.
- MRI carries the potential to identify patients likely to be within a time-window for thrombolysis (≤ 4.5 hours) by a specific MRI pattern.
- i.e., the mismatch between a visible lesion on diffusion weighted imaging (DWI) and a normal fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) image.

WAKE-UP Project: 278276

- Funder under: FP7-Health
- MRI based study



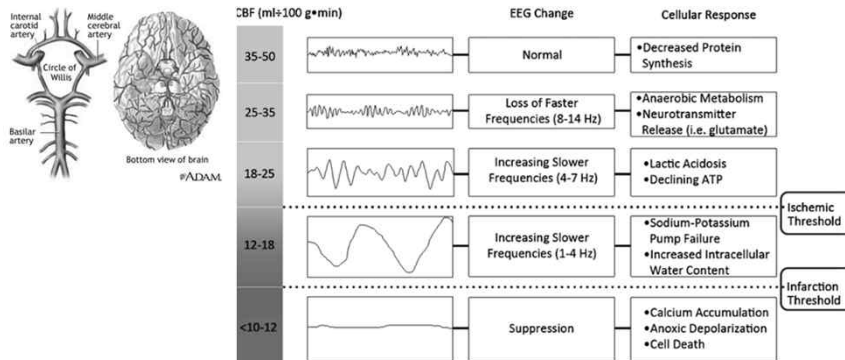
However, there is considerable disagreement among experts regarding the best brain imaging method (de Castro et al., 2016).

de Castro-Afonso, L. H., Nakiri, G. S., Pontes-Neto, O. M., dos Santos, A. C., & Abud, D. G. (2016). International Survey on the Management of Wake-Up Stroke. *Cerebrovascular diseases extra*, 6(1), 22-26.

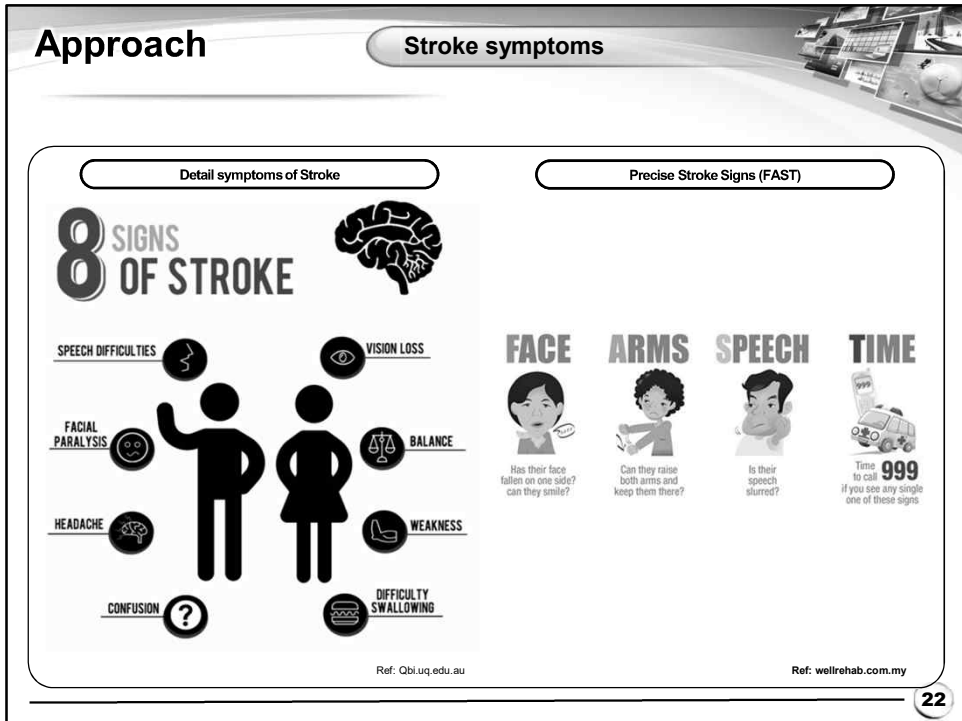
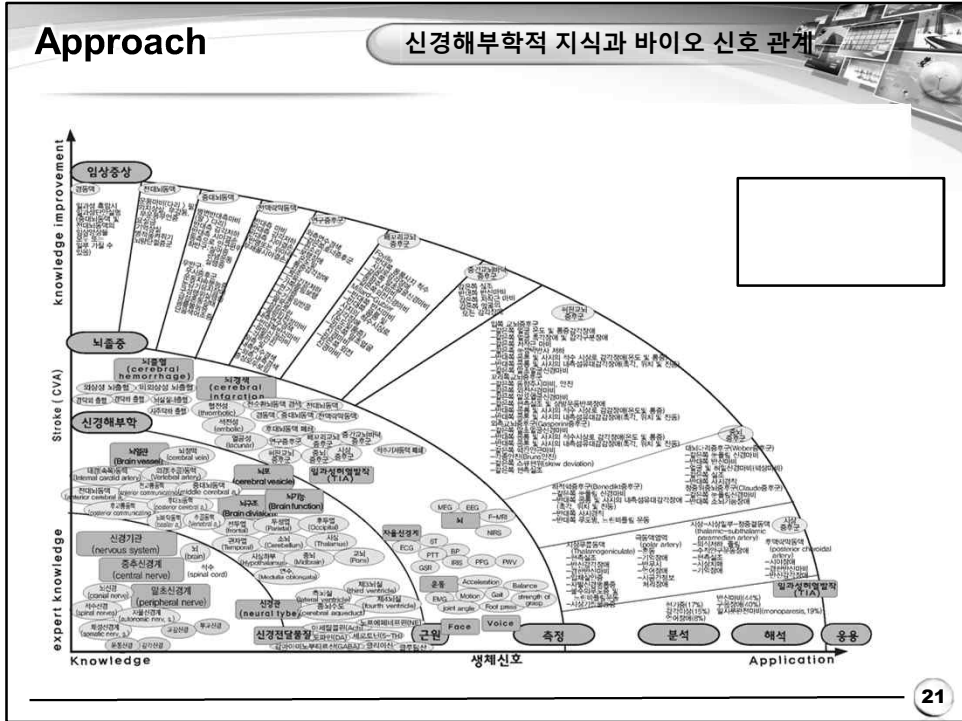
현안문제

Diagnosis Method: Wake-up Stroke

- Cerebral blood flow (CBF) is the blood supply to the brain in a given period of time.
- An average perfusion of 50 to 54 milliliters of blood per 100 grams of brain tissue per minute.
- EEG changes are closely tied to cerebral blood flow (CBF).



Foreman, Brandon, and Jan Claassen. "Quantitative EEG for the detection of brain ischemia." *Critical care* 16.2 (2012): 1.



Approach Stroke detection using bio-signal

- Physiological signals talks about health status (Normal or abnormal).
- Bio signals such as, ECG, EMG of Stroked person is different than normal person.
- Stroke monitoring algorithm is able to detect stroke by comparing normal person and stroke person data.

Fig. Comparison of ECG signal of stroke subject with reference normal subject for elderly drivers stroke monitoring system (B. GE. et. Al.)

Fig. Comparison of EMG data of stroke subject with reference control subject(normal person) for stroke monitoring system (R. D. Trumbower et. Al.)

23

Approach 지능형 건강 모니터링 시스템 디자인

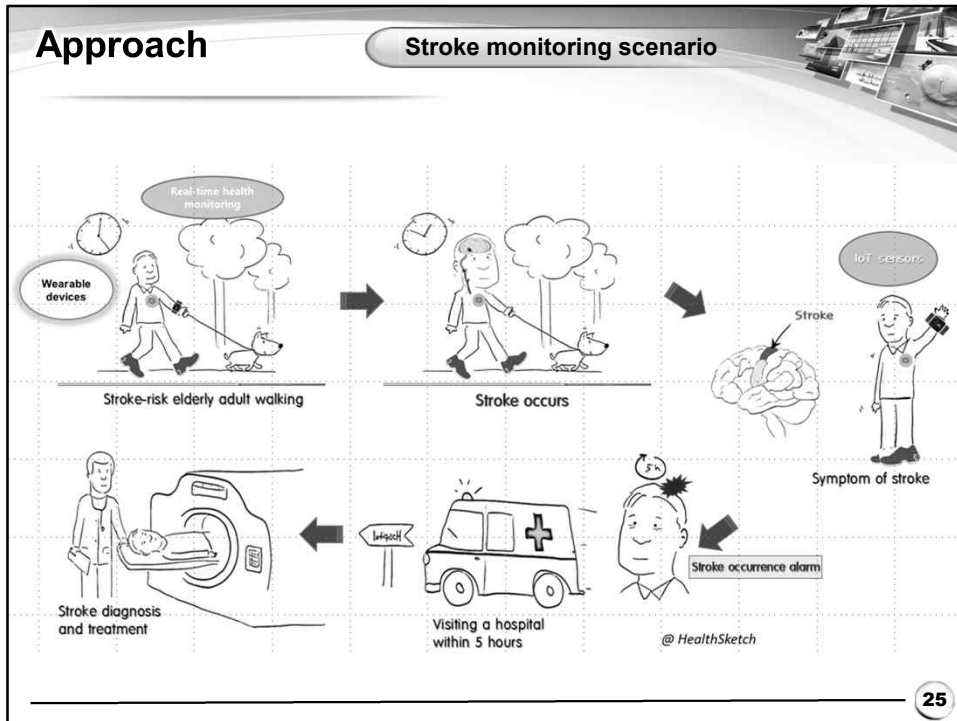
- Real-time health monitoring is key element for Stroke detection during regular activities.
- Sometimes Stroke happens for very short time and no symptoms after a while.
- Internet of Things(IoT) can monitor health in order to detect Stroke onset during regular activities.

Physiological Signals

Real-time Stroke Monitoring during regular activities

Measuring using wearable Device

24



개념 및 원리

- 인공지능 플랫폼을 연계하여 고령자의 뇌졸중 위험인자, 과거 건강기록, 의학지식 등 지식베이스와 연계하여 뇌졸중 발병 가능성(위험도) 및 위급상황을 조기발견하여 보호자, 119·병원 등에 신속고지·조치
- 뇌졸중 사전감지를 위한 지식 데이터베이스/ML/DL기반 뇌졸중 사전 감지 학습 모델 / 지식 융합 초지능 시스템
- 뇌졸중 모니터링 서비스 시스템 운용 프로그램

세계최초

MRI, CT 등의 영상자료에 의한 발병 후 진단 정확도 향상 모델이 아니라 심전도 등 생체신호 데이터로 뇌졸중 발병 전 상시 사전감지 모델 개발

27

주요 시스템 구성

지식 데이터베이스(KB) 및 고령자 다중 바이오 시그널 Big Data

- 뇌졸중 의학 전문 문헌 및 기술의 지식 데이터 베이스 구축
 - Anatomical knowledge, Epidemiology, Risk Factor, Family history, Health record, Pathogenesis, Clinical manifestation, Neurological sign and symptom 등 KB 구축
 - 응급실 검사 기록, 의학적 검사 기록, 10년 건강검진 기록, 국민건강보험공단 빅데이터 운영실 뇌졸중 의료 기록 DB 구축
- 정형/비정형 다중의 팩트 생체신호 빅데이터 구축
 - (KB 연계 뇌졸중 임상징후 측정론에 의한) '16년~'20년 5년간 정상/뇌졸중 환자 고령자의 생체신호 빅데이터 수집
 - 운전/수면/보행 중 생체신호 DB 구축

ML/DL 기반 뇌졸중 판별 학습 알고리즘

- 뇌졸중 의학 전문 문헌 및 기술의 지식 데이터 베이스 구축
 - 뇌졸중 발병 위험 스크리닝 학습 알고리즘 (NIHSS 코호트 DB)
 - 남성의 민감도(Sensitivity) 85.5% & 여성 84.7% 모델 개발
- NIHSS를 활용한 뇌졸중 중증도 조기 자가 판별 모델 개발
 - ML 기반 학습모델 예측 정확도 95.0% 및 20개 Rule-based 의미적 해석
- 바이오시그널 사전감지 모델 개발
 - 정지상태/보행 중 기계학습 classification 알고리즘 적용 및 검증
 - 정지상태: 정확도 95% (AUC*0.98) / 보행 중: 정확도 85% (AUC0.913)
- 보행패턴에 의한 사전감지 모델 개발
 - 정확도 95% (AUC0.998)
 - * AUC: Area Under an ROC(Receiver Operating Characteristic) Curve

28

시스템 구성

지식융합 초지능 시스템 (온톨로지 의학지식서비스)

- 뇌졸중 관련 의학지식베이스 구축
 - 질병(Disease), 증상(Symptom), 인체(Body), 치료방법(Therapy) 등의 지식베이스 구조 모델링
 - 표준 의학지식 정보를 통한 의학지식 온톨로지 연계 구조 모델링
- 자연어 질의패턴 기반 의학지식베이스
 - 자연어 형태의 사용자 질의 패턴(증상->인체, 증상->질병) 분석을 통한 표준 지식 질의 언어 매핑 기법 개발
 - 표준 지식 질의 언어에 대한 사전 이해 없이 의학지식베이스 질의 가능
- 의학지식 추론을 통한 의학정보 제공
 - 인체 온톨로지(뇌부위, 뇌혈관의 연결관계)의 지식 추론을 통한 현 증상에 대한 관련 의학정보(증상, 뇌부위, 질병, 치료방법) 제공
- 개인 맞춤형 의학정보 제공
 - 증상, 의식질환, 의심 뇌부위, 의심 뇌혈관, 예방 방법 등 개인 맞춤형 의학정보 제공
- 상황인지 서비스 기술
 - 환경(온도, 습도, 등) 조건을 고려한 뇌졸중 모니터링 서비스 제공
 - 위치 등 사용자 정보 공유를 통한 연계 서비스 제공

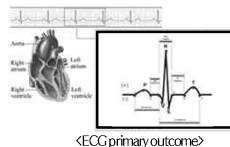
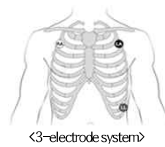
뇌졸중 발병 사전감지 관리 시스템

- 사용자 통합 어플(APP): 고품질을 배려한 유니버설 디자인(UI) 뇌졸중 알림 서비스 어플
 - 사용자 실시간 생체신호 모니터링 데이터 및 뇌졸중 발병 위험도 알림
 - 헬스어드바이저 서비스 제공
- 관리자 전문가 통합 대쉬보드: 보행 중/운전중/수면중 모니터링 시각화 시스템 제공
 - 위험 상황 발생시 의학 지식 베이스 연계를 통해 환자 증상, 의식 질환, 의심 뇌 부위, 의심 뇌혈관, 예방방법 등 사용자 맞춤형 의학정보 제공

생체신호에 의한 뇌졸중 사전감지 모델

심전도 신호를 이용한 ML/DL 뇌졸중 사전감지 모델

- 심전도 데이터
 - 3-electrode system Sampling Rate 1000Hz
 - Monitor displays the bipolar leads (I, II and III)
 - 자체개발 ECG 특징 피쳐 추출소프트웨어를 이용하여 피쳐 데이터 추출
 - 심장 전기적 포텐셜에 따른 ECG 구간 및 각 특징 peak 파워값 추출 (15 Features)



구분	검출 개수	여유남서역		세로운 프로그램1		세로운 프로그램2		세로운 프로그램3		비교
		개수	인용 오율률	개수	인용 오율률	개수	인용 오율률	개수	인용 오율률	
F	764	705	-8.17%	804	14.56%	763	-0.17%	741	-3.12%	
G	763	752	-1.46%	804	14.71%	763	0.00%	741	-3.00%	
H	763	752	-1.46%	871	15.76%	763	0.00%	741	-3.00%	
T	767	696	-9.13%	804	13.89%	763	-0.50%	741	-3.18%	
계산 평균	3057	2905	-5.15%	3483	14.79%	3052	-0.18%	2964	-3.18%	

<Verification for the software>

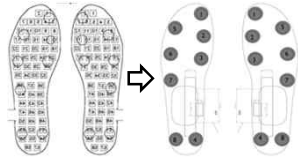
- 뇌졸중으로 인한 abnormal ECG index (STROKE index, Ischemic index, Arrhythmias index)
 - [근거] 뇌졸중으로 인한 뇌신경손상으로 자율신경계 변화 심근허혈, 부정맥, 재분극의 이상 초래 (Abijit, 2002; Dogan et al., 2004; Haghjoo et al., 2009; Ebrahimi et al., 2012; Togha et al., 2013; Jaikar et al., 2014; Purushothaman et al., 2014; Abdulkah, 2015; Kamal, 2015; Parashuram, 2015, etc.)
 - 1) STROKE index : (REST) positive predictive value_C5.0: 97.2%, sensitivity_C5.0: 96.6%, Accuract_C5.0: 97.2%
(Activity) positive predictive value_C5.0: 92.1%, sensitivity_C5.0: 93.3%, Accuract_C5.0: 92.7%
 - * 양성예측도(positive predictive value): 일반적으로 해당질환의 유병률이 높은 집단에서는 양성 예측도가 높음
 - * 민감도(sensitivity): 질병이 있는 환자에 대해 양성으로 판별될 확률

생체신호에 의한 뇌졸중 사전감지 모델

족압 신호를 이용한 ML/DL 뇌졸중 사전감지 모델

데이터 전처리

- 센서 위치 매핑 및 데이터 추출, 오류 데이터 삭제 등 데이터 전처리



센서위치에 따른 데이터매핑



수집 데이터

FOOT_CELL 분석



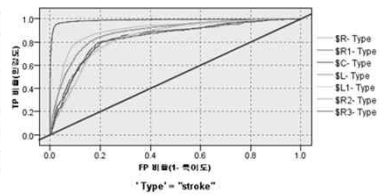
원본 추출



수집 에러 데이터 확인 및 삭제

Classification 알고리즘 비교 분석

Algorithm	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Random Tree	0.85	0.85	0.85	0.85
CART	0.8	0.81	0.78	0.79
C5.0	0.96	0.97	0.96	0.96
Logistic Regression	0.77	0.78	0.77	0.77
LSVM	0.78	0.78	0.77	0.77
CHAID	0.82	0.82	0.82	0.82
QUEST	0.8	0.81	0.81	0.81



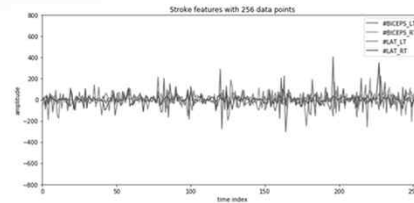
31

생체신호에 의한 뇌졸중 사전감지 모델

근전도 신호를 이용한 ML/DL 뇌졸중 사전감지 모델

근전도 데이터

- 좌/우 대퇴이두근 및 내비복근의 근전도 신호를 초당 Sampling Rate 1500Hz

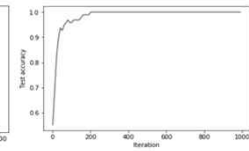
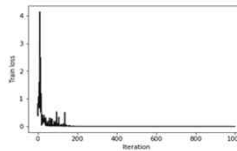


근전도 신호의 중요 특징(Feature) 자동 추출 SW 개발 및 검증 완료

- 기존 연구에서 사용하지 않던 Negative/Positive Peak 등 의미 있는 새로운 특징 정의 및 발견 (28 Features)
- RandomForest → 90.38%의 예측 정확도 (Batch Size: 100, Max Iteration: 100, Seed: 1, Impurity: Gini)
- C4.5 Decision Tree → 84.93% (Confidence Factor: 0.25, Leaf Node: 2, Seed: 1)

시계열 분석을 위한 딥러닝 LSTM 모델

- LSTM → 98.95%의 예측 정확도
(nUnit: 256, Batch Size: 10, Max Steps: 2000, Learning Rate: 0.001)



32

생체신호에 의한 뇌졸중 사전감지 모델

Motion 신호를 이용한 ML/DL 뇌졸중 사전감지 모델

● Motion 데이터

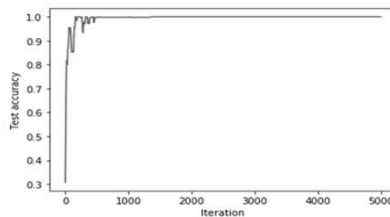
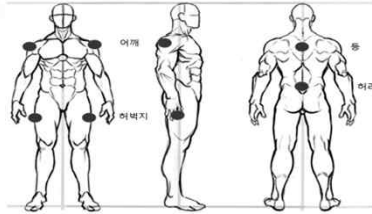
- 좌/우 대퇴, 어깨 및 허리 등 위치에서 초당 Sampling Rate 128Hz (등과 허리는 중심점으로, 분석을 위한 특징으로는 사용하지 않음)

● 모션 신호의 중요 특징(Feature) 자동 추출 SW 개발 및 검증 완료

- 좌/우 대퇴 및 어깨의 각도, 각속도, 각 가속도
 - 0.1초 단위 12개의 특징 정의 및 추출
- 사분위수 적용으로 이상치 제거 및 전처리
- C4.5 Decision Tree → 98.25%의 예측 정확도
 - Confidence Factor: 0.25, Leaf Node: 2, Seed: 1
- RandomForest → 97.22%
 - Batch Size: 100, Max Iteration: 100, Seed: 1, Impurity: Gini

● 시계열 분석을 위한 딥러닝 LSTM 모델

- LSTM → 98.995%의 예측 정확도
 - (nUnit: 64, Batch Size: 10, Max Steps: 5000, Learning Rate: 0.005, Hidden Num: nUnit*3)



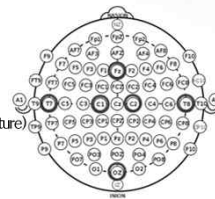
33

생체신호에 의한 뇌졸중 사전감지 모델

뇌파(EEG) 신호를 이용한 ML/DL 뇌졸중 사전감지 모델

● 뇌파 데이터

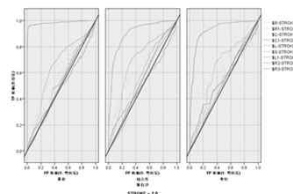
- 6개 채널(Fz, Oz, T7, T8, C1, C2) 등 위치에서 초당 Sampling Rate 1000Hz
- 측정대상:
 - 2017년 뇌졸중(48명), 일반고령자(75명)
 - 2018년 뇌졸중(13명), 일반고령자(137명)
- 측정 변수: Raw spectrum, alpha ~ gamma power, Low-beta power, High-beta power, etc. (총 12개 Feature)



● 뇌파 관련 중요 변수 추출 및 예측 모델 개발



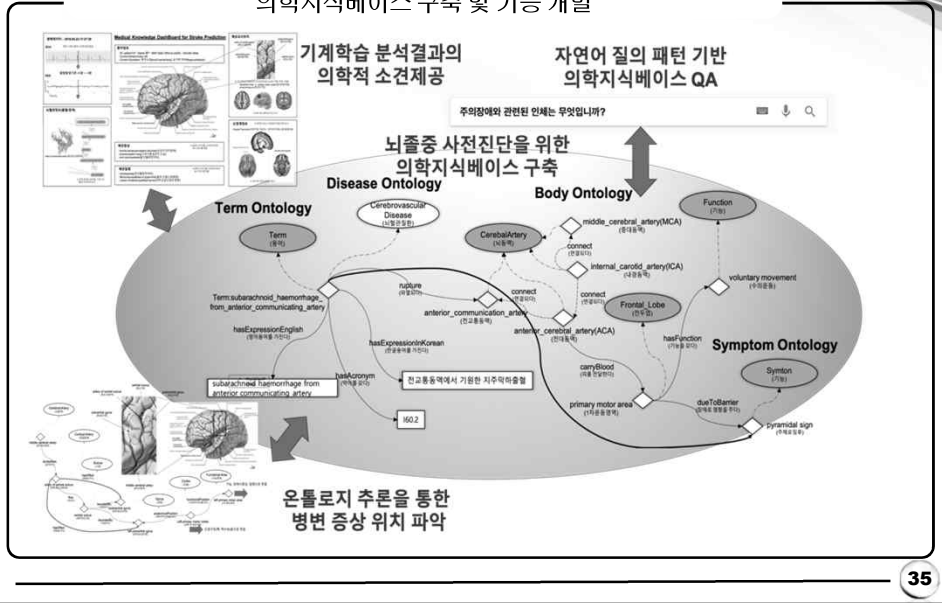
- 사분위수 적용으로 이상치 제거 및 전처리
- RandomForest → 93%의 예측 정확도
- 기타 선형 SVM(89.3%), C&RT(81.8%), CHAID(81.5%), C5.0(81.4%) 등 타 모델에서도 뇌파를 통해 높은 확률로 뇌졸중을 예측함.



34

의학지식 온톨로지 구축

의학지식베이스 구축 및 기능 개발



고령자 생체신호 모니터링 시스템 서비스 화면 설계



기대효과

기대효과

- 사회적 문제로 대두되고 있는 고령자 사망률 2위인 뇌졸중의 조기 대처로 국민건강 증대 및 대국민 건강서비스 질 향상에 기여하고 심뇌혈관질환, 당뇨병, 대사성 질환, 만성호흡기 질환 등 만성 질환 고령자 헬스어드바이저 서비스 제공
- 보건 의료 분야에서 개인의 실시간 생체정보를 수집한 빅데이터의 활용은 고령자 뇌졸중 사전감지·예방중심의 의료관리와 개인 중심의 맞춤 치료·의료 서비스를 실현하고, 보건 의료 시스템 전반에서 예방중심의 건강관리가 가능해짐으로써 국가와 개인의 의료복지 지출의 효율을 높일 것으로 기대됨



<TV 조선(2018.9.29.)>



<서울인터넷 국제전시회(2018.9.12.~14.)>

서울 모터쇼 2019 &



CES 2020

● CES2020(2020.1.7.~10., 미국 라스베가스)에 Stroke SOS 전시



프랑스 국영 방송 촬영



현대자동차 유럽 연구소 직원들



매일경제 (2020.1.14.)

SleepTech 2020(KOEX 2020. 11. 13- 15.)



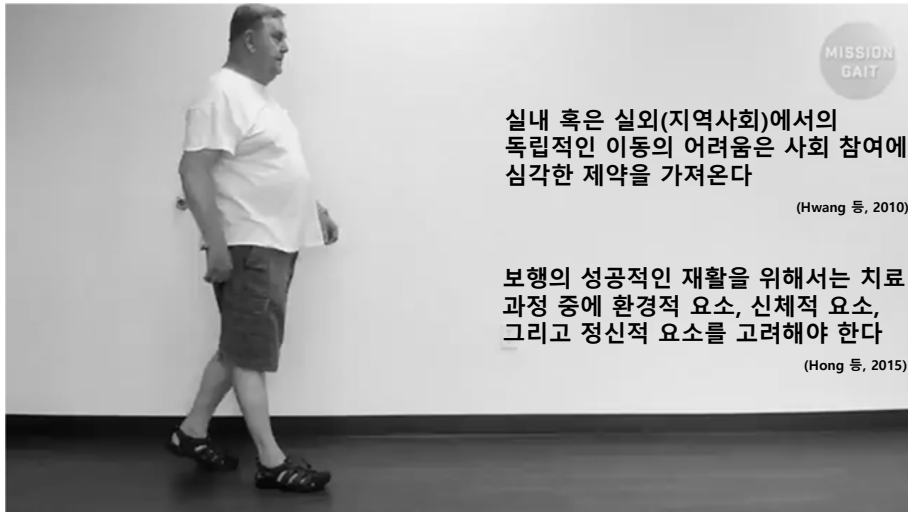
지역사회에 거주하는 만성 뇌졸중 환자들이 경험하는 보행과제에 관한 연구



울산대학교 물리치료학과
강태우

서론

서론



서론

- 거리
- 지형적
특징
- 시간
특징
- 주변
조건

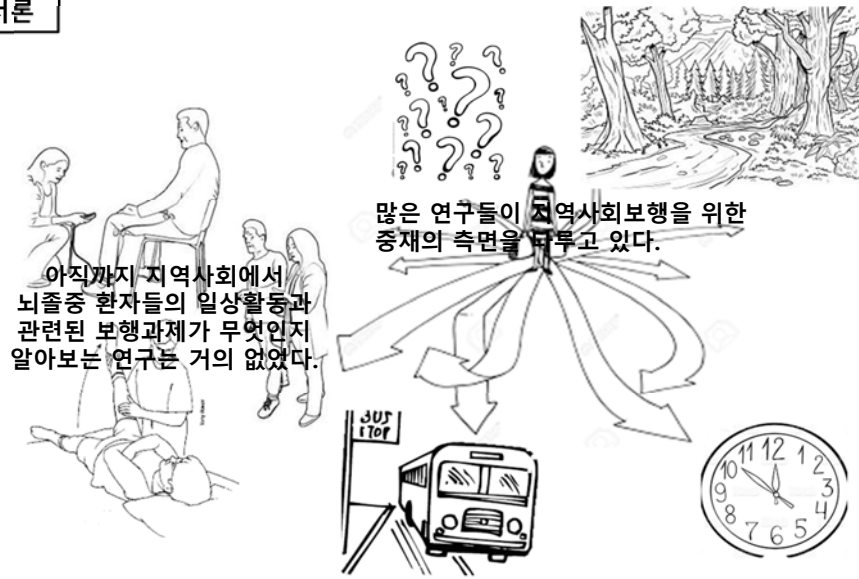


- 신체
부하
- 교통
수준
- 주의
집중
- 자세
변화

(Shumway-Cook, 1999)



서론



많은 연구들이 지역사회보행을 위한 중재의 측면을 다루고 있다.

아직까지 지역사회에서 뇌졸중 환자의 일상활동과 관련된 보행과제가 무엇인지 알아보는 연구는 거의 없었다.



방법

방법 (연구대상자)

연구는 지역사회에 거주하고 있는 만성 뇌졸중 환자 97명을 대상으로 하였다.

- (1)보조 도구의 도움이 있거나 없이 매일 걸으시는 분
- (2)다른 사람의 도움 없이 10미터 이상 보행이 가능한 자
- (3)보행에 영향을 미치는 뇌졸중 외에 다른 질병 및 질환이 없는 자
- (4)인지장애가 없는 자(한국어판 간이정신상태검사에서 24점 이상)(권용철과 박종한, 1989)

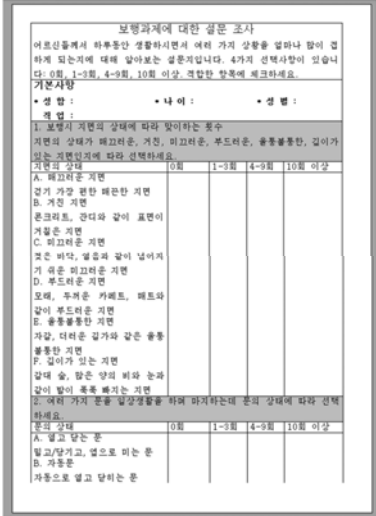
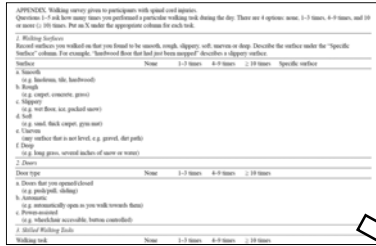
최초 158명을 대상으로 하였으나, 대상자 선정조건에 적합하지 않은 42명을 제외한 116명의 자료를 취합하였다. 116명의 자료 중 설문 응답이 불완전한 19명의 자료를 제외한 97명의 자료를 최종 분석에 활용하였다.

방법 (연구대상자)

표 1. 연구대상자들의 일반적인 특성(N=97)

변수	측정값
연령	58.13±11.64
성별(남/여)	64/33
병력 기간	20.79±14.11
뇌졸중 형태(출혈성/경색성)	50/47
마비측(우측/좌측)	60/37
보행 보조도구 사용(유/무)	61/36

방법(보행과제 설문지)



Musselmann과 Yang(2007)의 보행 설문지를 수정보완하였다.

보행과제 설문지는 27개 보행과제로 구성되어 있으며, 이 보행과제는 5개의 범주(보행 표면, 문, 기술적 과제, 교차로, 계단)로 구분되었다.

방법(연구절차)

지역사회에 거주하는 보행 가능한 만성 뇌졸중 환자들에게 설문문을 받았다.

지역사회 보행 및 보행 과제에 대한 참여가 계절의 특성에 따라 변할 수 있기 때문에 4계절이 모두 포함될 수 있도록 설문조사는 1년 동안 지속적으로 수집되어 완료되었다.

연구대상자들은 걷는 동안에만 수행되는 작업에 대해서만 설문조사를 받았다.

방법(연구절차)

정확성을 기하기 위하여, 하루 동안의 보행 경험에 따른 것들에 대한 조사를 완료하도록 하였다.

연구대상자들은 일상적인 날에 경험하는 보행과제에 대하여 설문조사를 완료하도록 요구받았고, 재활치료를 받거나 특별한 업무를 진행하는 날에 대해서는 설문문에 응답하지 않도록 하여 설문결과의 정당성을 높였다.

설문조사 자료는 담당 물리치료사를 통해 취합되었으며, 모든 설문조사는 익명으로 처리되었다. 취합된 연구대상자들의 설문지 결과는 선행 연구(Musselmann과 Yang, 2007)에서 제시한 건강한 성인의 보행과제와 비교하였다.

방법(분석방법)

본 연구에서 수집된 전체 자료는 높은 빈도를 보이는 보행과제의 순으로 그래프로 표시되었으며, 그래프 선행 연구에서 보고되는 건강한 성인의 관련 자료를 표시하여 자료를 비교하였다.

연구대상자들이 경험하는 각 보행과제에 대한 빈도는 표로 작성하여 보고하였다.

결과 그래프는 하루 1회 이상, 4회 이상, 10회 이상으로 빈도로 구분하여 제시되었다. 만성 뇌졸중 환자들이 지역사회에서 경험하는 보행과제의 빈도 비율을 비교할 수 있도록 보행과제 빈도 중 하루 1회 이상과 10회 이상의 조건에서 각각 연구대상자의 75%와 50% 수준을 표시하였다.

방법(분석방법)

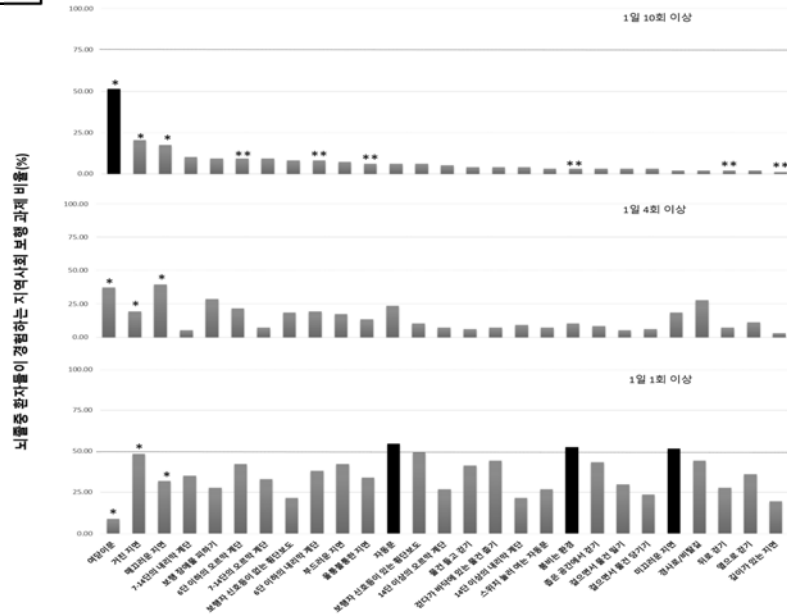
또한, 정상 성인들이 경험하는 보행과제와 비교할 수 있도록 결과 그래프에 정상 성인의 50%와 75%가 지역사회에서 경험하는 보행과제를 표시하였다(Musselman과 Yang, 2007).

높은 빈도로 경험되는 보행과제는 정상 성인의 50% 이상이 하루 10회 이상 경험하는 보행과제로 정의되며, 중간 빈도로 경험되는 보행과제는 정상 성인의 75% 이상이 하루 1회 이상 경험하는 보행과제로 정의된다(Musselman과 Yang, 2007).

지역사회에서 경험되는 보행과제 비율이 종종 성별 혹은 나이에 따라 달라질 수 있기 때문에 이러한 정의는 만성 뇌졸중 환자들이 어느 보행과제를 하루 몇 회 경험하는지 구체화시키고 빈번히 경험하지 않더라도 정상 성인이 적어도 하루 1회 이상 경험하기 때문에 중요하게 다루어야 하는 보행과제가 무엇인지 알아보는 데 중요하다.

결과

결과



결과

표 2 일상 활동 중에 경험하는 보행과제 빈도

	없음	1-3회	4-9회	≥10회
보행 표면				
매끄러운 지면*	11.34	31.90	39.18	17.53
거친 지면*	11.34	33.45	19.59	30.62
매끄러운 지면	27.84	51.55	18.96	2.00
부드러운 지면	32.99	42.27	17.53	7.22
울퉁불퉁한 지면**	48.39	34.02	13.40	6.19
깊이가 있는 지면**	76.29	19.59	3.09	1.03
문				
여닫이문*	2.00	9.28	37.11	51.55
자동문	15.40	54.64	23.71	6.19
스위치 눌러 여는 자동문	62.89	28.80	7.22	3.09
기술적인 보행과제				
경사로/비탈길(오르기 혹은 내려오기)	25.77	44.33	27.84	2.00
뒤로 걸기*	62.89	27.84	7.22	2.00
옆으로 걸기	50.52	39.08	11.34	2.00
몸비는 환경**	34.02	52.58	10.31	3.09
좁은 공간에서 걸기	45.39	43.30	8.25	3.09
물건 들고 걸기	48.45	41.24	6.19	4.12
걸으면서 물건 밀기	61.88	29.90	5.15	3.09
걸으면서 물건 당기기	67.01	23.71	6.19	3.09
걸다가 바닥에 있는 물건 옮기기	44.33	44.33	7.22	4.12
보행 장애물 피하기	34.02	27.84	28.87	9.28
교차로				
보행자 신호등이 있는 횡단보도	34.02	49.48	10.31	6.19
보행자 신호등이 없는 횡단보도	51.55	21.65	18.96	8.25
계단				
8단 이하의 오르막 계단**	28.80	42.27	21.65	9.28
8단 이하의 내리막 계단**	34.02	38.14	19.59	8.25
7-14단의 오르막 계단	50.52	32.99	7.22	9.28
7-14단의 내리막 계단	49.48	35.05	5.15	10.31
14단 이상의 오르막 계단	60.82	28.80	7.22	5.15
14단 이상의 내리막 계단	64.95	21.65	9.28	4.12

*: 정상 성인들의 50%가 하루 10회 이상 걷는 보행과제, **: 정상 성인들의 75%가 적어도 하루 1회 이상 걷는 보행과제(Musselman과 Yang, 2007)

고찰

고찰

연구결과는 만성 뇌졸중 환자의 50% 이상은 '여닫이 문' 과제를 하루 10회 이상 경험하는 것으로 나타났다. 또한, 만성 뇌졸중 환자들은 정상 성인에 비해 일상적인 보행과제에 덜 참여하는 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 정상 성인들이 가장 빈번히 참여하는 보행과제에서 더욱 크게 나타났다.

특히, 뇌졸중 환자들은 실내 보행보다는 환경적인 장벽에 쉽게 노출되는 지역사회에서 보행할 때 가장 큰 어려움을 느낀다(Pound 등, 1998).

성공적으로 보행하기 위해서는 인지적인 노력과 주의집중 등 움직임 실행에 필요한 실행기능이 더 크게 요구된다(Courtine와 Schieppati, 2003).



고찰

지역사회 보행이 실내 보행과 가장 큰 차이점은 보행 표면, 장애물, 밀집된 공간, 계단 등 다양한 환경적 장벽을 경험할 수 있다는 것이다. (Perry 등, 1995; Shumway-Cook 등, 2003).

뇌졸중이 뇌병변으로 인한 감각-운동 장애를 초래하는 질환이기 때문에 근육약화, 근긴장도 증가, 감각 마비 등의 신체적 증상이 보편적으로 나타나며, 이는 전체적인 이동능력을 감소시키는 주요 요인이 된다.

결과적으로, 이동능력이 제한되어 보행이 어려워지며, 걸을 수 있다고 하더라도 어려운 보행과제나 작업을 피하려고 하기 때문에 활동 제한이 더욱 커지게 된다(Shumway-Cook 등, 2003). 이로 인해 보행과제에 대한 참여는 정상 성인에 비해 더욱 낮아질 것으로 예상된다.



고찰

정상 성인에 비해 낮긴 하였지만, 거친(rough) 지면과 매끄러운(smooth) 지면과 같이 다른 표면 특성을 가진 곳에서 보행하는 빈도가 상대적으로 높았으며, 특히 '여닫이 문'와 같은 과제는 뇌졸중 환자들이 가장 많이 경험하는 보행과제였다. 이러한 보행과제에 관한 연구는 이전 연구에서 거의 연구되지 않았다(Musselman과 Yang, 2007). 또한, 신호등이 있는 교차로로 보행하는 경우는 상대적으로 많지 않은 것으로 나타났다.

지역사회로의 복귀는 보행 안정성이 확보될 때 가능한 것이므로, 교차로를 안전하게 걸을 수 있을 정도로 보행속도를 회복시키는 것은 지역사회 통합과 참여를 위해 무엇보다도 중요한 조건이 된다. 이에 따라 최근 교차로, 경사로, 사람이 붐비는 장소와 같은 실제 지역사회 환경에서 시행하는 보행 훈련의 효과를 보고하는 연구들이 이어지고 있다(Park 등, 2017; Park, Oh 등, 2011).

운동성이 감소된 뇌졸중 환자들은 어려운 과제들을 피하기 위해 전체적인 활동을 제한하는 경향을 보인다(Witten과 Frank, 2005).



고찰

본 연구는 연구결과를 일반화시키는데 몇 가지 제한점을 가지고 있다.

첫째, 본 연구는 특정 지역에 거주하고 있는 뇌졸중 환자들을 대상으로 하였다.

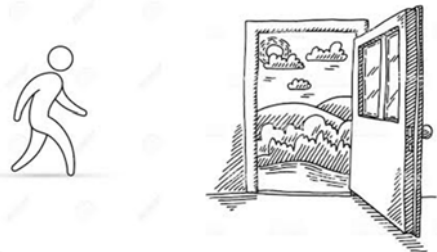
둘째, 본 연구의 목적이 각 보행과제에 직면하는 비율을 알아보는 것이었으므로, 본 연구의 결과를 통해 각 과제에 참여하는 기간이나 보행거리와 관련된 것을 설명할 수 없다.

셋째, 본 연구에서 사용된 설문지가 척수손상 환자들을 대상으로 한 것이기 때문에 뇌졸중 환자들에 대한 설문지 사용의 신뢰성과 타당성 문제가 제기될 수 있다.



결론

본 연구의 결과는 만성 뇌졸중 환자들의 50% 이상이 '여닫이 문' 과제에 하루 10회 이상 참여하는 것으로 나타났으며, 만성 뇌졸중 환자들은 정상 성인에 비해 보행과제에 덜 참여하는 것으로 나타났다. 그러므로 뇌졸중 재활의 궁극적인 목적인 지역사회 통합과 참여를 달성하기 위해서는 보행훈련을 계획할 때 지역사회 활동 시 경험할 수 있는 '여닫이 문' 과 같은 다양한 보행과제를 포함시키는 것이 중요할 것이다.



결론

Temporal Effects of Whole Body Electromyostimulation Exercise on Muscular Strength, Pain and Joint Range of Motion in Patients with Low Back Pain

건양대학교 이장태



요통 환자에게 12주간의 WB-EMS를 적용하였을 때 요통 환자들의 요추부 신전근의 근력이 대조군과 비교하여 유의하게 증가되어 최대 체간 근력을 증가시키는 시간-효율적인 방법이다. (Weissenfels et al., 2018)

요통 환자에게 6주간의 WB-EMS를 적용하였을 때 약 50명의 요통 환자들 중 약 90%에서 통증 감소를 보였다. (Boeckl-behtrens & Treu, 2002)

60세 이상 요통 환자를 대상으로 WB-EMS를 적용한 무작위 대조 연구 5건을 메타 분석하였을 때, 통증의 강도와 빈도 모두 대조군과 비교하여 유의하게 향상되어 요통을 줄이기 위한 효과적인 훈련방법이라고 하였다. (Kemmler et al., 2017)

30 Patients with low back pain



선정기준

- 1) 3개월 이상 요통을 경험한 자
- 2) 통증이 VAS 2점 이상인 자
- 3) 능동 다리 올리기(Active Straight Leg Raise)에서 양성인 자

제외기준

- 1) 진통제를 주 4일 이상 복용하고 있는 자
- 2) 요통 이외에 타 질환이 있는 자
- 3) 간질 및 혈전증이 있는 자
- 4) 심장 페이스 메이커 등의 신체 내 기구가 삽입되어 있는 자

중재 방법



‘ 각 20회 총 30분 ’

WB-EMS 적용(n=15)

WB-EMS 미적용(n=15)

동일한 운동

- 1) 스쿼트는 발 간격을 어깨너비로 벌리고 무릎을 구부리면서 발끝 위치를 넘지 않도록 하였다. 요추 전만굴곡이 최대한 편평하도록 유지하였고 호흡과 함께 실시하였다.
- 2) 브릿지는 누운 자세에서 무릎을 90도로 굽히고 양팔은 30도 외전시키고 손바닥은 지면을 향하도록 하였다. 고관절 각도가 0도까지 신전되도록 양쪽 엉덩이를 들어올려 유지하도록 하였다.
- 3) 플랭크는 엎드린 자세에서 양쪽 팔꿈치를 양쪽 어깨 넓이로 벌리고 양쪽 팔꿈치가 90도가 되도록 하여 팔꿈치와 발가락만 지면에 닿게 하고 고관절이 0도가 되어 몸통과 수평이 되도록 하였다.

측정 방법

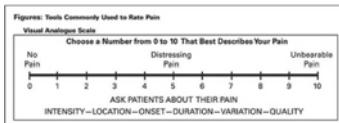
휴대용 근력계

Powertrack II dynamometer; JTECH Medical, Salt Lake City, UT, USA



사각 통증 척도

(Wagner et al., 2007)



요통 기능장애 척도

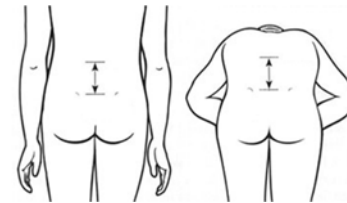
(Vigatto et al., 2007)



측정 방법

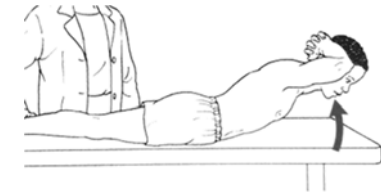
체간 굴곡 가동범위 검사

(Gill et al., 1988)



체간 신전 가동범위 검사

(박진희과이종진, 2008)



대상자들의 일반적 특성

Parameters	Experimental group (n ₁ =15)	Control group (n ₂ =15)	t	p
Male/Female	7/11	7/11		
Age (year)	21.72±1.48 ^a	21.56±1.33	-.353	.726
Height (cm)	164.32±6.64	165.35±6.64	.459	.649
Weight (kg)	57.16±7.83	57.99±10.99	.795	.795

^amean±standard deviation.

체간 굴곡 및 신전 근력 비교

Variable	test	Experimental group (n ₁ =15)	Control group (n ₂ =15)	Group effect		Time effect		Interaction effect	
				F (1,28)	p	F (1,28)	p	F (1,28)	p
Flexion	Pre	13.127±2.479 ^a	15.393±1.822	4.297	.047*	18.354	.000*	30.160	.000
	Post	14.260±2.489	15.253±1.814						
Extension	Pre	14.213±2.125	15.720±2.052	.034	.855	.311	.581	6.147	.019
	Post	15.720±2.052	14.347±3.882						

^amean±standard deviation, *p<.05.

통증 비교

Variable	test	Experimental group (n ₁ =15)	Control group (n ₂ =15)	Group effect		Time effect		Interaction effect	
				F (1,28)	p	F (1,28)	p	F (1,28)	p
VAS	Pre	3.767±1.237 ^a	3.467±1.125	.319	.576	47.974	.000*	10.270	.003
	Post	2.133±1.125	2.867±1.060						
ODI	Pre	16.600±6.401	16.800±5.865	1.674	.206	56.000	.000*	29.210	.000
	Post	10.400±5.865	15.800±5.882						

^amean±standard deviation, *p<.05.

체간 굴곡 및 신전 가동범위 비교

Variable	test	Experimental group (n ₁ =15)	Control group (n ₂ =15)	Group effect		Time effect		Interaction effect	
				F (1,28)	p	F (1,28)	p	F (1,28)	p
Flexion	Pre	5.160±1.335 ^a	5.647±1.442	.009	.924	17.627	.000*	7.337	.011
	Post	6.520±1.624	5.940±1.314						
Extension	Pre	1.947±.540	2.181±.700	.158	.694	23.450	.000*	5.332	.029
	Post	2.404±.593	2.343±.657						

^amean±standard deviation, *p<.05.

WB-EMS를 적용한 실험군에서 체간 굴곡 근력은 중재 전 13점에서 중재 후 14점으로 약 9% 증가되었으며, 체간 신전 근력은 중재 전 14점에서 중재 후 15점으로 약 11% 증가되었다.

이는 대조군에서 체간 굴곡 근력과 체간 신전 근력이 중재 전과 후에 각각 차이가 없었던 증가율과 비교하였을 때, WB-EMS의 체간 근력에 미치는 긍정적인 향상 효과를 알 수 있었다.

기존의 EMS 훈련이 요통 환자들의 체간 신전 근력을 향상시킬 수 있다는 선행연구들과 일치하였고, 요통 환자들에게 WB-EMS를 적용하였을 때 체간 굴곡 근력이 17% 그리고 체간 신전 근력이 15% 증가했다는 연구와 유사한 결과를 보였다.

(Kahanovitz et al., 1987; Kemmler et al., 2017; Weissenfels et al., 2018; Weissenfels et al., 2019)

WB-EMS를 적용한 실험군에서 VAS는 중재 전 3.7점에서 중재 후 2.1점으로 약 41% 통증이 감소되었으며, ODI는 중재 전 17점에서 중재 후 10점으로 약 37% 기능적 통증 장애지수가 감소되었다.

이는 대조군에서 VAS가 중재 전 3.4점에서 중재 후 2.8점으로 20% 통증이 감소되고, ODI가 중재 전 17점에서 중재 후 16점으로 약 9% 감소된 결과 값과 비교하였을 때, WB-EMS의 통증 제어 효과를 예측해 볼 수 있었다.

요통 환자들에게 WB-EMS를 적용하였을 때 ODI 점수가 19점 감소되고, NRS 가 2점 개선된 선행연구와 일치하였으며 요통 환자들에게 WB-EMS를 적용하였을 때 통증 강도가 크게 개선된다는 메타분석 선행연구와도 일치하였다.

(Konrad et al., 2020; Kemmler et al., 2017)

WB-EMS를 적용한 실험군에서 체간 굴곡 관절가동범위는 중재 전 5.2점에서 중재 후 6.5점으로 약 26% 증가되었으며, 체간 신전 관절가동범위는 중재 전 1.9점에서 중재 후 2.4점으로 약 23% 증가되었다.

이는 대조군에서 체간 굴곡 관절가동범위가 중재 전후 약 5% 증가되고, 체간 신전 관절가동범위가 7% 증가된 값과 비교하였을 때, WB-EMS가 체간 관절가동범위에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

제한점

01. 근력 측정 시 한명의 측정자가 실시하여 정확성은 높을 수 있으나, 측정자 간 신뢰도에는 의구심이 있을 수 있다.
02. 고강도의 운동 중재로써 체력이 약한 요통 환자의 보상작용을 충분히 제어하지 못했을 수 있다.
03. WB-EMS 적용 중 요통 환자 개개인에 최적화 된 슈트가 아니기 때문에 충분한 WB-EMS 효과가 적용되지 않았을 수 있다.

향후 연구에서는 다수의 측정자에 의한 측정과 요통 환자의 보상작용이 제어된 중재 적용과 개개인에게 최적화 된 개인 슈트를 구비하여 연구를 진행할 것을 제언하고자 한다.

결론

짧은 시간 동안 고강도의 운동을 통하여 근력, 통증 및 관절 가동범위에 효과적

바쁜 현대인들의 특성과 운동에 대한 거부감으로 체간 안정화 효과를 적용하기 어려운 요통 환자들의 근력, 통증 및 관절 가동범위 향상을 위한 다양한 중재방법 중 하나로써 WB-EMS가 가능성을 제시

EFFECTIVE

이중-과제 후방보행프로그램이 만성 뇌졸중 환자의 보행과 균형에 미치는 영향

Effect of Dual-Task Backward Walking on Walking and Balance of Patients with Chronic Stroke

백석대학교 보건복지대학원
물리치료학 전공

김 성 태

1 서론

- 연구배경
- 연구의 목적
- 연구의 가설

2 연구방법

- 연구대상자
- 측정도구 및 실험방법
- 중재방법

3 결과

4 고찰

5 제한점

6 결론 및 제언

서론

연구의 배경
연구의 목적
연구의 가설

연구의 배경

만성 뇌졸중 환자의 특징

근력 약화

체중이동
능력감소

균형능력
결함

비정상적
움직임 패턴



만성 뇌졸중 환자의 보행

- 마비 측과 비 마비 측의 보폭 차이에 의한 한걸음길이 차이, 마비 측의 짧은 디딤기와 긴 흔들기

Titianova et al., 2003

- 비대칭적인 보행은 비효율적인 에너지 소비와 낙상의 위험을 증가시켜 체중 부하의 대칭성을 만드는 것이 회복과 기능적인 면에서 임상적으로 중요한 지표

Yang et al., 2005



만성 뇌졸중 환자의 균형

- 환자의 80%가 대부분 비 마비 측으로 체중지지를 하기 때문에 자세조절 능력과 신체 정렬에 문제가 발생

Bayouk et al., 2006

- 이러한 체중지지의 비대칭은 보행속도를 감소시키고 보행을 불안정하게 하는 등 직접적인 영향을 미치며 낙상 발생률이 증가하여 뇌졸중 환자의 약 25%가 낙상을 경험

Cheng et al., 1998



이중-과제 훈련

- 하나의 과제 수행과 함께 다른 과제를 수행하거나, 지속적으로 두 가지 혹은 그 이상의 과제를 동시 수행하는 것

Pellecchia, 2005

- 이중과제를 수행하기 위해서 다양한 환경에서 수의적인 동작이 선행되는 불수의적 자세조절이 필수요소

Walker et al., 2000

- 상지를 이용한 이중과제 훈련(fine motor skill, gross motor skill)은 균형능력에 긍정적인 영향이 있음

Shumway Cook & Woollacott, 2007

후방 보행 훈련

- 후방보행 시 일차운동걸질, 보조운동영역, 마루업 등 감각정보 처리와 운동계획 및 실행과 관련된 뇌 영역의 활성화가 더 높음

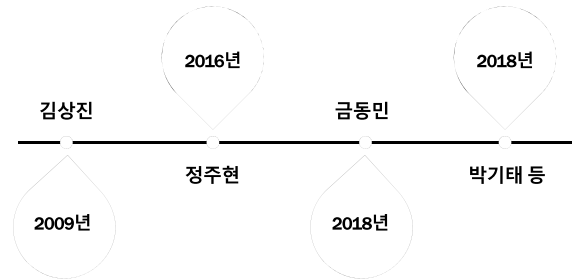
Kurz et al., 2012

- 시각의 제한으로 인해 신경근 조절, 고유수용성 감각 그리고 보호 반사에 더 큰 의존이 필요하며, 더 많은 지각 반응이 필요

Thomas & Fast, 2000

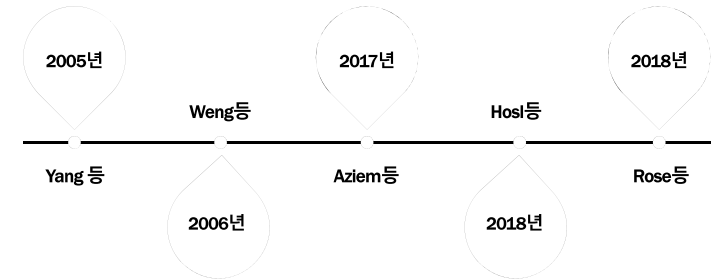
연구의 배경

후방보행 국내 연구사례



연구의 배경

후방보행 국외 연구사례



연구의 목적

- 1 이중-과제 후방보행프로그램이 보행변수와 균형변수에 미치는 효과를 알아보고자 함
- 2 이중-과제 후방보행프로그램과 일반적 보행프로그램을 비교했을 때 어떠한 차이가 있는지 알아보고자 함

연구의 가설

- 1 만성 뇌졸중 환자에게 이중-과제 후방보행프로그램과 일반적 보행프로그램을 적용하였을 때 보행변수에 유의한 차이가 있을 것
- 2 만성 뇌졸중 환자에게 이중-과제 후방보행프로그램과 일반적 보행프로그램을 적용하였을 때 균형능력에 유의한 차이가 있을 것
- 3 이중-과제 후방보행프로그램과 일반적 보행프로그램 집단 간에 보행과 균형능력에 있어 유의한 차이가 있을 것

연구방법

연구대상
측정도구 및 측정방법
중재방법

연구대상

본 연구의 대상자는 재활치료를 받고있는 만성 뇌졸중 환자이며 연구의 내용과 목적, 연구 후 기대효과, 연구 기간에 대한 설명을 충분히 이해한 30명대상

선정기준

- 첫 번째 뇌졸중이며 발병 후 6개월 이상 경과된 뇌졸중 환자
- 감독이나 도구를 사용하여 10m 이상 보행이 가능한 자
- MMSE-K의 결과가 24점 이상인 자
- 강직수준이 MAS G1+ 이하인 자
- 연구 목적을 이해하고 실험 참여에 동의한 자

연구대상

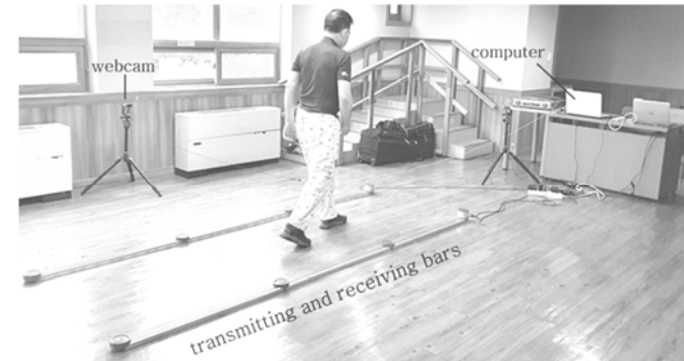
제외기준

- 보행에 영향이 있는 정형외과적 질환, 다른 신경학적 질환이 있는 자
- 호흡기, 심혈관, 전정기관, 시각적인 문제가 있는 자

측정도구 및 측정방법

보행 분석기(Optogait system)-한걸음 길이(step length)

- Optogait는 2개의 3m 송, 수신바와 2개의 Webcam을 통해 한걸음길이를 측정
- 환자는 '시작'이라는 구호와 함께 3m길이를 걷는다.

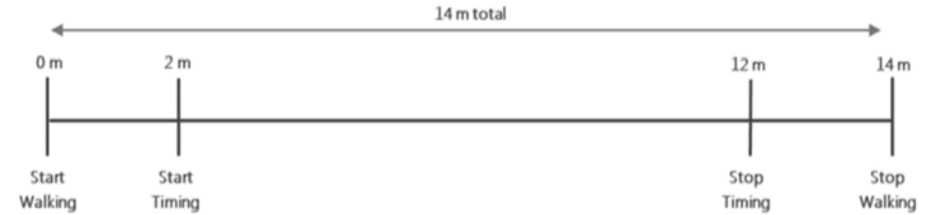


한걸음 길이(step length)의 중요성

- 뇌졸중 환자들은 한걸음 길이의 차이가 특징
Titianova et al., 2003
- 한걸음 길이 차이로 인해 마비 측으로 체중 이동능력이 감소
Perry, 1992
- 체중지지의 불균형이 나타나 비대칭적 보행이 나타남
Hendrickson et al., 2014

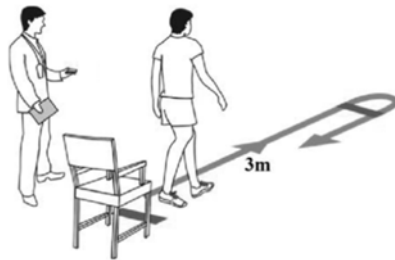
10m 걷기 검사(10 meter walking test)

- 14m를 걷는 동안 초기 2m(가속기), 후기 2m(감속기)를 제외한 중기 10m를 걷는 시간을 측정



일어서서 걸어가기 검사(timed up & go test)

- 환자는 의자에서 일어나기, 3m 걷기, 반환 지점 돌기, 걸어오기, 의자에 앉기 순으로 진행하여 시간을 측정



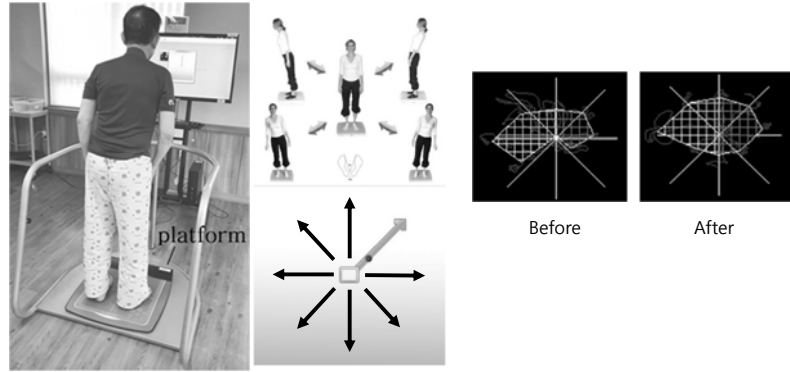
버그 균형 척도(berg balance scale)

- 환자가 명시된 기능적 과제를 수행하는 동안 안정성을 유지하는 능력을 5점 척도(0-4)로 평가(총 56점)

Berg Balance Test						
Sit to stand	4 independent	3 uses hands	2 several times	1 minimal aid	0 third person assist	<input type="checkbox"/>
Standing Unsupported	4 2 minutes	3 2 min + supervision	2 20 sec unsupported	1 stands times for 30 sec	0 can not stand 30 sec	<input type="checkbox"/>
Sitting Unsupported	4 2 minutes, safe	3 2 min + supervision	2 30 sec	1 10 sec	0 can not sit 10 sec	<input type="checkbox"/>
Standing to sitting	4 safe, no use of hands	3 uses hands	2 uses back of legs	1 second person assist	0 needs assist	<input type="checkbox"/>
Pivot transfer	4 safe, min use of hands	3 safe, use of hands	2 partial using SBA	1 assist x 1	0 assist x 2	<input type="checkbox"/>
Standing eyes closed	4 10 seconds	3 10 seconds, SBA	2 3 seconds	1 eyes not closed, steady	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>
Stand feet together	4 1 min, safe	3 1 min, SBA	2 30 sec, SBA	1 help x feet, >15 sec	0 help x feet, <15 sec	<input type="checkbox"/>
Reaching	4 >10 inches	3 <10 inches	2 <2 inches	1 needs supervision	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>
Picking up object	4 safe and safe	3 safe, SBA needed	2 unsafe, keeps balance	1 needs SBA	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>
Look over shoulders	4 safe, equal	3 safe, unequal	2 partial turn, SBA	1 partial turn, needs SBA	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>
Turn 360 BSL	4 safe, <4 steps	3 one step only, <4 steps	2 one step only, >4 steps	1 slow SBA or >4 steps	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>
Alternate feet to stand	4 8 steps < 20 sec	3 8 steps > 20 sec	2 1 step with SBA	1 2-4 steps with min A x 1	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>
Tandem stance	4 random, 30sec	3 staggered, 30sec	2 heel step, 30sec	1 toe step, 15 sec	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>
Single leg stance	4 1 min, <10sec	3 1 min, 5-10sec	2 1 min, 3-5sec	1 2sec, starts standing	0 unable, LOS	<input type="checkbox"/>

체평형검사(Biorescue system)-안정성의 한계

- 플랫폼위에 환자를 서게 하고 두 발의 위치는 30° 유지하게 한다
- 환자는 발이 떨어지지 않도록 모니터에 나타나는 화살표 방향으로 몸을 기울인다

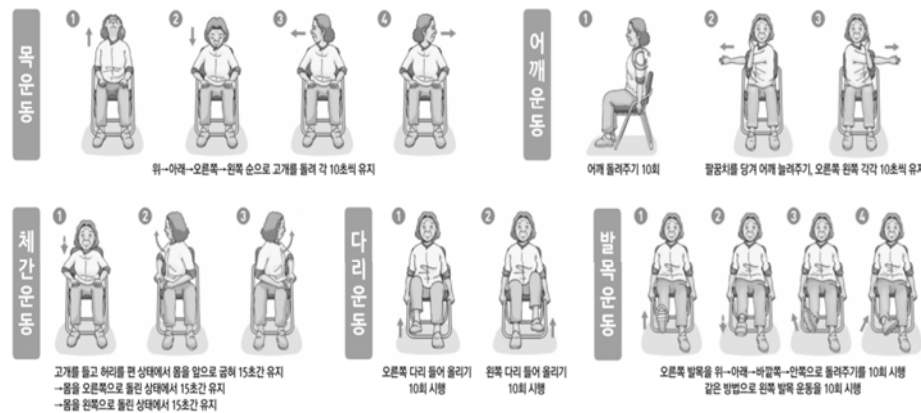


안정성의 한계의 중요성

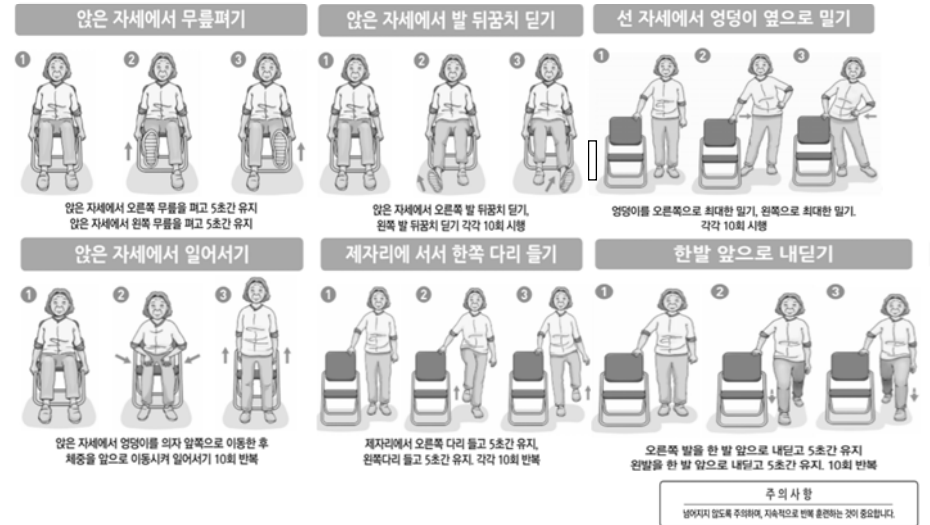
- 뇌졸중 환자들은 체중지지가 60~90% 비마비측으로 편중되기 때문에, 낙상 발생률이 증가하여 뇌졸중 환자의 약 25%가 낙상을 경험
Laufer et al., 2001; Cheng et al., 1998
- 안정성의 한계를 초과할 때 기저면에 대한 질량 중심의 움직임이 균형소실이 나타나고 일상생활에서 낙상을 경험

Mark et al., 2003

준비운동/마무리운동



체중지지 훈련



중재방법 일반적 보행프로그램

보행훈련

5m 걸어간 후 **오른쪽으로** 돌아 되돌아오기

5m 걸어간 후 **왼쪽으로** 돌아 되돌아오기

주의 사항
넘어지지 않도록 주의하며, 지속적으로 반복 훈련하는 것이 중요합니다.

중재방법 과제지향 후방보행프로그램

준비운동/마무리운동

어깨/머리
1 위-아래-오른쪽-왼쪽 손으로 고개를 돌려 각 10초씩 유지

어깨/머리
1 어깨 돌려주기 10회
2 팔꿈치를 당겨 어깨 늘려주기, 오른쪽 왼쪽 각각 10초씩 유지

다리
1 고개를 들고 허리를 편 상태에서 몸을 앞으로 굽혀 15초간 유지
2 몸을 오른쪽으로 돌린 상태에서 15초간 유지
3 몸을 왼쪽으로 돌린 상태에서 15초간 유지

어깨/머리
1 오른쪽 다리 들어 올리기 10회 시행
2 왼쪽 다리 들어 올리기 10회 시행

어깨/머리
1 오른쪽 발목을 위-아래-바깥쪽-안쪽으로 돌려주기를 10회 시행
2 같은 방법으로 왼쪽 발목 운동을 10회 시행

중재방법 과제지향 후방보행프로그램

체중지지훈련

앉은 자세에서 무릎 펴기
1 앉은 자세에서 오른쪽 무릎을 펴고 5초간 유지
2 앉은 자세에서 왼쪽 무릎을 펴고 5초간 유지

앉은 자세에서 발 뒤꿈치 딛기
1 앉은 자세에서 오른쪽 발 뒤꿈치 딛기, 왼쪽 발 뒤꿈치 딛기 각각 10회 시행

선 자세에서 엉덩이 옆으로 밀기
1 엉덩이를 오른쪽으로 최대한 밀기, 왼쪽으로 최대한 밀기, 각각 10회 시행

앉은 자세에서 일어세기
1 앉은 자세에서 엉덩이를 의자 앞쪽으로 이동한 후 체중을 앞으로 이동시켜 일어세기 10회 반복

제자리에서 서서 한쪽 다리 들기
1 제자리에서 오른쪽 다리 들고 5초간 유지, 왼쪽다리 들고 5초간 유지, 각각 10회 반복

한발 뒤로 내딛기
1 오른쪽 발을 한발 뒤로 내딛고 5초간 유지
2 왼발을 한 발 뒤로 내딛고 5초간 유지, 10회 반복

주의 사항
넘어지지 않도록 주의하며, 지속적으로 반복 훈련하는 것이 중요합니다.

중재방법 과제지향 후방보행프로그램

보행훈련

5m 걸어간 후 **컵 들고 뒤로** 걸어오기

주의 사항
넘어지지 않도록 주의하며, 지속적으로 반복 훈련하는 것이 중요합니다.

backward gait direction
backward gait on supervision

결과

대상자의 일반적 특성

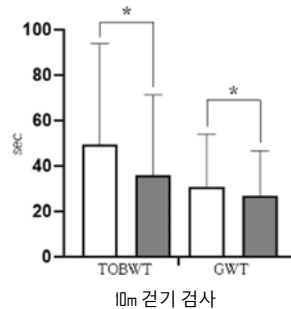
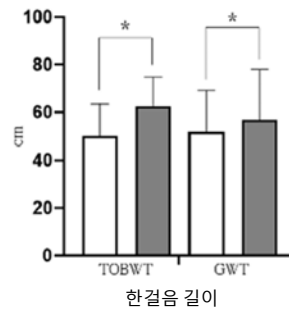
Table 4. General characteristic of the subject (N=30)

	DTBWT group (n=15)	GWT group (n=15)	t	p
Gender	9 (60%)/6 (40%)	8 (53%)/7 (47%)		
Male/Female				
Infarction/Hemorrhagic				
Affected side				
Right/Left	8 (53%)/7 (47%)	6 (40%)/9 (60%)		
Age (year)	57.9±2.95 ^a	61.2±2.99	0.01	0.44
Height (cm)	166.4±2.30	164.1±1.88	0.71	0.44
Weight (kg)	66.6±2.56	62.8±3.07	0.32	0.35
Duration (month)	16.5±2.70	15.8±1.77	4.58	0.90
MMSE-K ^b	28.9±4.00	28.2±.77	4.47	0.46

^amean±standard deviation

^bmini-mental state examination-korean

각 집단 내 변수 비교 (보행변수)



□ Pre-test ■ Post-test

TOBWT: task-oriented backward walking test
GWT: general walking test

각 집단 내 변수 비교 (보행변수)

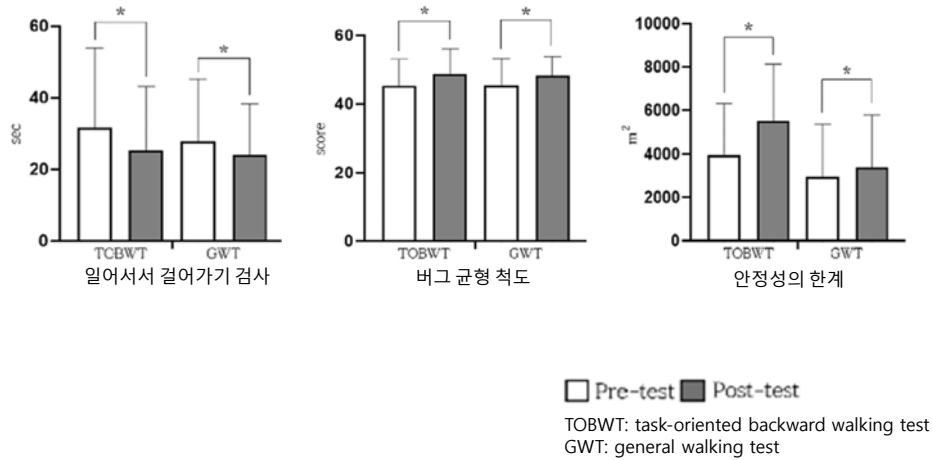
Table 5. Comparison of walking variable between pre and post intervention. (N=15)

	Pre-test	Post-test	t	p	
SL ^c (cm)	DTBWT ^a	50.26±3.43	62.44±3.19	-5.65	.000*
	GWT ^b	51.92±4.48	56.98±5.42	-2.38	.032*
10MWT ^d (sec)	DTBWT	49.58±11.38	35.99±9.13	2.94	.011*
	GWT	30.85±5.93	26.98±5.08	2.67	.018*

^adual-task backward walking training, ^bgeneral walking training, ^cstride length,

^d10 meter walking test, *p<0.05

각 집단 내 변수 비교 (균형변수)



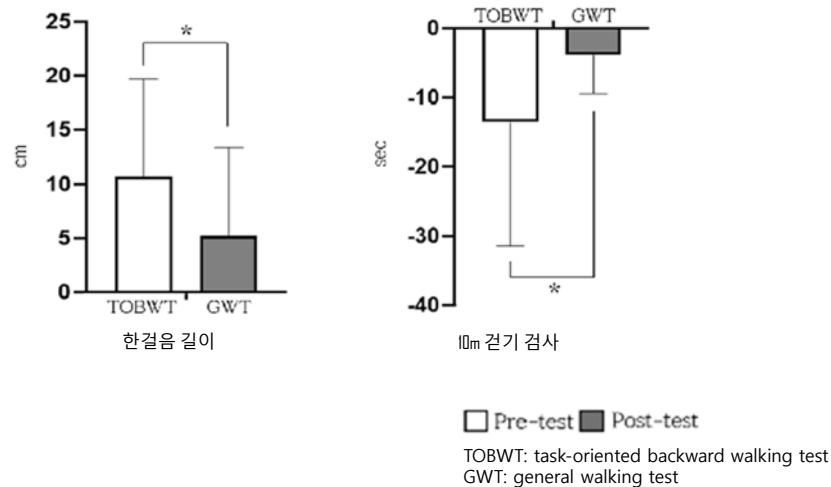
각 집단 내 변수 비교 (균형변수)

Table 6. Comparison of balance variable between pre and post intervention. (N=15)

		Pre-test	Post-test	t	p
TUG ^c (sec)	DTBWT ^a	31.75±5.71	25.26±4.61	4.58	.000*
	GWT ^b	27.92±4.45	24.15±3.64	2.70	.017*
BBS ^d (sec)	DTBWT	45.20±2.04	48.67±1.92	-7.42	.000*
	GWT	45.53±2.00	48.27±1.45	-3.18	.007*
LOS ^e (cm ²)	DTBWT	3.95±.60	5.51±.67	-.34	.000*
	GWT	2.93±.62	3.37±.62	-.26	.002*

^adual-task backward walking training, ^bgeneral walking training, ^ctimed up & go test, ^dberg balance scale, ^elimit of stability, *p<0.05

각 집단 간 변수 비교 (보행변수)



각 집단 간 변수 비교 (보행변수)

Table 7. Improvement in walking variable between dual-tasking backward walking training group and general walking training group. (N=15)

	DTBWT ^a (N=15)	GWT ^b (N=15)	Z	p
SL ^c (cm)	10.71±2.31	5.20±2.10	-2.09	.037*
10MWT ^d (sec)	-13.60±4.62	-3.86±1.44	-3.00	.003*

^adual-tasking backward walking training, ^bgeneral walking training, ^cstride length, ^d10 meter walking test, *p<0.05

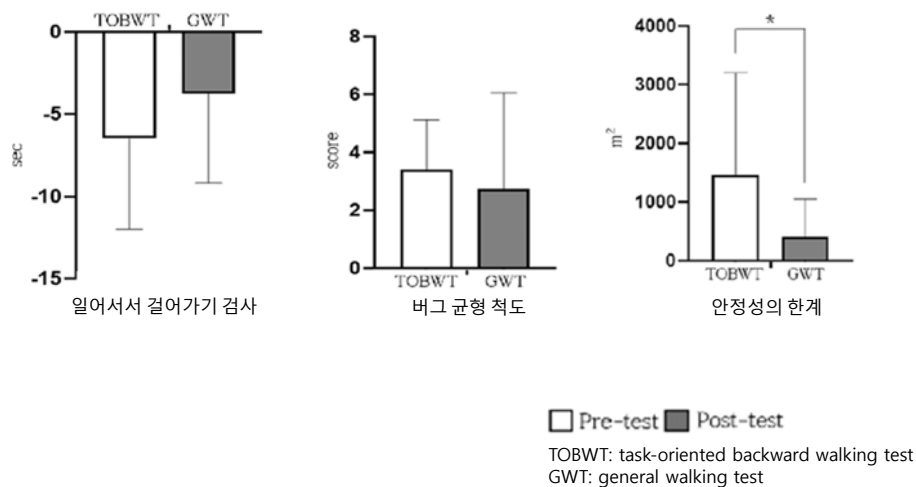


Table 8. Improvement in balance variable between dual-task backward walking training group and general walking training group. (N=15)

	DTBWT ^a (N=15)	GWT ^b (N=15)	Z	p
TUG ^c (sec)	-6.49±1.41	-3.76±1.39	-1.72	.085
BBS ^d (sec)	3.40±.44	2.73±.85	-1.22	.221
LOS ^e (cm ²)	1.55±.45	0.43±.16	-2.84	.004*

^adual-task backward walking training, ^bgeneral walking training, ^ctimed up & go test, ^dberg balance scale, ^elimit of stability, *p<0.05

고찰

고찰

- 후방보행훈련 후 뇌졸중 환자의 한 걸음 거리를 길어지게 한다는 연구와 10m 걷기 시간이 유의하게 단축된다는 선행연구들과 유사한 결과가 나타남

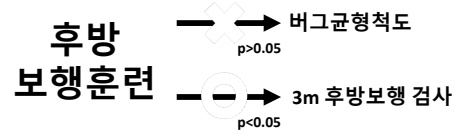
Yang et al., 2005; 기경일, 2009; Park, 2011

- 과제-지향 후방보행훈련 후 전후, 좌우의 안정성 한계의 범위가 유의하게 증가

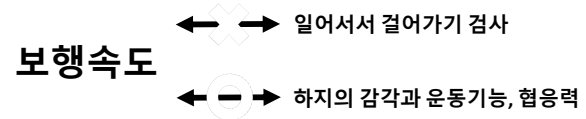
- 이는 후방보행 동안 시각 정보대신 몸감각정보에 대해 의존도가 상대적으로 높다는 선행연구를 뒷받침

Thomas & Fast, 2000

Rose et al. 2018



이영정. 2003



- 결과적으로 과제-지향 후방보행훈련은 보행의 속도와 대칭성이 향상되고, 하지의 감각과 운동기능, 협응력을 향상시켜 보행과 균형능력에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각됨

제한점

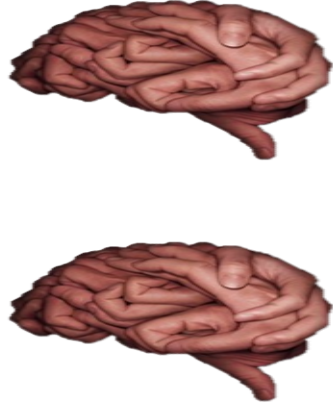
- 표본의 크기가 작기 때문에 일반화하여 해석하기에는 어려움을 가지고 있음
- 연구기간이 짧기 때문에 장기효과를 알 수 없음
- 보행지표를 모두 분석하지 못하여 보행에 어떠한 영향이 있는지 모두 알 수 없음

결론 및 제언

결론 및 제언

- 만성 뇌졸중 환자에 있어서 이중-과제 후방보행프로그램과 일반적 보행프로그램 모두 보행과 균형능력 향상에 효과적인 중재 방법이라는 것을 알 수 있음
- 만성 뇌졸중 환자에게 이중-과제 후방보행프로그램이 일반적 보행프로그램보다 보행 대칭성과 속도 그리고 정적 균형능력 향상에서 효과적인 중재 방법이라는 것을 알 수 있음
- 향후 연구에서는 일상생활에 적용할 수 있는 이중-과제 후방 보행프로그램을 제시함으로써 보다 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료됨

Mirror Neurons & Action Observation



Kim, Jong-Man

(PhD, PT, OT)

The Korean Academy of Neural Rehabilitation,



Volume 44, Number 8, August 2013
ISSN 0029-2998
http://stroke.ahajournals.org

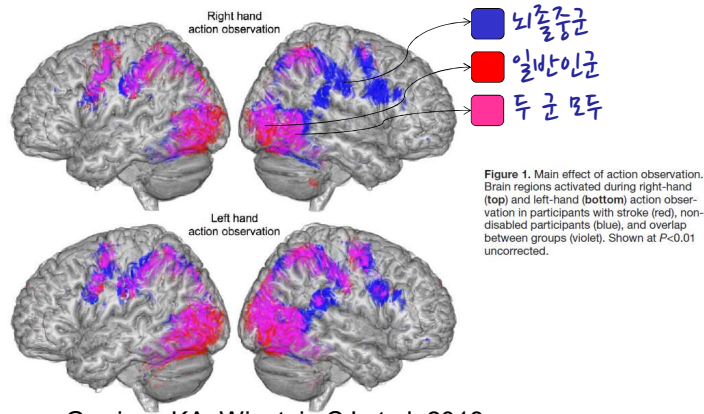
American Heart Association American Stroke Association

Stroke

 August 2013, Volume 44, Issue 8

<p>Right hemisphere</p> <p>Motor Regions Activated by Action Observation After Stroke</p> <p>■ Editorial Neuroimaging in Acute Stroke: Worldwide Survey</p> <p>■ Major Clinical Trial The CHEMIS Study: MELC01 in Acute Stroke Patients</p> <p>■ Clinical Sciences Risk Factors and Carotid IMT Geographic and Sex Difference of ICAS in China Neurological Profound Stroke Ratinal Microvascular and Ischemic Stroke ADMA in Response to tPA and EPO After Stroke fMRI and Hemorrhage After Thrombolysis in Stroke Cellular and Hemorrhagic Stroke Smoking and Hemorrhagic Stroke Mortality Flow Divergence vs Colling Hemodynamics of First Grade SAH and DCE Intravascular Fibrinolysis for Severe SAH Predictors of Response Risk in Small Artery Differences in Outcome in Stroke Subtypes INDESS Item Profiles CT and DWI ASPECTS in Stroke Timing-Sensitive Imaging of Collateral Vessels Scattered and Multiple Territory Lesion Pattern DMS Volume and Outcome After Endovascular Therapy Anti-GliN-52 Antibodies in Stroke Patients</p>	<p>Optimal Timing for CEA in Symptomatic Patients Thrombolysis in Wake-Up Stroke Patients B-Vitamins and Cognitive Impairment Stimulation of Language Networks in Early Aphasia Action Observation After Stroke Cost Analysis of a Regional Stroke Network Factors Associated With Readmissions After Stroke Cost-Effectiveness of Thrombolysis in Stroke</p> <p>■ Basic Sciences Thrombin Protein: White Matter Injury via HDN LTPs and Stroke fFG PET Imaging in Acute Ischemic Stroke Light-Sheet Microscopy Mapping After Stroke</p> <p>■ Brief Reports Poststroke Outcomes by Pathogenic Subtype Risk Stratification for CEA by Homocysteine Hemostatic Volume Using QSOX Cerebral Blood Volume and Pericyclic Hemorrhage in AIS Edema and Baseline Severity of Cerebral Ischemia Cannabis, Ischemic Stroke, and TIA Status, Lipid Levels, and Outcome of ICH Neuroprotection by NRT1 in Stroke</p> <p>■ Special Reports NINDS Stroke Research Priorities Stroke PET: Analysis and Recommendations</p> <p>■ Topical Reviews Neuroimaging Changes Epidemiology of Chagas Disease</p> <p>■ Basic Science Controversy Regulatory T Cells in Ischemic Stroke</p> <p>■ Stroke Literature Synopsis: Basic Science</p> <p>■ Letters to the Editor</p>	<p>Garrison KA, Winstein CJ (PT)...</p> <h2>Modulating the Motor System by <u>Action Observation</u> After Stroke</h2>
--	--	--

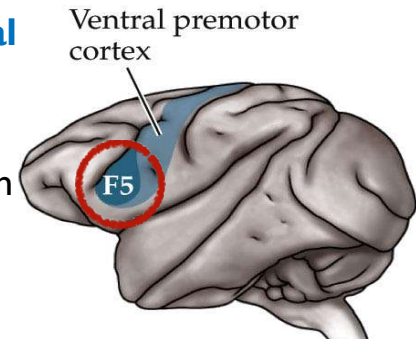
Modulating the Motor System by Action Observation After Stroke



Garrison KA, Winstein CJ et al. 2013

What are “mirror neurons?”

- Neuroscientist **Giacomo Rizzolatti** and his colleagues at the **University of Parma**, Italy discovered MNs in 1995.
- It was an **accidental discovery** that occurred while conducting research on motor neurons in monkeys.



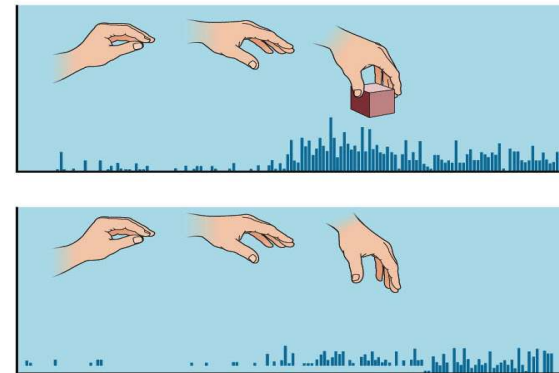
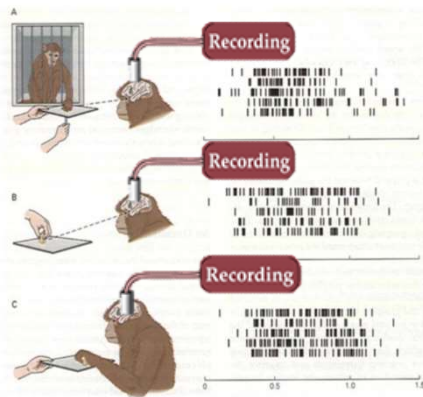
‘거울’ 신경세포(Mirror Neuron): 동작관찰에도 활성화

(Giacomo Rizzolatti et al, Cogn Brain Res, 1996)

타인의 행동을 마치 관찰자 자신이 스스로 행동하는 것처럼 시뮬레이션 함으로써

1. 타인의 의도를 인식하게 됨
2. 행동 모방을 관여 함

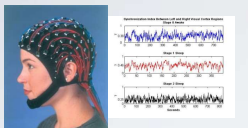
Monkey see, monkey do



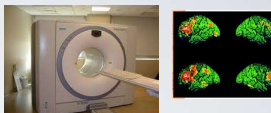
For these neurons to fire the monkey has to see an **object-directed action** (object alone or hand movement alone is not enough).

인간 거울신경세포 시스템 연구 도구

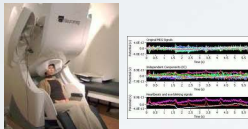
EEG
Electroencephalography



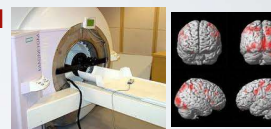
PET
Positron emission tomography




MEG
Magnetoencephalography



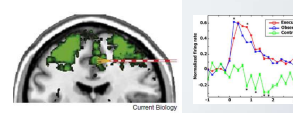
fMRI
Functional magnetic resonance imaging



TMS
Transcranial magnetic stimulation

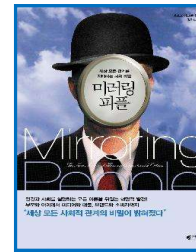


single-cell recordings



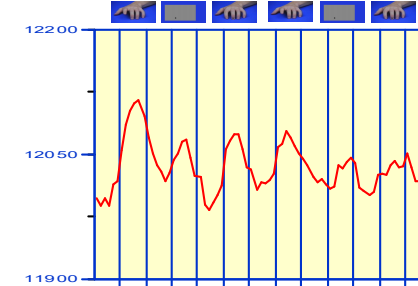
Mirror Neurons Appear to Exist in Humans

Iacoboni et al., 1999, *Science*

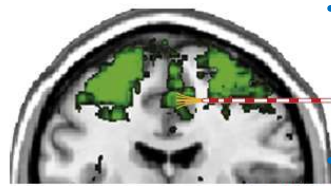


Ventral Premotor Cortex
Posterior Parietal Cortex
Superior Temporal Sulcus

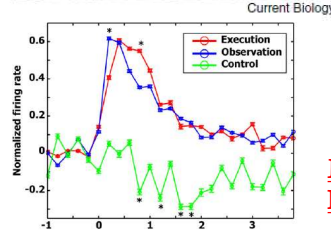
Execution Observation



최초로 사람에게서 거울신경세포의 반응을 기록

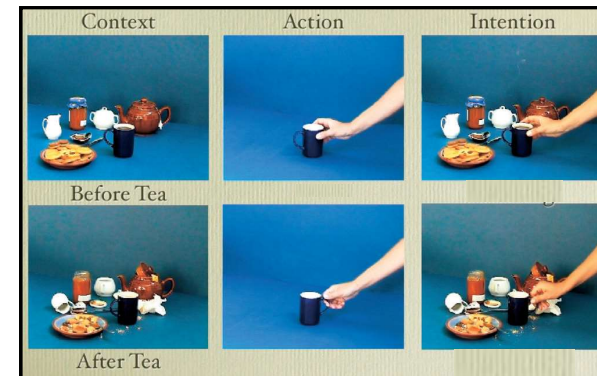


- 안쪽 이마엽과 관자엽에 있는 1177개의 신경세포를 대상으로 미세전극을 삽입하여 활성을 측정하였다.
- 조사된 8%의 세포들(보완운동 결질, 해마)이 동작관찰과 실행 모두에서 활성화되는 거울신경세포들이었다.



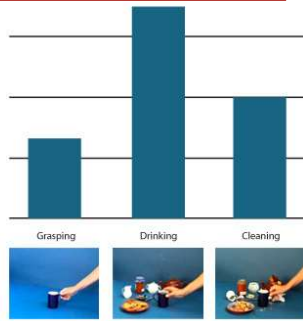
Mukamel R, Ekstrom RD, Kaplan J, Iacoboni M, Fried I (2010).

거울신경세포는 타인의 의도가 있는 동작을 이해



Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, et al. (2005) Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS Biol* 3(3): e79.

거울신경세포는 **최종 의도**를 구별?

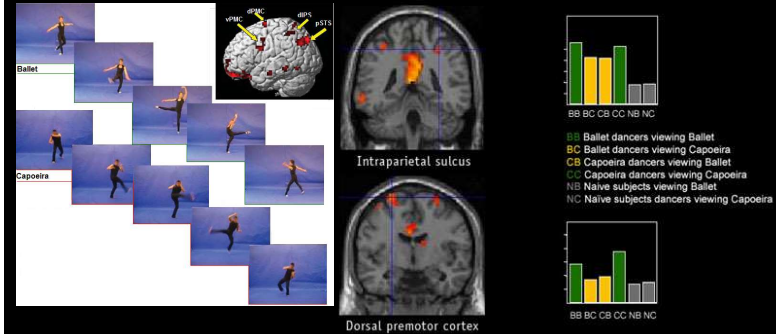


MN system은 **관찰하는 행위**(컵을 잡는 것)를 부호화 한다. 또한 행위 이면에 있는 **의도**(마시기 위해 잡는 것 또는 치우기 위해 잡는 것)를 부호화 한다. -생물학적인 기능, 즉 인간의 근원적인 의도에 더 활성화된다.

13

거울신경세포는 **관찰한 동작과 본래 가지고 있는 운동 레퍼토리가 일치할 때 더 민감하게 반응**

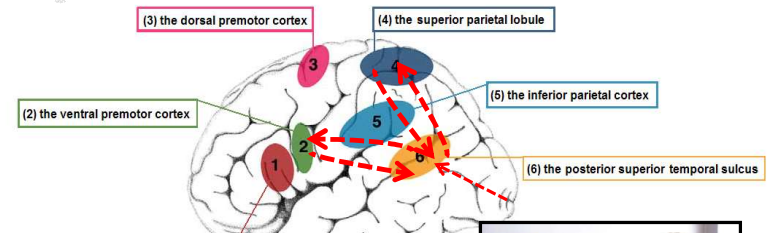
경험과 거울신경세포시스템 fMRI Results



Calvo-Merino B, et al. **Observation and Acquired Motor Skills: An fMRI Study with Expert Dancers.** Cerebral Cortex, 2005.



거울신경시스템(MNS): **동작 관찰과 모방할 때**



거울신경세포는 **모방을 통해 학습을 촉진시킨다!**

(에릭 캔델, **통찰의 시대**, 2012)



A schematic, lateral view of the human cortex showing areas that have consistently been found to be active during imitation tasks and during passive observation of biological motion

모방 과제 훈련 - 관찰 실행 맞추기 시스템

동작을 **관찰**할 때, 반응 촉진이 **무의식적**이고 **빠르고**
자동적으로 생성된다...



동작 관찰

→

동작 상상

→

동작 실행


=


(Bucking & Riggio, 2006)

거울신경세포에서 얻은 연구 결과를
어떻게 신경재활에 활용할 수 있을까?

동작을 관찰하고 관찰한 동작을
모방하면서
움직임을 배우는 것은 운동학습의
가장 원초적인 방법이다!

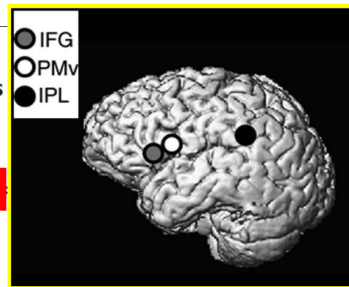
우리도 이것을 임상에 사용할 수 있을까?



Review

The Mirror Neuron System: A Neural Substrate for Methods in Stroke Rehabilitation

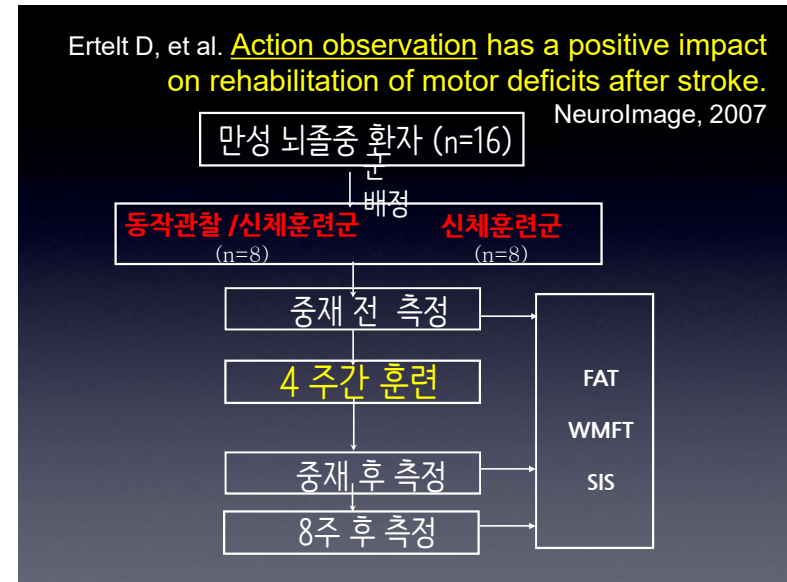
Kathleen A. Garrison, MSc, Carolee J. Winstein,
and Lisa Aziz-Zadeh, PhD³
Neurorehabilitation and Neural Repair
24(5) 404-412. 2010



Abstract

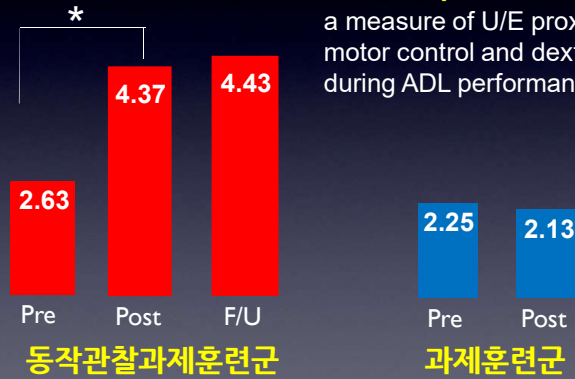
Mirror neurons found in the premotor and parietal cortex respond not only during action execution, but also during observation of actions being performed by others. Thus, the motor system may be activated without overt movement. Rehabilitation of motor function after stroke is often challenging due to severity of impairment and poor to absent voluntary movement ability. Methods in stroke rehabilitation based on the mirror neuron system—action observation, motor imagery, and imitation—take advantage of this opportunity to rebuild motor function despite impairments, as an alternative or complement to physical therapy. Here the authors review research into each condition of practice, and discuss the relevance of the mirror neuron system to stroke recovery.

과제를 연습할 목적으로 동작관찰을 병행하라!
그러면 더 나은 수행을 할 것이다!



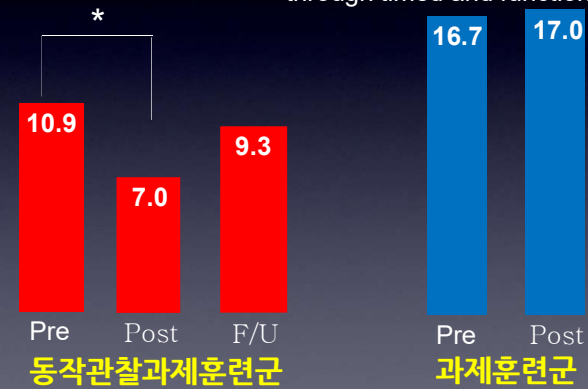
동작 관찰 효과는?

- **Frenchay Arm Test**
a measure of U/E proximal motor control and dexterity during ADL performance.



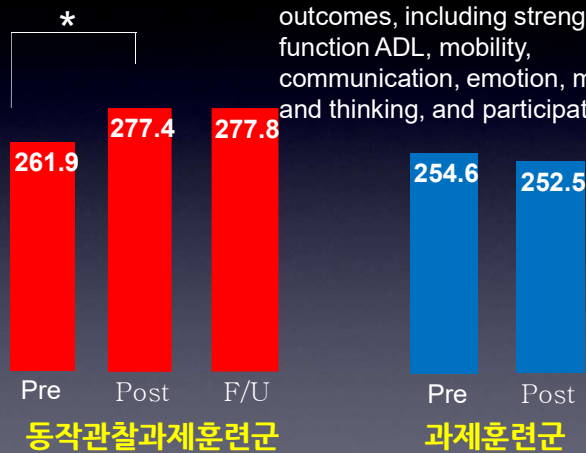
동작 관찰 효과는?

- **Wolf Motor Function Test**
quantifies U/E motor ability through timed and functional tasks

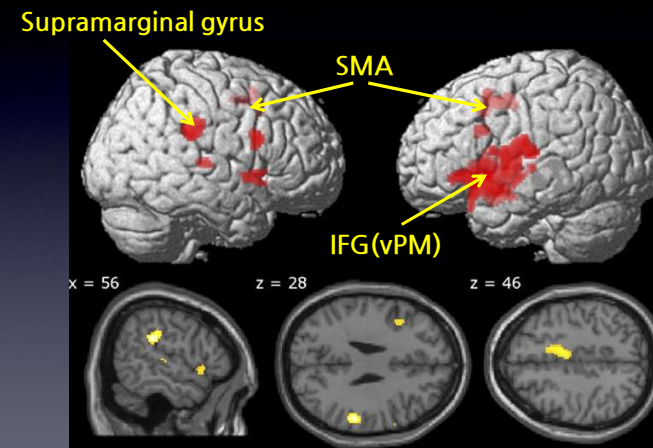


동작 관찰 효과는?

- **Stroke Impact Scale**
to assess multidimensional stroke outcomes, including strength, hand function ADL, mobility, communication, emotion, memory and thinking, and participation.



Brain plasticity following the action observation therapy



한국전문물리치료학회지 제 17권 제 2호
PTK Vol. 17 No. 2 2010.

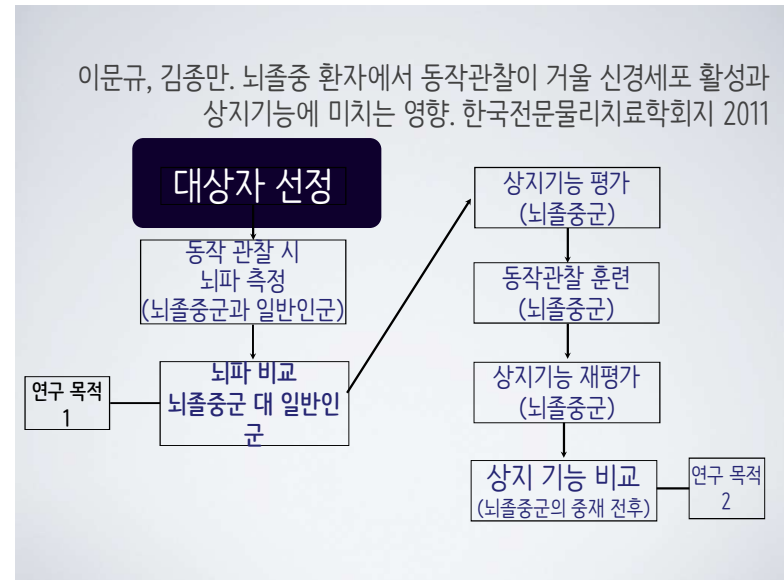
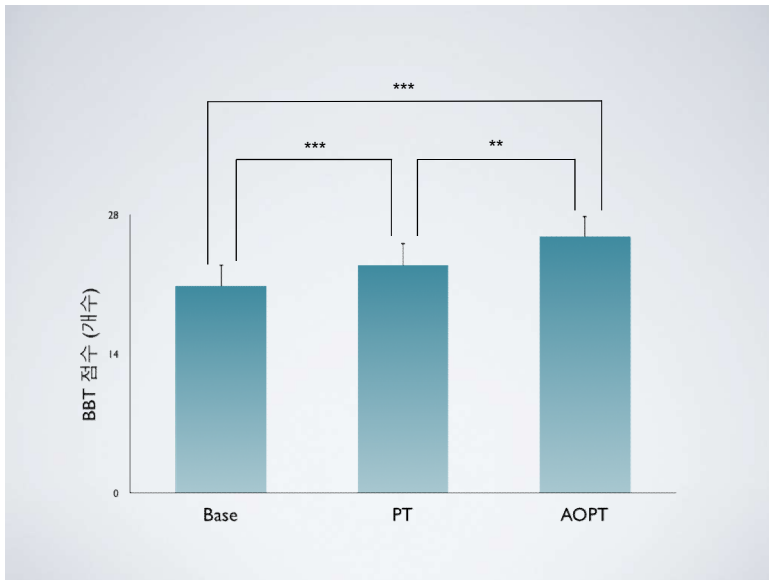
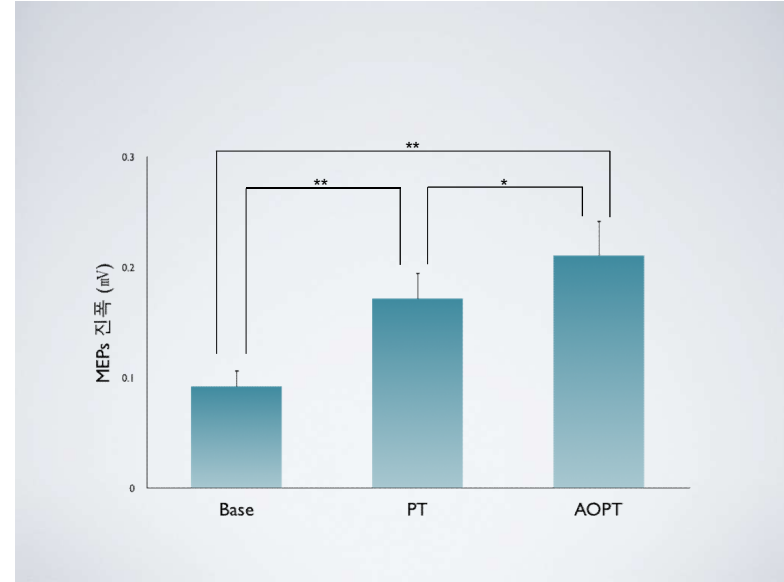
동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 손 조작능력에 미치는 영향

김종만
서남대학교 보건학부 물리치료학과
양병일
보바스기념병원 물리치료실
이문규
광주 씨티재활병원 재활센터

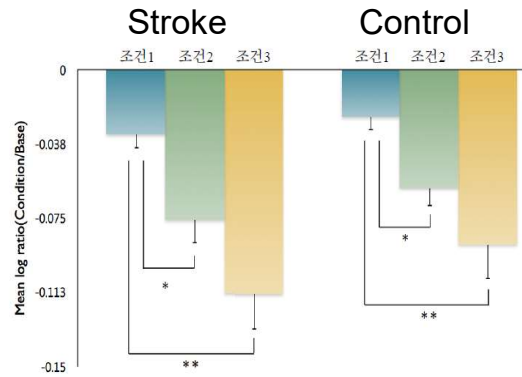
Abstract

The Effect of Action Observational Physical Training on Manual Dexterity in Stroke Patients

Jong-man Kim, Ph.D., P.T., O.T.
Dept. of Physical Therapy, Division of Health, Seonam University
Byoung-il Yang, B.H.Sc., P.T.
Dept. of Physical Therapy, Bobath Memorial Hospital
Moon-kyu Lee, M.P.H., P.T.
Dept. of Rehabilitation Center, Gwangju City Rehabilitation Hospital



뇌졸중군과 일반인군의 평균 무 파워 로그비 비교



29

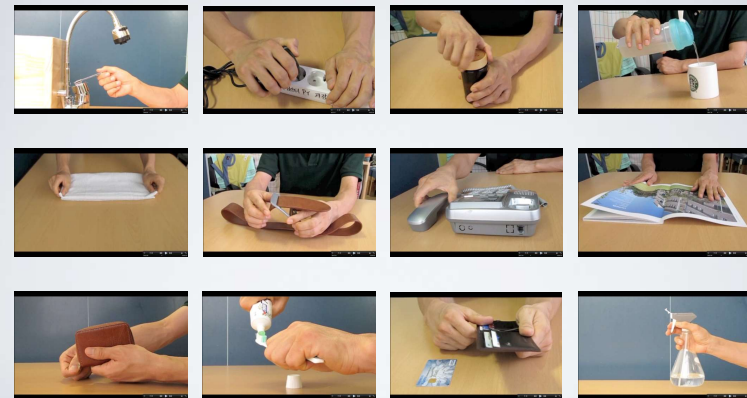
Action Observation: 연습할 과제 관찰



Physical Training: 관찰한 과제 연습

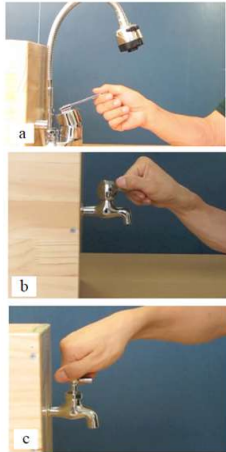


동작관찰훈련 상지 과제 (이문규, 김종만 2011)



기능적 동작관찰 훈련 과제

- 1 수도꼭지 돌리기
- 2 빨래 접기
- 3 반찬 통 뚜껑 열기
- 4 지퍼 열고 잠그기
- 5 전기 콘센트 끼우기
- 6 병 뚜껑 열기
- 7 물 따르고 마시기
- 8 허리 띠 잠그고 풀기
- 9 치약 짜고 양치하기
- 10 전화 걸기
- 11 지갑에서 카드 넣고 빼기
- 12 책장 넘기기



33

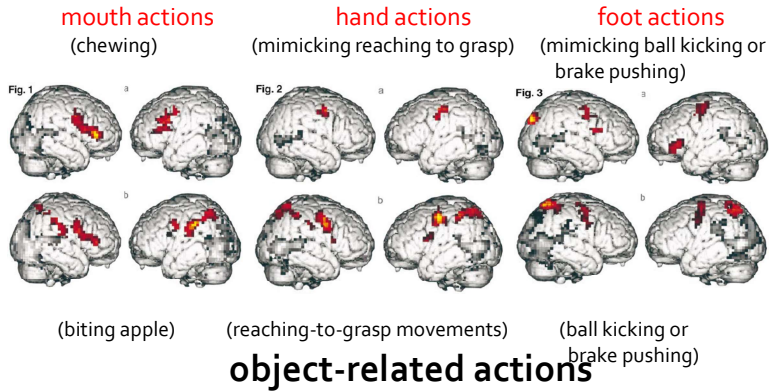
동작관찰 훈련 전후 WMFT 비교

		기술통계	훈련전	훈련후	2주후	유의수준 ^a
WMFT FAS	훈련전-훈련후	Z	-3.2			$\chi^2=21.855$
		p	.001 ^c			p=.0001
		effect size	.8			
훈련후-2주후	Z	-2.423				
	p	.015 ^c				

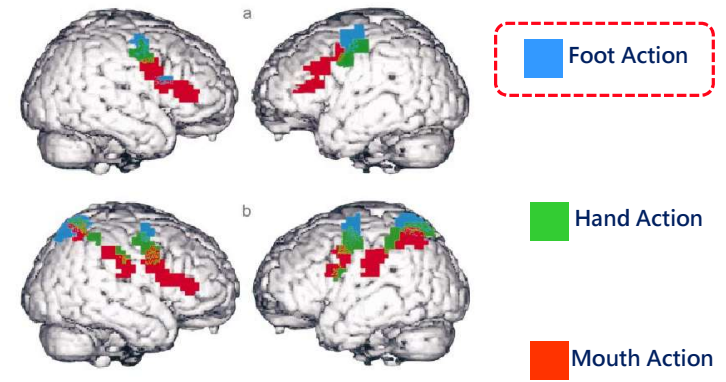
^aFriedman 검정.
^b평균±표준편차.
^cWilcoxon Signed Rank test; 다중 비교를 위한 Wilcoxon Signed Rank test, Bonferroni correction의 type I error level은 .0125임.
 WMFT FAS: Wolf motor function test functional ability scale.

거울신경세포 시스템은 목포가 구체적인 동작을 관찰할 때?

Buccino et al., *Euro J of Neurosci.* 2001
non-object-related actions



Somatotopy of Action Observation



Buccino et al. *Eur J Neurosci* 2001

Article

CLINICAL REHABILITATION

Clinical feasibility of action observation training for walking function of patients with post-stroke hemiparesis: a randomized controlled trial

Clinical Rehabilitation
1-10
© The Author(s) 2014
Reprints and permissions:
sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/0269215514523145
cre.sagepub.com
SAGE
2014

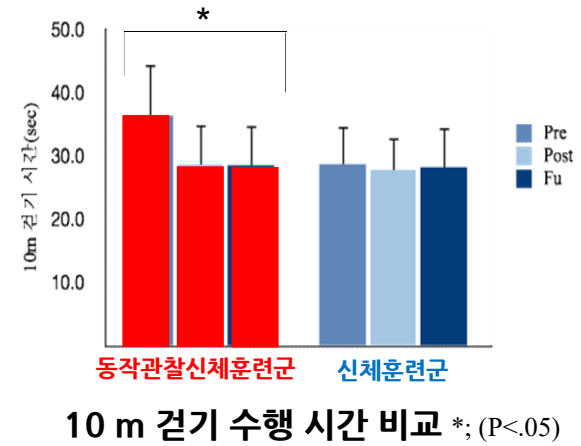
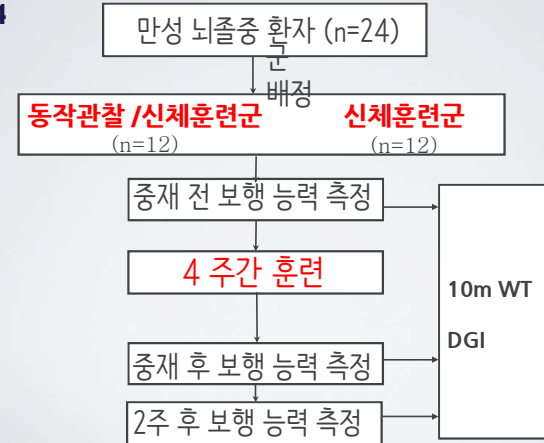
Hye-Ryoung Park¹, Jong-Man Kim², Moon-Kyu Lee¹ and Duck-Won Oh³

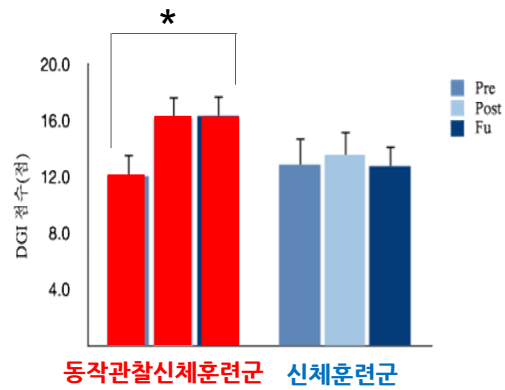
Abstract

Objective: To identify the effects of action observation training (AOT) on the walking ability of subjects with post-stroke hemiparesis.

Conclusions: The findings suggest that AOT can be beneficial in enhancing walking ability of patients with post-stroke hemiparesis, and may be clinically feasible as a practical adjunct to routine rehabilitation therapy. A power calculation on our data showed that 20 subjects in each group were required for further definitive studies.

Park HR, Kim JM, et al. Clinical feasibility of action observation training to improve the walking ability of patients with post-stroke hemiparesis. Clinical Rehab 2014





Dynamic Gait Index 점수 변화
*; (P<.05)

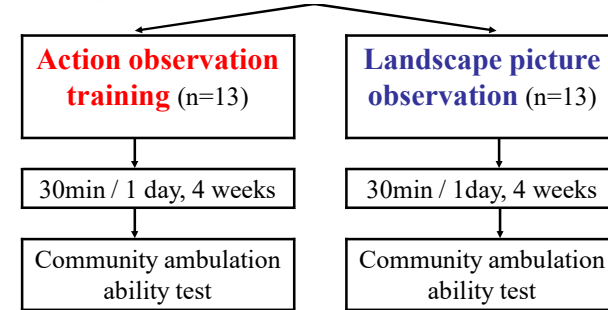
Clinical Rehabilitation 2016

Home Browse Submit Paper About Subscribe

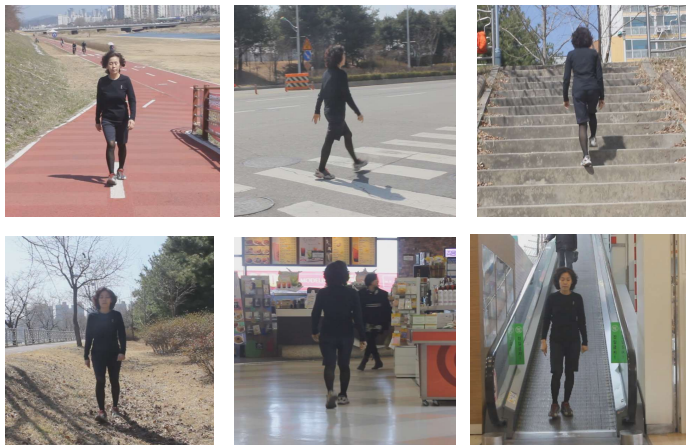
Action observation training of community ambulation for improving walking ability of patients with post-stroke hemiparesis: a randomized controlled pilot trial

Hyun-Ju Park, Duck-Won Oh, Jong-Duk Choi, Jong-Man Kim, Suhm-Yeop Kim, Yong-Jun Cha, Su-Jin Jeon

First Published October 5, 2016 | Research Article



동작관찰훈련 지역사회 보행과제 (박현주 등, 2013)

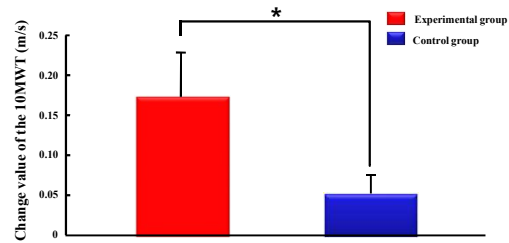


성공적인 지역사회 보행을 적응하려면?

- 도로를 안전하게 건널 수 있는 능력 (77~138 cm/s)
- 일상생활의 여러 과제들을 생활할 수 있을 만큼 충분한 거리를 걸을 수 있는 능력 (약 300m)
- 굴곡된 오르막길을 오를 수 있는 능력
- 장애물을 피하거나 극복할 수 있는 능력

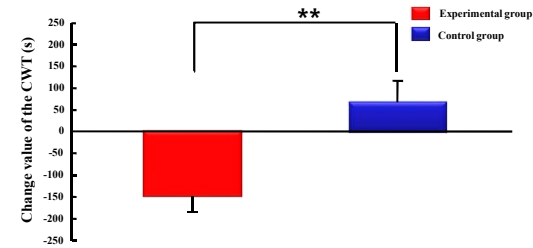
10-m Walk Test (10MWT)

	EG	CG	<i>t</i>	Interaction effect <i>F</i>
Pre-test	0.43±0.19 ^a	0.64±0.35	-1.891	4.398*
Post test	0.60±0.33	0.70±0.39	-0.660	
<i>t</i>	3.165*	-2.293*		



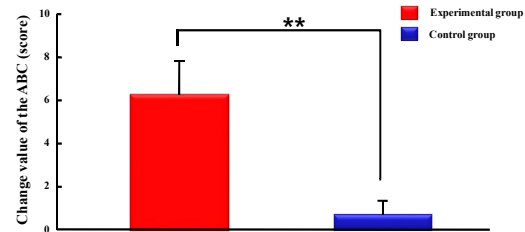
Community Walk Test (CWT)

	EG	CG	<i>t</i>	Interaction effect <i>F</i>
Pre-test	899.83±360.78	729.31±439.04	1.056	12.604*
Post-test	748.42±352.75	796.38±587.39	-2.45	
<i>t</i>	4.236**	-1.368		*



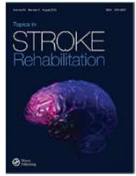
Activities-specific Balance Confidence (ABC)

	EG	CG	<i>t</i>	Interaction effect <i>F</i>
Pre-test	57.74±22.76	44.91±31.42	1.160	10.825**
Post test	63.99±20.96	45.62±32.43	1.665	
<i>t</i>	3.861	-1.152		



Symmetric index Measures

	EG	CG	<i>t</i>	Interaction effect <i>F</i>
SI swing				
Pre-test	1.69±0.41	1.30±0.37	2.452	3.445
Post test	1.45±0.36	1.44±0.57	0.054	
<i>t</i>	2.558*	-0.776		
SI stance				
Pre-test	0.87±0.06	0.93±0.07	-2.323	1.961
Post test	0.90±0.09	0.91±0.08	-0.430	
<i>t</i>	-0.879	1.128		
SI overall				
Pre-test	1.96±.58	1.42±.49	2.494	3.467
Post test	1.65±.51	1.63±.77	-1.105	
<i>t</i>	2.264*	-0.885		
SI step				
Pre-test	.81±.38	.96±.19	.910	1.503
Post test	.89±.25	.94±.24	-2.221	
<i>t</i>	-1.364	.367		



Topics in Stroke Rehabilitation. 2016

Effects of action observation therapy on hand dexterity and EEG-based cortical activation patterns in patients with post-stroke hemiparesis

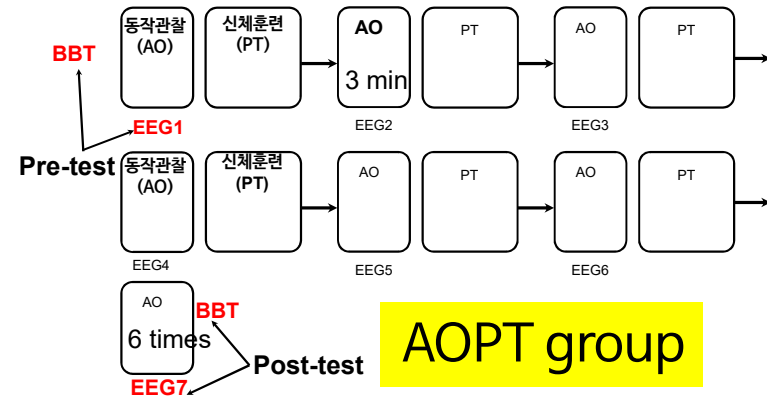
Eun-Ju Kuk¹, Jong-Man Kim², Duck-Won Oh³, Han-Jeong Hwang⁴

¹Department of Physical Therapy, College of Medicine, Seonam University, Namyang, Republic of Korea

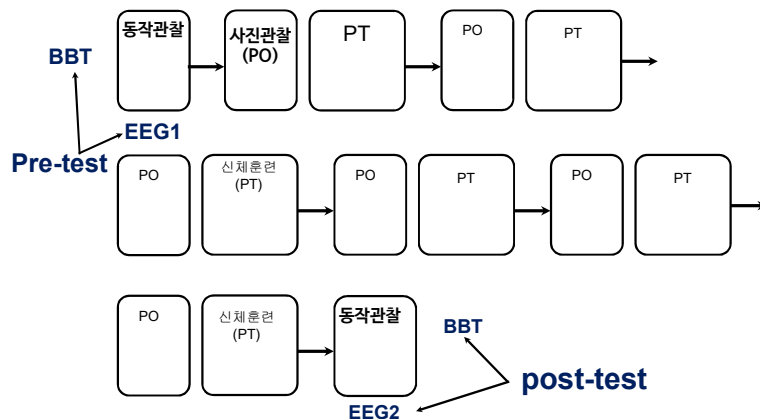
Conclusions: These findings support that AOT may be beneficial in altering cortical activation patterns and hand dexterity.

Objective: The purpose of this study was to illustrate the effects of AOT on hand dexterity and cortical activation in patients with post-stroke hemiparesis.

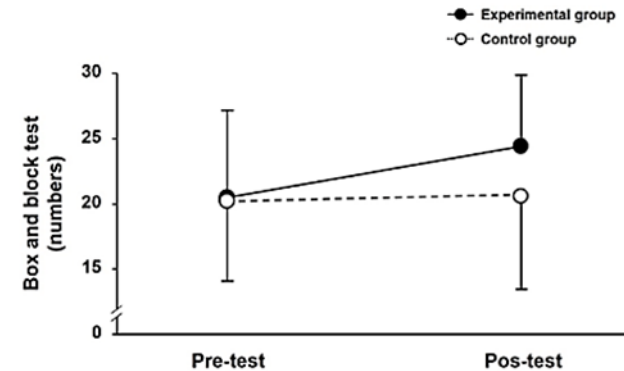
Effects of action observation therapy on hand dexterity and EEG-based cortical activation patterns in patients with post-stroke hemiparesis. Kuk EUN-ju, Kim Jong-man. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 2016



POPT (대조군) group

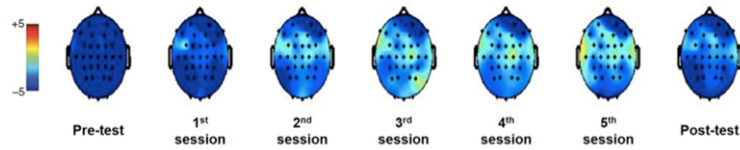


동작관찰 훈련군과 대조군의 BBT 결과



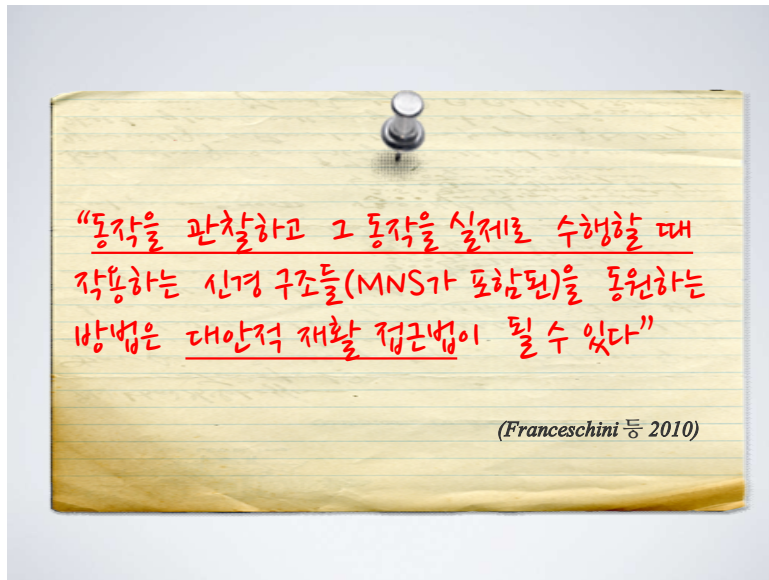
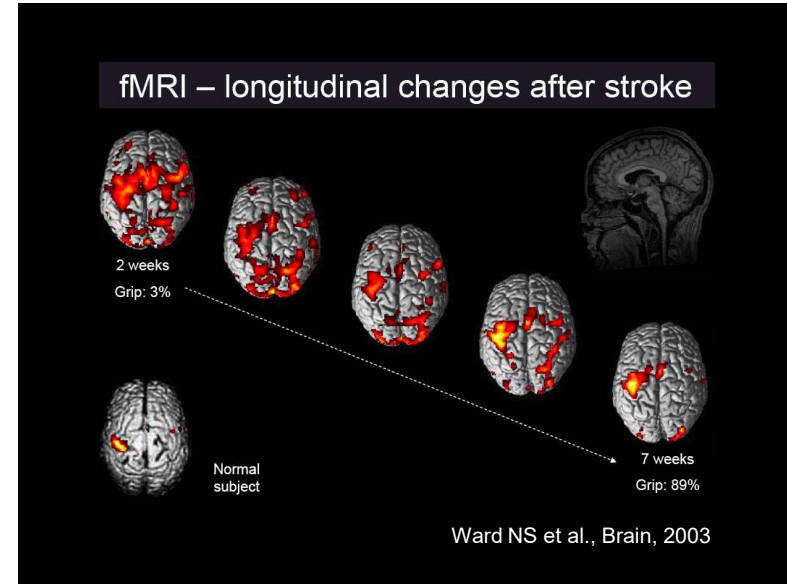
훈련 횟수가 6회였음에도 AOT가 만성 뇌졸중 환자에게 손 민첩성을 향상시키는데 효과적임을 제공한다.

동작관찰 훈련군 뇌매핑 비교



AOT 동안 과제 수행의 불필요한 인지작용을 줄이고 필요한 영역의 MNS를 활성화시키는 긍정적 효과를 입증

Pre-test	Post-test
Superior frontal gyrus (BA 6, 9)	Superior frontal gyrus (BA 6, 9)
Middle frontal gyrus (BA 46)	Inferior frontal gyrus (BA 45)
Inferior frontal gyrus (BA 45)	Precentral gyrus (BA 4)
Precentral gyrus (BA 4)	Postcentral gyrus (BA 1, 2, 3)
Postcentral gyrus (BA 1, 2, 3)	Inferior parietal cortex (BA 7, 40)
Inferior parietal cortex (BA 7, 40)	



신경과학에서 제시하는 신경재활 원리?

- 과제 **연습** 없이는 수행력 증진되지 않는다.
- 과제 연습에서 **반복** 요소 매우 중요하다.
- 연습은 단순 반복이 아니라 **복잡하고 의미 있는 과제**를 반복 연습하여야 한다.
- 과제연습 시 **동작관찰**을 병행하면 매우 효과적이다.





감사합니다!

Kim, Jongman, PhD, PT, OT
Dept of Occupational Therapy,
Jeonju University

paulkjm66@hanmail.net
<http://neuropt.com>
<http://facebook.com/paulkjm>