

대한정형외과 컴퓨터수술학회+ 소식지

Newsletter of the CAOS-KOREA

The Korean Society of Computer Assisted Orthopaedic Surgery



April 2024 No.1

- 인사말
문영완 | 대한정형외과 컴퓨터수술학회 회장
- 2024 대한정형외과 컴퓨터수술학회 임원 명단
- 2024년 CAOS 관련 해외학회 일정
- 본원 ROBODOC 수술의 발전사
윤성환 | 장산의료재단 이춘택병원
- 딥러닝은 어떻게 수술계획의 자동화를 이끌어 내는가?
조우람 | 가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실
- 의학에서 Chat GPT의 활용과 정형외과 영역에서의 가능성
장병용 | 순천향대학교 의과대학 정형외과학교실
- 2024년 춘계 회원동정



BENCOX[®]

Dual Mobility Acetabular System

Enhancing Stability & Mobility

Our comprehensive solution featuring advanced technology offers a new standard in hip arthroplasty.



Wear Resistance

Highly-Crosslinked PE insert has been proven to generate lower wear rates and high mechanical strength.

Range of Motion

The significant shell-to-neck ratio of the large-diameter Dual Mobility bearings is designed to improve the range of motion (ROM). The largest range of motion provides up to 159 degrees in flexion/extension.

Surgical Efficiency

Streamlined for simplicity, our one-tray instrumentation system maximizes OR efficiency.

Jump Distance

Enhances hip stability, reducing the risk of dislocation by increasing the lateral dislocation distance by 26%.

Enhanced Stability

Taper angle of 18° is designed to prevent malseating of the CoCr liner with the MIRABO Cup to help avoid the micromotion & disassociation during implantation.

Compatibility

Uses a conventional acetabular shell to utilize a offering the surgeon intraoperative flexibility conventional design or the MIRABO Dual Mobility Cup System.

존경하는 대한정형외과 컴퓨터수술학회 (CAOS KOREA) 회원 여러분

여러분 안녕하세요,
대한정형외과 컴퓨터수술학회(CAOS-KOREA) 회장 문영완입니다.



저희 대한정형외과 컴퓨터수술학회(CAOS-KOREA)의 2024년 춘계학술대회에 참석해 주신 여러분께 진심으로 환영의 인사를 드립니다. 정형외과 분야에서는 컴퓨터와 로봇 수술, 인공지능의 혁신적인 발전이 이루어지고 있고 이러한 발전은 우리의 의료분 야를 빠르게 변화시키고 있습니다. 최근에는 로봇 인공관절 수술과 같은 고급 기술의 도입으로 환자의 치료 효과와 안전성이 대폭 향상되고 있습니다. 또한, 인공지능(AI) 기술의 발전으로 정형외과 영역에서의 질환 예측, 진단, 치료에 새로운 가능성이 열리고 있으며, 이로써 환자들에게 보다 정확하고 안전한 치료를 제공할 수 있는 기회가 확대되고 있습니다.

이번 춘계학술대회에서는 슬관절, 고관절, 견관절의 Robotics and Computer-Assisted Surgery와 더불어 rehabilitation robot, 최신 3D printing 기술의 정형외과 영역에서의 활용 및 biomedical, biomechanical technique 등에 대해 토론의 장을 열어, 이러한 혁신적인 기술들의 최신 연구 결과와 적용 사례에 대해 살펴보고, 함께 논의하고 발전시킬 기회를 가질 것입니다. 본 학회는 이러한 트렌드를 선도하고, 현장에서의 경험과 최신 연구를 공유하는 플랫폼을 제공합니다. 이번 춘계학술대회를 통해 여러분은 국내외의 우수한 전문가들과의 교류를 통해 최신 기술과 동향에 대한 통찰력을 얻을 수 있을 것입니다. 우리는 이를 통해 정형외과 의료 현장에서의 혁신과 발전에 기여할 수 있는 방안들을 고민하고, 함께 나아갈 수 있는 미래를 모색할 것입니다.

저희 대한정형외과 컴퓨터수술학회(CAOS-KOREA)는 다양한 분야에서 활동하고 있는 연구자, 의사, 기업인, 그리고 학생들이 모여 함께 배우고 나누는 자리입니다. 이를 통해 새로운 아이디어를 도출하고, 현장 경험을 공유하여 생산적인 자리를 만들고자 합니다. 본 학회의 지속적인 성장과 발전을 위해 노력할 것이며, 회원 여러분의 지속적인 관심과 참여를 바랍니다. 함께하는 여러분의 열정과 지식이 이번 대회를 더욱 풍성하고 의미 있는 경험으로 만들 것임을 확신합니다.

많은 분들의 참여와 활발한 토론을 통해 이번 대회가 성공적으로 마무리되길 기대합니다. 모든 참가자 여러분의 건강과 행복을 기원합니다.

감사합니다.

2024년 4월
대한정형외과 컴퓨터수술학회 회장 **문영완**

2024 대한정형외과 컴퓨터수술학회 임원 명단

회장	문영완 (성균관의대 삼성서울병원)		
차기 회장	이우석 (연세의대 강남세브란스병원)		
총무	노재휘 (순천향의대 서울병원)		
감사	한승범 (고려의대 안암병원)	윤정로 (중앙보훈병원)	
이사	강현귀 (국립암센터)	구승범 (카이스트)	고경환 (서울아산병원)
	김경태 (서울성심병원)	김상민 (고려의대 구로병원)	김유진 (성균관의대 강북삼성병원)
	김윤혁 (경희대학교 공과대학)	김한수 (서울의대 서울대학교병원)	박관규 (연세의대 신촌세브란스병원)
	박종웅 (고려의대 안암병원)	박예수 (한양의대 구리병원)	서승석 (해운대부민병원)
	선종근 (전남의대 화순병원)	송상준 (경희의대 경희대학교병원)	송현석 (가톨릭의대 은평성모병원)
	유기형 (경희의대 경희대학교병원)	이주홍 (호성전주병원)	이한준 (중앙의대 중앙대학교병원)
	임승재 (성균관의대 삼성서울병원)	정구희 (경상의대 창원병원 ICT의료융합연구소)	하용찬 (서울부민병원)
	한혁수 (서울의대 서울대학교병원)		
학술위원회	위원장: 선종근 (전남의대 화순병원)	간사: 김광균 (건양의대 건양대학교병원)	간사: 정민 (연세의대 세브란스병원)
	공윤배 (서울부민병원)	김성환 (연세의대 강남세브란스병원)	김성환 (중앙의대 중앙대학교병원)
	김정성 (췌코렌텍)	김지완 (울산의대 서울아산병원)	노재휘 (순천향의대 서울병원)
	문영래 (문영래정형외과)	박장원 (이화의대 서울병원)	박찬우 (삼성서울병원)
	박철희 (경희의대 경희대학교병원)	배지훈 (고려의대 구로병원)	신총수 (서강대학교 공과대학)
	양재혁 (고려의대 안암병원)	유준일 (경상의대 경상대학교병원)	이성민 (경희의대 경희대학교병원)
	이성산 (인제의대 일산백병원)	이승준 (서울대학교 보라매병원)	임도형 (세종대학교 공과대학)
	정상현 (경북대학교 공과대학)	조병우 (강남세브란스병원)	조우람 (가톨릭의대 서울성모병원)
	최장환 (화여대 공과대학)	최진승 (건국대 바이오메디컬공학과)	최형석 (순천향의대 서울병원)
	한혁수 (서울의대 서울대학교병원)		
보험위원회	위원장: 강현귀 (국립암센터)	간사: 장우영 (고려의대 안암병원)	노두현 (서울의대 서울대학교병원)
	정석원 (건국의대 건국대학교병원)	윤선중 (전북의대 전북대학교병원)	이시욱 (계명의대 계명대학교병원)
편집위원회	위원장: 유기형 (경희의대 경희대학교병원)	간사: 조우람 (가톨릭의대 서울성모병원)	강경중 (경희의대 경희대학교병원)
	김윤혁 (경희대학교 공과대학)	김현정 (고려대학교 의과대학 근거중심의학연구소)	배지훈 (고려의대 구로병원)
	백승훈 (경북의대 경북대학교병원)	신영수 (이화의대 목동병원)	양재혁 (바른마디병원)
	왕준호 (성균관의대 삼성서울병원)	윤성환 (이춘택병원)	장병웅 (순천향의대 서울병원)
	정남수 (아주의대 아주대학교병원)	조승환 (조선의대 조선대학교병원)	김승찬 (가톨릭의대 은평성모병원)
전산홍보위원회	위원장: 송현석 (가톨릭의대 은평성모병원)	간사: 남윤진 (고려의대 구로병원)	권혁민 (연세의대 세브란스병원)
	공재관 (가톨릭의대 의정부성모병원)	최성훈 (한양의대 한양대학교병원)	
자문위원	자문위원: 김신윤 (경북의대 경북대학교병원)	김정만 (아산현대병원)	박윤수 (성균관의대 강북삼성병원)
	배대경 (서울성심병원)	서정탁 (부산의료원)	송은규 (세계로365병원)
	원예연 (건강보험심사평가원)	인주철 (W병원)	임홍철 (서울바른세상병원)
	이명철 (SNU 서울병원)	장준동 (한림의대 동탄성심병원)	정영복 (남양주현대병원)
	정화재 (더자인병원)		

2024년 CAOS 관련 해외학회 일정

- CAOS International 2024**
 일시: 2024년 6월 19일 수요일 ~ 22일 토요일 장소: Groningen, Netherlands
- CARS(Computer Assisted Radiology and Surgery) 2024**
 일시: 2024년 6월 18일 화요일 ~ 21일 금요일 장소: Barcelona, Spain



본원 ROBODOC 수술의 발전사



장산의료재단 이촌택병원 **윤성환**

슬관절 인공관절수술에서 정렬 불량(malalignment)은 폴리에틸렌 마모율 및 인공관절 재치환술 빈도를 증가시켜 component의 정확한 positioning과 그를 위한 planning이 중요하다¹⁾. 수술 기술이 지속적으로 개선되었음에도 불구하고, 일부 연구에서는 computer assisted TKA에서 9%의 3° 이상의 정렬불량을 보이는 반면 conventional TKA에서 32%에서 정렬 이상을 보고하는 등 정렬 이상치의 비율이 높다고 보고했다²⁾. 그러나, 통상적으로 로봇 인공관절 수술은 술자의 오류를 최소화할 뿐만 아니라 component positioning 및 기계적 축 정렬의 정확성과 정밀성을 향상시키는 것으로 보고하고 있다³⁾.

2002년 10월 국내 최초로 로봇을 이용한 인공관절 수술이 성공한 후 어느덧 20년이 훌쩍 넘었다. 처음 로보닥(Robot+Doctor)을 도입했을 당시만 해도 의료시장, 특히 정형외과 수술에서 로봇의 역할은 미미했다. 하지만 현재는 상황이 많이 달라졌다. 국내 굴지의 병원들이 적극적으로 인공관절 수술 로봇을 도입하기 시작하며 로봇 수술의 부흥기가 시작된 것이다. 실제로 2019년에는 전체 수술의 6%정도 차지했던 인공관절 로봇 수술이 2023년에는 약 14% 상승한 20%의 점유율을 보이고 있다는 보고도 있다. 또한 다양한 회사(Smith & nephew의 NAVIO, CORI, Stryker의 MAKO, CUREX의 Cuvix등)에서 속속 인공관절 로봇을 발표함으로써 로봇인공관절 시장도 빠르게 커지고 있다. 다양한 인공관절 수술 로봇 기술의 발전, 그 처음에는 로보닥(ROBODOC)이 있었다.



사진1. (좌)로보닥, (우)닥터 엘씨티를 이용한 인공관절 수술

ROBODOC 시스템은 수술 전 계획을 세우는 planning station인 ORTHODOC(Orthopedic+Doctor)과 이 수술계획을 수행하게 되는 로봇인 ROBODOC(Robot+Doctor)으로 구성된다. 수술 전 가상공간에서 수술 계획을 수립하고 로봇이 정밀하게 뼈를 깎기 때문에 항상 정확하고 일관된 결과를 가져올 수 있다는 것이 로봇수술의 가장 큰 장점이다. 또한 일반적으로 고식적 인공관절수술로 기 힘든 환자에서 수술을 더 용이하게 해주는 경우도 있다.



사진 2. 금속내고정물을 유지한채 시행한 로봇을 이용한 슬관절 치환술

하지만 초창기 로봇 수술은 피부 및 연부조직 절개를 많이 해야 하고 커터의 헤드 직경도 커서 절삭시 주변 피부 및 연부조직 등에 손상을 줄 우려가 크고 절삭시간이 많이 걸린다는 단점이 있었다. 또한, 정합(Registration) 방법에서도 103개의 많은 포인트를 측정, 단계마다 feedback할 수 없이 정해진 순서대로만 진행해야 했으며 정합의 오차범위를 크게 허용하여 실제 골 절삭의 정밀도까지 상대적으로 떨어뜨릴 수 있다는 문제가 있었다. 그리고 만약 정합이 실패라도 한다면 처음부터 다시 시작해야 하므로 재정합으로 인해 시간이 지연되거나 상황이 생길 수 밖에 없었다. 이렇듯 수술 결과에 대한 확신과 신뢰는 있었지만 도입할 당시만해도 로봇 수술을 준비하고 진행하는 과정이 매우 복잡해 사용자인 의사에게 매우 불편했고 이에 대한 개선이 절실했다.

이러한 문제들을 직접 해결하기 위해 2005년 8월 본원은 원내에 로봇관절 연구소를 개소했다. 당시 국내외의 로봇 전문가와 최고의 컴퓨터 프로그래머 등의 연구진을 구성해 R&D에 힘을 쏟아 부었고, 연구에 몰두한 지 3년이 지나서 가시적인 성과가 나타나기 시작했다. 2008년 새로운 절삭 시스템을 개발하여 '로봇을 이용한 관절 절삭시스템'에 대한 특허를 얻었다. 이는 기존보다 절개를 적게 하여도 신속하고 안전하게 뼈를 커팅할 수 있고, 뼈에 붙어 있는 근육 또는 주변 연부 조직의 손상을 최소화하여 최소 침습술을 로봇수술에 접목할 수 있게 되었다.

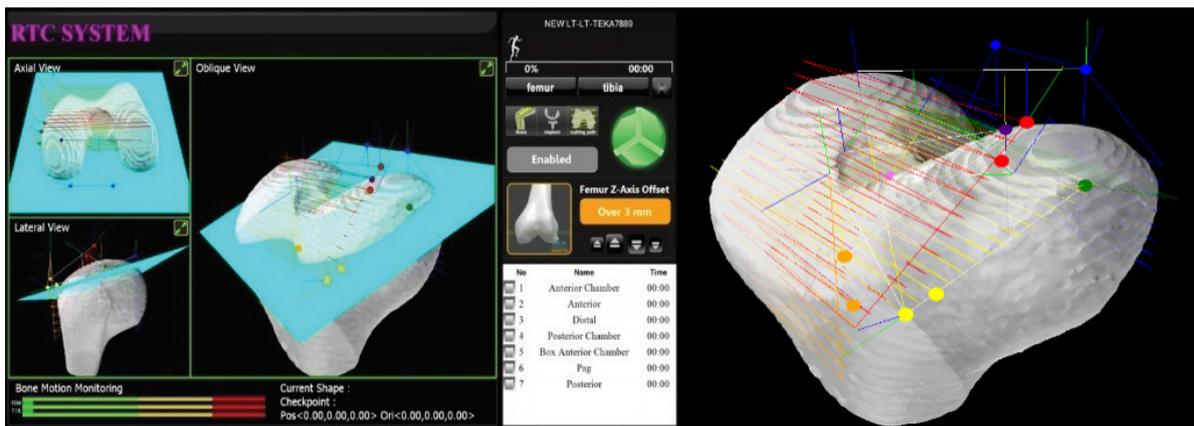


사진 3. 새로운 절삭시스템 개발

또한, 수술 의사가 모든 절삭(cutting) 과정에 적극적으로 개입해 절삭 중 발생할 수 있는 충돌(impingement), 연부조직 손상(soft tissue damage) 등의 문제점이 예상되는 절삭을 사전에 차단하며 수술을 마무리할 수 있도록 추가적으로 절삭 정도 선택(cutting offset option)을 개발하였다. 이로 인해 사전 수술 계획에서 생길 수 있는 오차를 최소화할 수 있으며 수술 중에 환자 각각의 변형 정도에 따른 조절이 가능하며 로봇수술 적응의 유연성을 확대하였다.

2013년에는 3S(simple, safe, speedy)를 모토로 한 새로운 정합시스템을 개발하여 "객체 정합장치 및 그 방법"이라는 이름으로 특허청에 등록했다. 새로운 정합시스템은 3차원 좌표인 digitizer의 좌표를 3D 좌표상에 직접 시각화하여 뼈와의 거리 길이를 시각, 청각화하여 직관적으로 사용자에게 정합결과를 보여주어 소위 3S registration를 할 수 있도록 고안하였다. 그 결과, 정합 포인트 수를 25포인트로 대폭 감소하여 기존에 17분 이상 소요되던 정합시간이 평균 3분 이내로 감소 되었고 정합결과인 RMS의 평균값은 0.5mm로, 기존 정합 방법보다 약 3배 이상의 정밀한 결과를 얻었다.

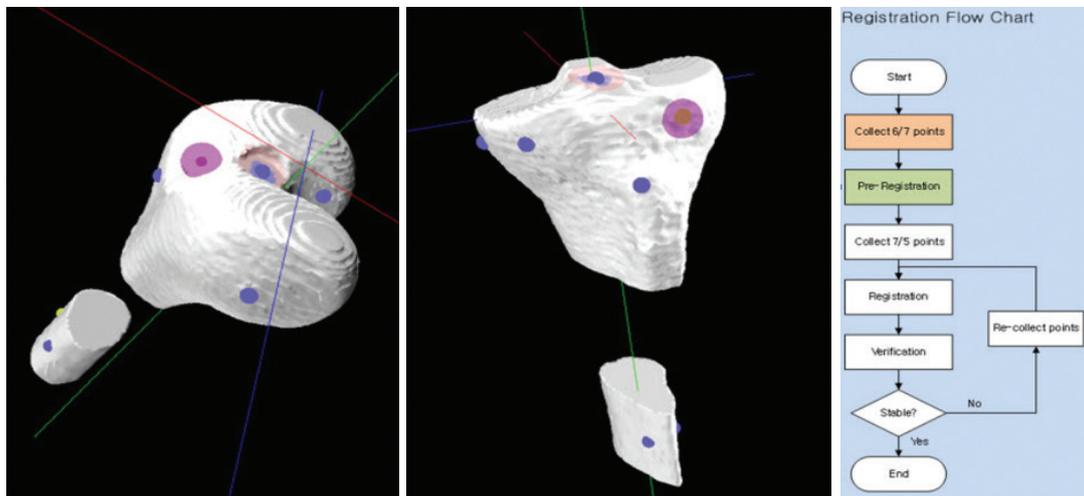


사진 4. 새로운 정합시스템 3SR 개발

이러한 개발물을 통해 로봇수술 시스템을 더 다양한 임상적 적용으로 확대하기 위한 노력 하였다.

첫째로, 2008년 12월 처음 로봇수술을 접목한 반치환술 개발에 성공하였다. UKA는 일반적으로 더 좁은 시야내에서 시행되기 때문에 coronal alignment와 tibial slope의 복원이 까다로우며 자칫하면 실패율이 높아질수고 있다는 문제점이 있다. 이에 착안하여 로봇을 이용한 최소/미세 침습술을 적용하면 이런 문제점들을 해결할 수 있다고 보았다. 또한, UKA에서 가장 중요한 문제는 limb alignment와 tibial slope 각의 복원인데 로봇을 이용할 경우 수술 전 본래의 대퇴 경사각과 인공관절 경사각 사이의 offset을 미리 결정할 수 있어 이러한 주요 문제들을 극복할 수 있었다. 수술 절개 크기는 5cm정도로 Sub-vastus para-patella capsulotomy를 시행 중이며 복잡한 cutting 지그가 필요 없이 direct tunnel 기술을 이용한 절삭기(cutter)가 사용된다.

두 번째로, 2015년 개발에 성공한 근위경골 절골술(High Tibial Osteotomy, 이하 HTO)이 있다. 성공적인 HTO를 위해서는 교정 각을 위한 정확한 수술 전 계획과 정밀한 수술 술기가 필요한데 정확한 교정각을 얻기 위한 고식적 방법은 하지의 회전, 방사선 사진 계속 시의 영상 시차, 절골 면의 위치, 절골할 경골 직경의 차이 등에 의해 교정각 정확성의 한계와 절골 시 골 내부로 갈수록 육안 확인이 어려워 절골 경사도와 절골의 면적이 수술계획과 다르게 진행될 수 있는 문제점을 가지고 있었다. 이러한 한계점들은 로봇수술 시스템을 이용한다면 충분히 극복할 수 있다고 판단되어 개발을 하게 되었고 성공하게 되었다.

이러한 성공에도 불구하고 로보닥은 오래 전에 개발되었고 보수 유지가 점차 힘들게 되었다 따라서 새로운 로봇에 필요성을 느껴 본원은 수술자의 요구를 로봇에 지속적으로 반영하는 등 임상과 연구를 유기적으로 해오며 로봇의 국산화에 힘쓰다 드디어 2021년 새로운 인공관절 수술용 로봇인 닥터 엘씨티 (Dr. LCT)를 개발했다. Dr. LCT는 국내에 처음 인공관절 수술용 로봇을 도입한 하이춘택 원장님의 이니셔티브 식품 의약품안전처로부터 자동화 시스템 로봇수술기의 제조 허가를 획득하였고 의료기기 품목의 3등급 의료기기 제조허가를 획득하였으며 이와 함께 의료기기 제조 및 품질관리 기준 적합(GMP) 인증을 획득했다.



사진 5. 닥터 엘씨티(Dr. LCT)

Dr. LCT에는 20년 가까운 세월 동안 축적한 약 18,000건의 풍부한 수술 임상데이터를 통해 개발한 모든 결과물이 그대로 녹아 있다. 이 수술 로봇은 특히 의사와 연구진의 직접적인 소통을 통해 연구 개발 방향을 설정했다. 수술 중 의사가 무엇을 필요로 하는지 환자에 유리한 수술 과정은 무엇인지를 첫 번째로 생각하여 보다 빠르고 안전하고 간단한 과정을 구현하게 되었다.

특히 기존에 사용하던 수술용 로봇인 ROBODOC(로보닥)은 로봇 팔이 5축인데 반해 Dr. LCT는 7축으로 되어 있어 수술 과정에서 보다 자유롭고 세밀한 움직임이 가능해졌다. 이는 제한된 공간에서 기존 5축으로는 접근하지 못했던 수술 부위까지 절삭이 가능하게 하여 가능하면 최소침습적 수술(MIS)에 더욱 특화된 수술을 가능하게 하였다. 또한 기존에 대비하여 보다 정밀한 움직임을 수행할 수 있는 정밀도 높은 로봇 팔의 성능으로 절삭 오차를 줄이고 보다 강해진 힘으로 절삭 능력을 높이면서도 다중 센서 기반으로 안정성을 높였다.

실제 Dr. LCT의 효용성을 알아보기 위해 본원에서는 2021년 6월부터 약 300례의 양측 슬관절 퇴행성 관절염 환자를 대상으로 한 측은 ROBODOC으로 반대측에는 Dr. LCT로 수술을 진행하여 연구를 진행 중이며, 초기 50명의 경험을 대상으로 한 결과를 2022년 ISTA학회, 2023년 International CAOS 학회에 발표하기도 하였다. 수술 전후 x-ray상 교정각도, 술 후 functional score등에서는 두 군 다 차이가 없이 만족스러운 결과를 보인 반면 수술시간은 Dr. LCT에서 통계적으로 아주 의미있게 줄어든 것을 알 수 있었다.

Table 1. Radiographic results of 50 patients

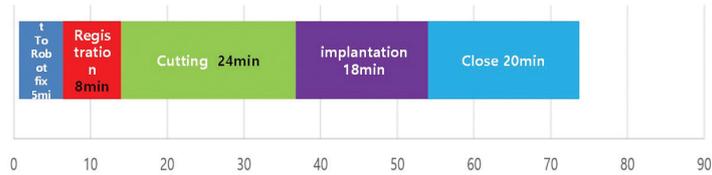
Parameters	ROBODOC TKA 41cases	Dr.LCT TKA 41cases	p value (t-test)
Number of patients (knees)	50(50)	50(50)	
Number of males / females	47/ 43		
Age	69.7(60-89 std 5.7)		
Diagnosis	50		
osteoarthritis	2021.June ~ 2021.Sep		
period			
Robot surgery			
procedure time (minute)	6.9(std1.5)	6.1(std 1.0)	0.014
Fix	7.9(std 2.0)	2.8(std 1.0)	0
Match	23.5(std 4.2)	8.2(std 1.2)	0
Cut			
Femorotibial angle			
(standing) (degrees)			
Preoperative	8.5varus (-7 -28 std 6.4)	7.8varus (-9-20 std 6.3)	0.625
Final followup (10 years)	0.3varus(Std 1.2)	0.2varus(Std 1.2)	0.515
Outliers (> 3°)	2 cases(4.9 %)	1 cases(2.4%)	0.556
Femoral component	96.2 (Std 2.2)	96.2(Std 1.7)	0.878
Coronal (alpha degree)			
Sagittal (gamma degrees)	1.5 (Std 0.9)	1.4(Std 0.7)	0.766
Tibial component position			
(degrees)			
Coronal (beta degrees)	89.9(std 0.8)	90.2(Std 0.7)	0.047
Sagittal (delta degrees)	84.3(Std 2.2)	83.4(Std 2.2)	0.051

Table 2. Clinical results of 50 patients

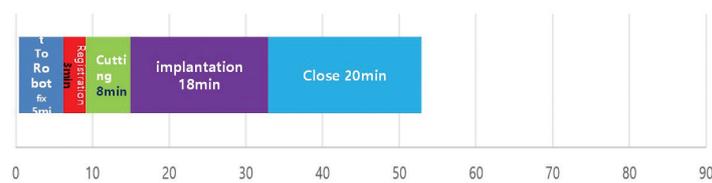
Parameters	Group		Preoperative		Final followup		p value	
	ROBODOC TKA	Dr.LCT TKA	ROBODOC TKA	Dr.LCT TKA	Preoperative	Final followup		
Mean Knee	50cases	50cases	50cases	50cases				
Society knee score								
(points)								
Pain score	46.3 (std 11.7)	50.3 (std 9.2)	83.4 (std 4.7)	85.0 (std 6.0)	0.093		0.159	
Function score	43.2(std 14.4)	39.1 (std12.5)	84.4 (std 6.9)	86.7 (std 4.7)	0.18		0.081	
WOMAC score*	68.1 (std 4.5)	69.6 (std 6.0)	15.6 (std 2.7)	15.7 (std 4.9)	0.215		0.889	
ROM	113.8(std 16.0)	117.8(std12.1)	120.0(std15.6)	123.1(std10.3)	0.11		0.185	
	ROBODOC	TKA		Dr.LCT TKA				
Satisfaction								
Satisfied	43 (86%)			41 (82%)			0.821	
Somewhat	5 (10%)			7 (14%)				
dissatisfied	2 (4 %)			2 (4%)				
Complication	N=1	1 Severe Pain		N=1 1 Severe Pain				

Operation time

Conventional Robot



Dr. LCT



1992년 로봇을 이용한 인공 고관절 수술을 받은 첫 환자를 시작으로 인공관절 분야에 로봇수술이 적용되었다. 하지만 초기 결과는 고관절 분야에서 과도한 연조직 손상과 높은 재수술 빈도로 인해 로봇수술은 일반인공관절 수술에 비해 유용성이 보이지 않았다⁴⁾. 슬관절에서도 로봇 인공관절 수술은 점차 발달함에 따라 초기 합병증 없이 정확도를 보였지만 높은 가격과 긴 수술 시간으로 인해 로봇수술이 일반적으로 확산되기는 어려웠던 것이 사실이었다⁵⁾. 또한 초기에는 본원에서 로보닥(ROBODOC)을 이용한 인공 슬관절 임플란트 정렬(implant alignment)에서 높은 정확도를 보고했지만 높은 초기 합병증을 보고하여 로봇의 개선이 필요함을 보여주었다⁶⁾.

초기의 좋지 않은 결과에도 불구하고 네비게이션을 결합하여 수술 후 정렬의 정확도를 높이고 다양한 개선을 통해 최소 침습 수술의 정확도를 높이는 등 점차 좋은 결과를 보이고 있다⁷⁾. 수술 후 슬관절 인공관절 수술의 결과를 개선하기 위해 지난 수십 년 동안 여러 로봇 보조 시스템이 사용되었다. 로보닥과 ORTHODOC은 최초로 발명된 방법 중 하나로 오랫동안 좋은 결과를 보여주었으며 관절 방식의 변화, 밀링 커터 구경의 최소화, 등록의 단순화, 무릎 관절 고정 및 인간의 오류 최소화를 통해 조직 보존이 가능하도록 개선되었다.

2002년부터, 본원은 로보닥을 사용하여 18,000번 이상의 수술을 성공적으로 수행해왔다. 하지만, 시간이 지나면서, 로보닥을 개선하고 수리하는 것이 점차 어려워졌다. 그래서 우리는 우리의 경험을 바탕으로 새로운 로봇 보조 시스템인 Dr. LCT를 개발하게 이르렀다. Dr. LCT는 CT를 기반으로 한 완전 능동형 7축 로봇 시스템이며, 각 축에 대한 센서와 안전 회로를 가지고 있다. 또한 ROBODOC의 5축보다 더 많은 축을 가지고 있어서, 더 자세하고 유연한 움직임을 보여준다.

Dr. LCT는 올인원 시스템의 작은 크기 때문에 수술 field내서 이동하기가 쉽고 관리하기가 매우 편하다. 언급한 연구 결과를 볼 때 기계적인 정렬측은 ROBODOC 그룹과 Dr. LCT 그룹에서 수술전에 비해 모두 다 개선되었고, 수술 후 임플란트 각도는 두 그룹 사이에 차이가 없었으며, 좋은 결과를 보여주었다.

통증 점수 또한 두 그룹 모두에서 개선되었다. 또한 기능 점수도 비슷한 결과를 보였다. 수술 시간에서 Dr. LCT 그룹의 registration 시간은 ROBODOC 그룹보다 짧았으며 Dr. LCT 그룹의 bone cutting time이 ROBODOC 그룹보다 훨씬 더 적게 걸렸다. 따라서 Dr. LCT는 ROBODOC보다 통계적으로 유의하게 수술 시간이 감소했다. 이러한 시간 감소는 conventional TKA와 거의 동일한 수술 시간을 보여 초기 로봇 인공슬관절 수술의 단점이었던 수술 시간은 더 이상의 단점은 아닐 것으로 보인다. 전 세계의 의료용 로봇 시장은 급성장하고 있는 추세다. 국내 시장 또한 함께 성장 중이며 수요 또한 점점 늘어나고 있다. 하지만 의료 로봇 기술 대부분을 해외 대기업이 독점하고 있기 때문에

국내 기업은 수술용 로봇 개발에 적극적으로 참여하지 못하는 상황이다. 하지만 세계적인 추세가 계속해서 의료의 자동화 및 첨단화로 흘러가고 있는 지금, 발전하는 기술의 혜택을 받기 위해선 정밀하고 안전한 수술용 로봇 기술을 개발하고 이 기술에 투자해야 할 것이다.

특히 수술용 로봇의 경우 기술 발전을 위해 의료현장의 충분한 임상데이터가 필요하며 자금력 또한 뒷받침되어야 한다. 대기업이 진출하지 못한 국내 의료용 로봇 제조 시장은 대부분 중소기업이 기술 혁신을 주도하고 있으나, 자금력과 임상 정보 확보에는 여전히 어려움이 따른다. 이런 상황 속에서 이상의 국내 고유의 수술 로봇 기술을 개발한 본원의 성과는 아직 미비하지만 국내 의료 로봇 시장에 고무적인 활력의 밑거름이 되리라 기대하고 있다. ROBODOC과 Dr. LCT의 여태까지의 과정과 성과가 발자취가 되어 국내의 더 많은 병원과 기업이 수술용 로봇 시장에 발전에 연구와 투자에 진입하길 희망하며, 이춘택 병원은 당장의 수익과 성과보다 급변하는 미래를 현명하게 대비하는 의료 로봇 기술을 위한 연구 개발에 나아가겠다는 포부를 밝혀본다.

References

1. Carlisle, D. (2010, April). graphicx: Enhanced support for graphics. Retrieved from <http://www.ctan.org/te> Kim Y.H., Park J.W., Kim J.S., Park S.D.: The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. *Int Orthop* 2014; 38: pp. 379-385.
2. Mason J.B., Fehring T.K., Estok R., Banel D., Fahrbach K.: Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty* 2007; 22: pp. 1097-1106.
3. Van der List J.P., Chawla H., Joskowicz L., Pearle A.D.: Current state of computer navigation and robotics in unicompartmental and total knee arthroplasty: a systematic review with meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016; 24: pp. 3482-3495.
4. Honl M, Dierk O, Gauck C, Carrero V, Lampe F, Dries S, Quante M, et al.: Comparison of Robotic-Assisted and Manual Implantation of a Primary Total Hip Replacement. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am*, 2003;85: pp1470-1478.
5. BornerM, Wiesel U, Ditzen W: Clinical experiences with Robodoc and the Duracon Total Knee.In:Stiehl J, Konermann W,Haaker R(eds). *Navigation and Robotics in Total Joint and Spine Surgery*.Berlin,Germany .Springer-Verlag,2004pp362-366.
6. Park SE, Lee CT: Comparison of robotic-assisted and conventional manual implantation of primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2007; 22:pp1054-1059.
7. DuttonAQ, YeoSJ, YangKY, LoNN, Chia KUand ChongHC: Computer-Assisted Minimally Invasive Total Knee Arthroplasty Compared with Standard Total Knee Arthroplasty A Prospective, Randomized Study. *J Bone Joint Surg [Am]*. 2008; 90 pp2-9.
8. Khlopas A, Sodhi N, Sultan AA, Chunghtai M, Molloy R Mand Mont MA: Robotic Arm-Assisted Total Knee Arthroplasty. *Journal of Arthroplastty*2018; 33: pp2002-2006.



딥러닝은 어떻게 수술계획의 자동화를 이끌어 내는가?



가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실 조 우 램

세계는 바야흐로 인공지능의 시대이고, GhatGPT를 비롯한 다양한 인공지능이 생활에 물들며 여러 분야에 혁신적인 사례를 지속적으로 창출하고 있다. 의료분야 역시도 수많은 연구 결과에서 딥러닝을 이용한 진단과 치료 분야의 정확도 향상은 물론, 자동화를 이룩한 사례를 보고 하며 미래의학을 향한 도전이 이어지고 있지만, 정형외과의 경우는 조금 이야기가 다르다. 정형외과는 수술의 비중이 매우 높은 임상학과이고 딥러닝의 도움을 받는 것이 다소 생소하고 막연한 분야이다. 한 예로, 진단을 제외하고 수술에서 어떻게 딥러닝을 활용할 것인가에 대한 물음은 관련 분야를 연구해 온 전문가가 아니고서는 선뜻 대답하기가 막연할 것이다. 이 대답에 앞서 핵심적인 사항은, 수술은 결국 의사가 진행한다는 것이다. 로봇 수술이 있기는 하지만 결국 의사가 조종하여 수술을 진행한다. 우리의 미래에 로봇이 수술 전문의를 완벽하게 대체 하는 그 날이 오기 전까지는 결국 수술은 의사의 영역인데, 그렇다면 과연 딥러닝은 의사를 위하여 수술에 어떤 도움을 줄 수 있는가? 첫 번째 단계는 바로 수술계획의 수립일 것이다.

수술계획의 중요성에 대해서는 정형외과 전문의마다 상이하다. 이유는 수술계획이 필요하지 않은 분야의 전문의도 있고, 많은 경험과 오랜 기간 숙련된 스킬로 수술계획에 의존하지 않는 전문의도 분명히 있다. 반대로, 운전할 때의 내비게이션처럼 수술계획이 절실한 분야도 있는데, 바로 골반과 고관절 수술이 그렇다. 골반과 고관절 분야의 대표적인 수술은 인공 고관절 치환술이다. 인공 고관절 치환술은 마모된 혹은 파괴된 고관절의 일부를 인공물로 대체하여 고관절의 운동 기능을 보존하고 통증을 경감시켜 환자의 질 높은 일상생활의 영위를 돕는 수술이다. 인공 고관절 치환술은 환자에게 있어서는 매우 중요한 수술이지만, 전문의에게 있어서 매우 부담이 크고 어려운 수술이기도 하다. 건강보험심사평가원에 따르면 2022년 기준 국내 인공 고관절 치환술 환자는 2만 7557명으로 보고되고 있으며 매년 3%대로 환자 수가 늘어나는 추세이다. 인공 고관절 치환술의 수요가 적지 않고 매년 늘어나는 만큼 수술의 중요성 또한 부각 되는 가운데, 현재의 인공 고관절 치환술의 이면에는 인공지능과는 아주 거리가 먼 방법으로 수술계획 수립이 진행되고 있다.

인공 고관절 치환술의 수술계획 수립은 환자 영상을 이용하여 거리 및 크기 교정 작업을 수행하고, 필수적인 계측 사항을 계측하여 주요 축을 설정한다. 축 설정이 완료되면 기준점과 템플레이팅 필름을 이용하여 환자에게 맞는 제품과 사이즈를 결정하고 최종적인 전문의 평가를 통해 수술계획을 완료할 수 있다. 이러한 수술계획 수립의 고질적인 문제점은 크게 두 가지가 존재한다.

첫째, 수술계획 수립의 일부 또는 모든 과정을 자동화할 수 있는 수단이 사실 상 존재하기 않기 때문에 수술계획 수립 일말의 과정은 전부 수동적으로 진행해야 된다는 점이다. 수동적 조작의 최대 단점은 바로 소요 시간이다. 수술계획 수립에 많은 시간을 들였음에도 그 수술계획은 얼마나 정확할까? 안타깝게도 정확도는 그리 만족할 만한 수준은 아니다. 이것이 두 번째 단점이다. 이러한 이유는, 정확하게 계측을 하고 딱 맞는 템플레이팅을 선택한다는 휴먼에러 사항을 완벽히 제외한다 하더라도 영상 상 보여지는 환자의 골격과 실제 환자 골격의 구조가 다소 상이한 경우가 매우 많기 때문이다. 그럼에도 수술계획이 왜 필요한 것일까? 그에 대답은 간단하다. 반드시 필요하기 때문이다. 그렇다면 이

러한 고질적인 문제를 개선하고 보다 쉽고 효율적이며 정확한 수술계획을 수립할 수 있는 방법은 없을까? 해답은 딥러닝에 있다. 하지만 여기서 주의해야 할 부분이 있다. 의사들이 쉽게 간과할 수 있는 부분이 의료분야에서 겪는 문제점을 딥러닝이 뭐든지 해결해 줄 수 있을 것이라 믿는 부분이지만, 실상은 그렇지 않다. 딥러닝으로 어떠한 문제를 해결해야 할 때, 딥러닝의 본질부터 파악하고 어떤 모델을 어떻게 적용하여 문제를 해결해야 할 것인가를 먼저 고민해본다면, 딥러닝을 이용한 문제 해결은 보다 수월해 질 것이다.

본문에서는 앞서 인공 고관절 치환술의 중요성과 이를 위한 수술계획의 어려움 및 문제점을 시사했다. 그리고 우리가 직면한 문제는 수술계획의 자동화와 정확성 향상일 것이다. 인공 고관절 치환술의 자동화와 정확성 향상을 위해 어떠한 딥러닝 기술이 적용될 수 있는지 실제 유관 분야에 적용된 사례를 보며 간략하게 소개해보고자 한다. 인공 고관절 치환술의 수술계획에서 가장 많은 시간을 소요하는 부분이 바로 계측과 축 설정이다. 이러한 부분에 대해 자동화를 위해서는 Semantic Segmentation과 Object Detection, 그리고 합성곱신경망이라는 딥러닝이 필요하다. Semantic Segmentation은 특수한 객체를 자동으로 분할해주는 기술로 의료영상에서는 특정 조직, 장기, 골격 등을 분할해주는 대표적인 컴퓨터 비전 영역 딥러닝 기술이다. 수술계획 수립을 위해서는 고관절 치환술의 관심 영역인 골반골과 대퇴골에 대한 2차원 및 3차원 분할이 필요한데 이를 Semantic Segmentation을 이용하여 결과를 얻을 수 있다.

관심영역에 대한 분할이 완료되면 주요 포인트를 이용한 중심축 설정이 필요할 것이다. 중심축과 주요 포인트를 기반으로 디지털 템플레이팅이 진행되어야 하는데 이러한 주요 포인트를 자동으로 확정 지을 수 있는 기술이 Object Detection이라는 딥러닝 기술이다. Object Detection은 목표한 타겟의 특징을 분석하여 객체 탐지, 검출, 영역 확정, 포인트 설정 등 다양하게 응용될 수 있으며 이에 대한 대표적인 딥러닝 모델은 YOLO (You Only Look Once)라는 모델이 사용된다. 한 예로, 모션 인식, 얼굴 인식 등을 이용한 앱이나 프로그램을 매체에서 한 번씩은 보거나 사용한 경험이 있을 것인데, 거기에 사용된 기술이 바로 Object Detection이다. 이러한 Object Detection을 이용하여 우리가 필요로 하는 주요 포인트를 자동으로 찾아내고 나아가 이러한 포인트들을 활용하여 축 설정 또한 자동화 할 수 있다. 뿐만아니라, 주요 포인트가 확정된 경우 다른 딥러닝이 추천해 준 환자에게 가장 적합한 템플레이팅 모델을 환자 영상에 직접 적용하여 수술계획을 마무리해 줄 수도 있다.

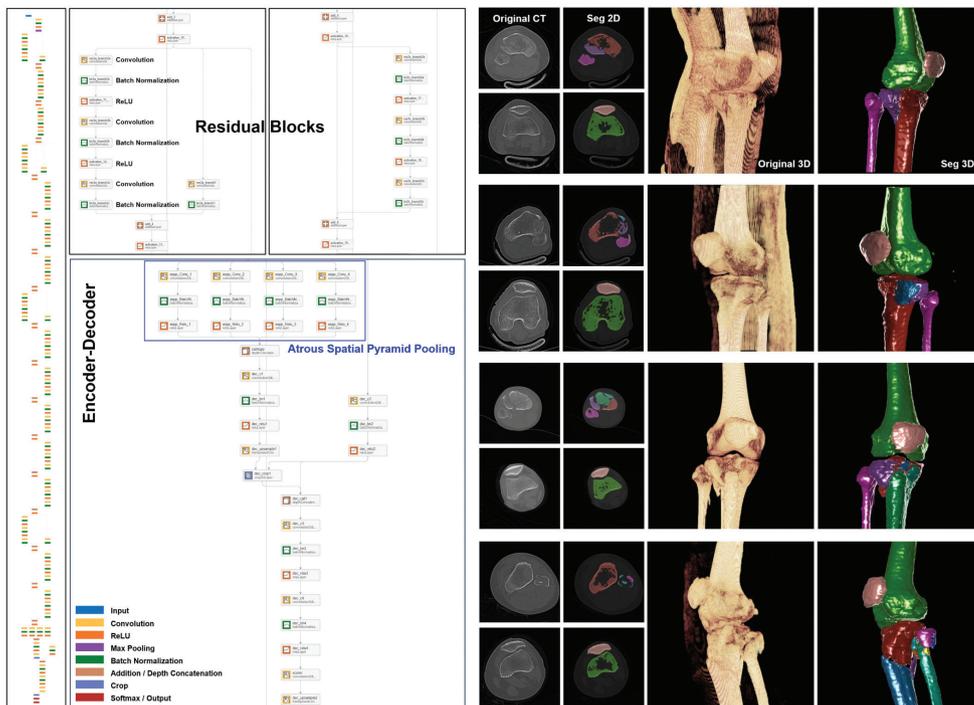


그림 1. 골격 및 골절 골편 분할을 위한 Semantic Segmentation 모델과 주요 결과
(출처: Hyeonjoo Kim, et al. Scientific Reports 13.1 (2023): 20431.)

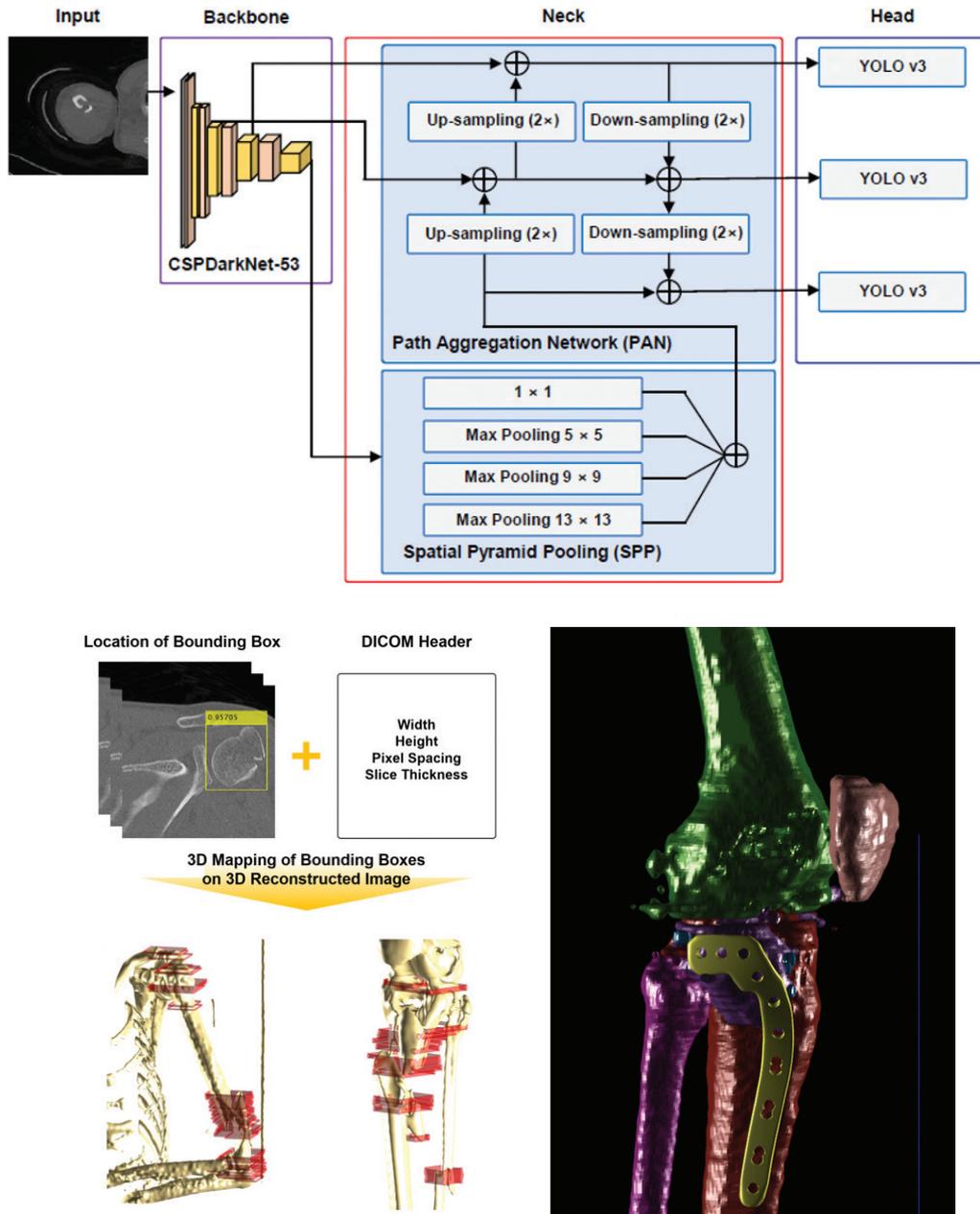


그림 2. YOLO를 이용한 자동 골절 부위 검출(출처: Young-Dae Jeon, et al. Diagnostics 14.1 (2023): 11.)과 검출 부위에서 얻은 포인트를 이용한 자동 임플란트 배치

마지막으로 환자에게 가장 적절한 인공관절 제품과 사이즈를 결정해주는 딥러닝이 필요한데, 바로 합성곱신경망(Convolutional Neural Network; CNN)이다. 합성곱신경망은 영상을 이용하여 해당 영상에 대한 분류, 회귀, 결정 등을 진행해줄 수 있는 딥러닝 기술로, 인공관절에 대한 제품 모델과 사이즈 결정에 도움을 줄 수 있다. 앞선 설명과 함께 수술계획 자동화의 매커니즘을 요약해 보자면, 합성곱신경망이 결정된 모델 정보로 2차원 또는 3차원으로 모델링 된 템플레이팅을, Semantic Segmentation으로 분할된 골격의 Object Detection으로 결정된 포인트와 축에 정렬하여 수술계획을 완전 자동화 할 수 있는 원리이다.

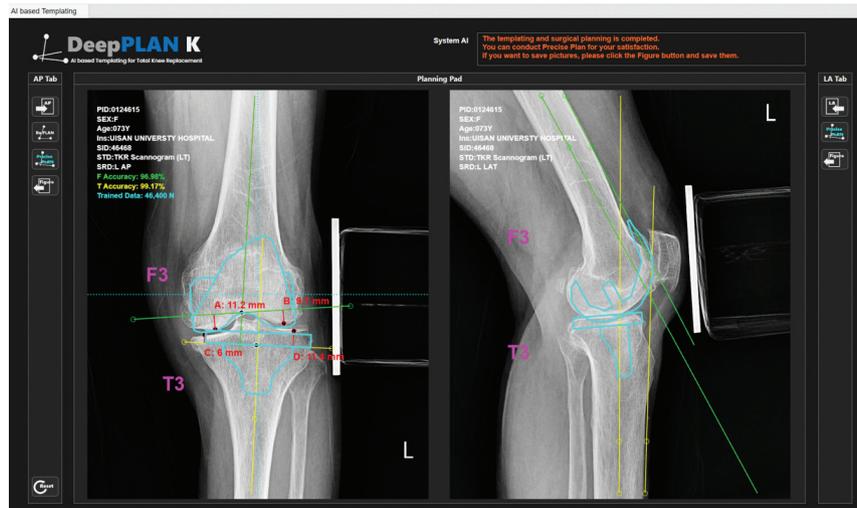
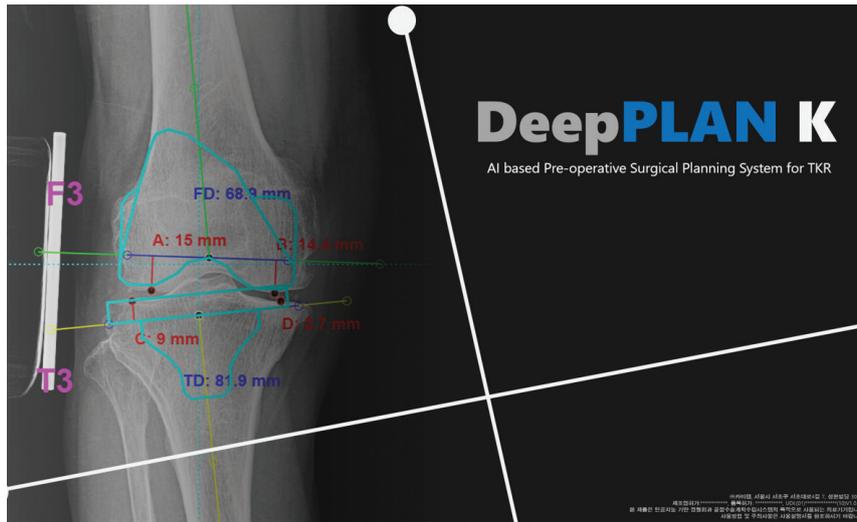


그림 3. 합성곱신경망을 이용한 자동 무류인공관절 디지털템플레이팅 시스템 DeepPLAN K (자료 제공: 주식회사 카비랩)

우리는 다른 사례에서처럼 실제로 개발된 기술을 융합하여 인공 고관절 치환술 뿐만아니라 다른 분야에서도 우리는 수술계획의 자동화를 시작으로 수술 자동화에 이르기까지 많은 기술적 변화와 검증 과정을 경험할 것이며, 자동화가 이룩되고 나면 이제 정확성 검증이 남아있는 숙제일 것이다. 흔히, AI관련 연구자 및 개발자들 '데이터는 곧 정확성이다' 라고 우스갯소리로 이야기를 하지만 이는 정말 사실이다. 능력이 출중한 AI연구자는 본인이 개발한 좋은 모델과 적은 수의 데이터로 높은 정확도를 보여 줄 수도 있겠지만, 이는 매우 드물고 어려운 일이며 데이터 특성에 따라 현재까지 기술로는 불가능에 가까운 일이 될 수도 있다. 분명한 것은, 기본적으로 인공지능 이론에 기초하여 많은 데이터는 높은 정확도를 낼 수 있는 잠재력을 가진 것은 변함없는 사실로 학계에는 널리 알려져 있다. 즉, 딥러닝에 의한 자동화는 물론 높은 성능을 꾀한다면, 충분한 양의 양질 데이터는 필수적인 사항이다.

수술에 임하는 여러 의사들이 다양한 딥러닝에 대한 포괄적 지식과 함께 유관 된 경험이 있다면, 보다 쉽게 실질적으로 딥러닝의 도움을 받게 될 가능성이 높아진다. 딥러닝이 진단 분야에 치중된 경향이 오래전부터 짙어졌고 치료와 수술에 관한 딥러닝 연구도 여러 기관에서 이제 막 성과가 나오고 있다. 그러나 임상 현장에 적용된 사례는 아직까지도 찾아보기 힘든 것이 현실이다. AI분야의 전문가와 임상 전문가들이 함께 양 분야의 깊은 이해와 지식을 토대로 협업을 원활하게 이끌어 낼 수 있다면 환자, 의사 그리고 의료기관 모두에게 혜택으로 돌아올 수 있을 것이다.



의학에서 Chat GPT 의 활용과 정형외과 영역에서의 가능성



순천향대학교 의과대학 정형외과교실 장 병 응

2022년 11월 대화형 인공지능 ChatGPT가 처음 소개된 이후 이 것이 의학 분야에서 주목을 받기 시작한 것은 Chat GPT가 미국 의사면허 시험(USMLE) 를 통과 한 소식이 알려진 이후이다. ChatGPT는 로스쿨 시험, MBA도 잇따라 통과하며 고시 3관왕에 등극하며 자신의 존재감을 더욱 과시하였다. ChatGPT의 등장 이후 의료 영역에서의 활용 가능성을 대상으로 하는 연구는 매월 증가하고 있으며, 본격적인 의료 영역에서의 검증의 시험대에 올라와 있다.

ChatGPT는 Large language model (LLM) 로써 인터넷에 있는 방대한 양의 문서를 학습하고 언어를 이해하여 생성하는 인공지능 모델이다. 2022년 1월까지의 데이터로 학습하여 정보를 제공하는 ChatGPT 외에도 인터넷 실시간 접속이 가능한 Microsoft 사의 Bing, Google 사의 Bard, Perplexity AI 뿐만 아니라 국내에서도 네이버 사에서 2023년부터 인공지능 언어 모델인 CLOVA X 를 출시하여 서비스 중이다.

Chat GPT에게 의학 분야에서 자신이 할 수 있는 역할에 대해 소개해 달라는 질문에 그는 친절하게 자신을 소개해 주었다. 질환의 진단 및 상담, 의료 정보 제공, 의료 연구 분야에서의 지원, 환자의 교육, 그리고 의무 기록의 언어 처리 등 여러가지 가능성을 소개하며, 마지막에 자신의 역할은 의료 서비스 제공자의 중요한 업무를 대체하는 것이 아니라 이해를 지원하고 향상시키는 것이며 의학적 조언에 대해서는 항상 의료 전문가와 상담하라는 당부를 빼먹지 않았다.

1. ChatGPT 의 활용 분야와 요령

ChatGPT에게 가장 쉽게 도움 받는 부분은 여러 분야의 기초지식을 습득할 수 있다는 점이다. "Please explain-" 으로 시작하는 간단한 문장을 입력하는 것으로 질문한 내용에 대해 잘 정리된 설명을 얻을 수 있다. 또한 "I want to -. Can you help me write -" 와 같이 적절한 상황을 부여하면 간단한 이메일이나 감사장 등의 내용을 추천 받을 수 있다. 그리고, 영어가 익숙하지 않은 사용자라면 어색하고 문법에 맞지 않은 영문 글을 작성 하였더라도 "Please correct the following sentence to make it natural and grammatically correct." 라는 부탁으로 자연스러운 영어 문장을 얻을 수 있다. 또한 한글을 바로 영문 번역을 부탁하더라도 기타 다른 번역 플랫폼 보다 훨씬 세련된 문장으로 번역이 가능하다.

의학자로서 대화형 인공지능에게 가장 기대하는 기능은 연구나 논문 작성에 대한 내용일 것이다. 그러나 모호한 내용만 주고 다짜고짜 논문을 작성하라고 하면 좋은 내용을 기대할 수 없다. 적절하고 상세하게 제안을 할수록 좋은 내용을 얻을 수 있다. 논문 작성시, 현재까지는 Introduction 과 Discussion 에서의 도움이 유용한 것 같다. Introduction 에서는 먼저, ChatGPT에게 당신은 어떤 주제에 대한 연구를 수행

하는 연구자라는 역할을 명시해 주고 연구 디자인과 연구 목표를 함께 부여하면서 제시 문장을 시작 하는 것이 좋다. 다음으로는 직접적으로 paragraph 작성을 요구하는데 한번에 3-4 paragraph 정도의 작성이 적당하며 각각의 paragraph 에 들어갈 주된 내용을 numbering 하면서 제안하면 비교적 자세한 내용을 얻을 수 있다. 또한, 마지막 문장에 가능하면 각각의 문장의 주석을 달아줄 수 있는지 부탁하면 각각의 문장 뒤에 주석을 달아주고 마지막 부분에는 인용한 논문들의 제목과 출간 저널 등을 나열해 준다. Discussion 에서도 앞선 내용과 비슷한 방법으로 연구의 결과를 설명한 뒤, 이에 대한 해석이나 다른 연구와의 비교를 부탁하면 나름대로의 고찰을 제시해 준다.

그러나 인공지능이 작성해준 글을 그대로 사용할 경우 표절과 윤리적인 문제에서 자유로울 수 없기 때문에 참고 수준으로만 활용할 것이 권장된다. 또한, 그럴듯한 내용들에 대해서는 사용자의 직접적인 확인이 필요하다. 예를 들면 인용한 논문을 검색해 보면 존재하지 않는 논문들이 더러 있기 때문이다. 이와 같은 현상은 LLM의 환각현상 (Hallucination) 으로 설명할 수 있다. 환각현상은 인공지능이 출처가 불분명한 데이터까지 수집한 후, 존재하지 않는 정보를 사실인 것처럼 대답하는 현상이다.

ChatGPT의 환각 정도는 Bing 이나 Bard 에 비해 낮기는 하지만 다단계 추론이 필요한 영역에서는 자주 발생할 수 있기 때문에 이에 대한 경계가 필요하다. 그리고 ChatGPT를 활용 시에는 가능한 영어로 질문하는 것이 좋다. 국문으로 질문하게 되면 ChatGPT가 자체적으로 영문으로 번역 후 영문 답변을 생성하고, 이것을 다시 국문으로 번역해서 출력하기 때문에 데이터 처리에 효율적이지 않으며 답변의 양과 질에 좋지 못한 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

2. 정형외과 영역에서의 가능성

정형외과 분야는 지난 수년 동안 과학의 진보와 함께 다양한 혁신을 경험해 왔다. 이러한 혁신 가운데 하나가 컴퓨터와 인공지능의 통합적 활용이다. 최근에는 정형외과 영역에서도 ChatGPT와 같은 대화형 인공지능의 활용이 주목받고 있으며, 이것의 활용 가능성과 임상에서의 적용 방안을 모색하는 것이 필요한 시점이다. ChatGPT는 대규모 언어 모델을 기반으로 하는 인공지능 기술로, 자연어 처리를 통해 복잡한 질문에 대한 답변, 문서 생성, 정보 요약 등 다양한 과제를 수행할 수 있다. 정형외과에서 Chat GPT의 활용은 크게 세 가지 측면에서 접근할 수 있다.

첫째, 환자 관리 및 교육의 개선이다. 환자들에게 그들의 상태, 치료 방법에 대한 설명 및 재활 과정에 대한 교육은 정형외과 치료에서 매우 중요하다. ChatGPT는 환자의 질문에 대해 실시간으로 질병에 대한 정보를 제공하고, 수술 전후 관리에 대한 지침 제공 등의 용도로 활용될 수 있다. 이는 환자가 자신의 질환과 치료 과정을 더 잘 이해하도록 돕고, 의료진과 환자 간의 소통을 강화하는 데 기여할 수 있다.

둘째, 의료진의 교육 및 의사결정 지원에서의 활용이다. ChatGPT는 최신 연구 결과 요약, 질환 별 치료 지침 제공, 복잡한 케이스에 대한 의사결정 지원 등에 활용될 수 있다. 이를 통해 의료진은 최신 의학 지식을 신속하게 습득하고, 환자 치료에 있어 더 정확하고 효과적인 의사결정을 할 수 있다.¹⁾

셋째, 정형외과 질환의 진단이나 분류에 대한 도움과 정확성 향상에 대한 가능성이다. 한 연구에서는 Mayo Clinic, Cleveland Clinic, Johns Hopkins Medicine 등 미국의 대표적인 병원에서 사용되고 있는 5가지의 정형외과 대표 질환의 자가진단을 위한 초기 설문지와 9가지의 추가적인 설문을 ChatGPT에 대입하여 진단의 정확도에 대해 평가하였다.

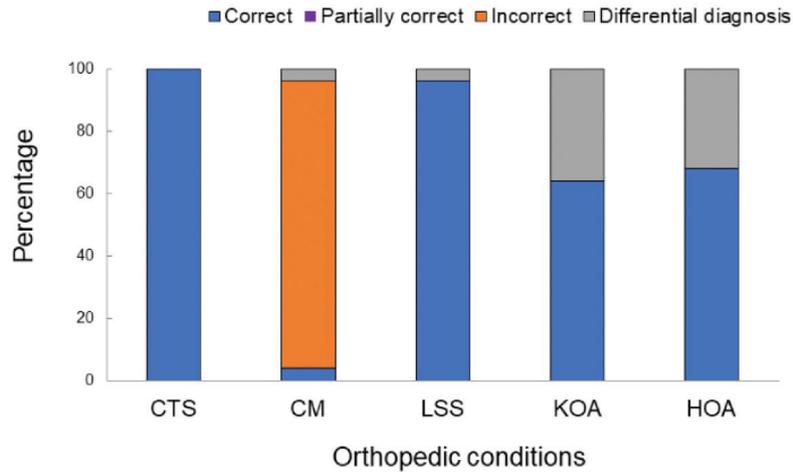


그림 1. 정형외과 대표 질환의 ChatGPT 진단의 정확도²⁾

CTS: carpal tunnel syndrome; CM: cervical myelopathy; LSS: lumbar spinal stenosis; KOA: knee osteoarthritis; HOA: hip osteoarthritis.

또한, 영상판독 의사와 ChatGPT, context-aware Chatbot (FracChat) 간의 AO/OTA 분류 능력을 비교한 연구에서, 챗봇은 한 case의 판독에 단 3.2초만이 소요되어 50초가 걸린 사람에 비해 유효하게 빠른 능력을 보여주었다. 그러나 정확도 측면에서 챗봇의 정확도는 83%로 95%의 정확성을 보인 사람에 비해 떨어지는 결과를 보였다. 그리고 일반적인 ChatGPT 4에서의 AO/OTA 분류 정확성은 불과 7%에 머물렀다.

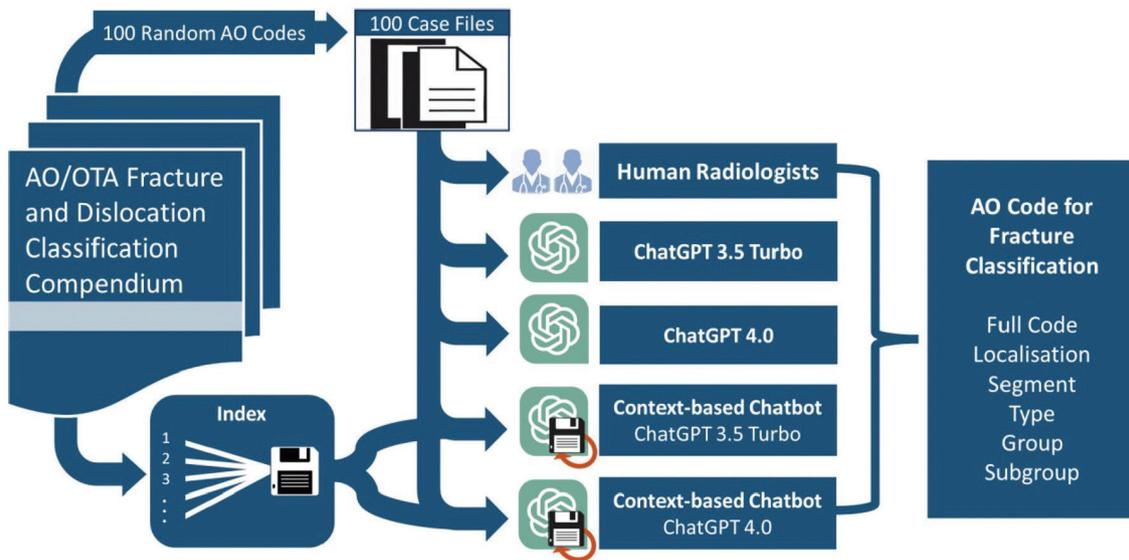


그림 2. AO/OTA 분류 능력 비교 연구의 개략도.³⁾

AO/OTA: Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese/Orthopaedic Trauma Association.

In n cases	Full AO	Location	Part of bone	Type	Group	Subgroup	Time		
	100	100	100	100	73	56	Total (min)	Mean (s)	Range (s)
Human 1	0.95	0.98	0.99	0.98	0.96	0.93	67.5	40.5	7-179
Human 2	0.95	0.98	0.98	0.98	0.96	0.96	98.9	59.4	22-115
GPT 3.5 Turbo	0.05	0.52	0.59	0.22	0.15	0.05	2.7	1.6	0.8-7.2
GPT 4	0.07	0.61	0.68	0.34	0.17	0.02	4.0	2.4	1.3-9.3
FraCGPT 3.5	0.57	0.91	0.96	0.88	0.75	0.42	5.8	3.5	1.3-33.3
FraCGPT 4	0.83	0.97	0.99	0.97	0.9	0.79	8.7	5.2	2.1-13.1

그림 3. AO/OTA 분류 작업에서 인간 전문가와 챗봇의 정확성 및 소요시간의 비교 결과.³⁾

위 연구들에서 결론에서 ChatGPT가 정형외과 5가지 질환의 자가 진단에 일관성을 보인다고 할 수는 없었으며 방사선 사진 분류 측면에서도 아직 사람에 비해 정확도가 떨어지지만, 앞으로의 ChatGPT 기반의 챗봇과 ChatGPT의 가능성을 모색해 볼 수 있는 연구들 이라는 것의 의미를 둘 수 있다. 그러나 ChatGPT의 임상 활용을 위해서는 몇 가지 고려해야 할 사항이 있다. 우선, 인공지능 기술의 한계와 오류 가능성을 인식하고, 인공지능에 대한 맹신보다는 인공지능이 제공하는 정보와 권장 사항을 의료 전문가의 임상 경험과 지식에 기반하여 해석할 필요가 있다. 또한, 환자의 개인 정보 보호와 데이터 보안 및 윤리적인 문제에 대한 해결이 필요하다.

3. 요약

ChatGPT는 여러 분야에 대한 정보의 제공, 글쓰기에서의 도움 등 기본적인 기능으로도 유용하다. 정형외과 분야에서는 아직까지는 진단 및 의료 행위에 주된 역할을 한다기 보다는 환자와 의사 교육 및 정보 제공에 좀 더 유용하게 활용될 가능성이 크다. 이러한 기술을 더욱 발전시키고 적절하게 활용한다면 의료 서비스의 효율성을 높이고, 환자 만족도 개선에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] Giorgino R, Alessandri-Bonetti M, Luca A, et al. ChatGPT in orthopedics: a narrative review exploring the potential of artificial intelligence in orthopedic practice. *Front Surg.* 2023;10:1284015.
- [2] Kuroiwa T, Sarcon A, Ibara T, et al. The Potential of ChatGPT as a Self-Diagnostic Tool in Common Orthopedic Diseases: Exploratory Study. *J Med Internet Res.* 2023;25:e47621.
- [3] Russe MF, Fink A, Ngo H, et al. Performance of ChatGPT, human radiologists, and context-aware ChatGPT in identifying AO codes from radiology reports. *Scientific Reports.* 2023;13(1):14215.
- [4] 임준서. 연구와 논문작성에서 있어서 ChatGPT의 올바른 활용법

| CAOS-KOREA 2024년 춘계 소식지 회원동정 |



이 주 흥 교수님

현재소속 : 호성전주병원

전문분야 : 슬관절 분야, 인공관절, 관절 재건 및 스포츠손상

변동사항 : 2023년 8월 31일 자로 전북대학교 의과대학을 명예퇴직하고 2023년 9월 1일부터 호성전주병원에서 근무하게 되었습니다. 이메일 주소는 jhj8851@daum.net이나 jhj8851@gmail.com으로 변경됩니다.

정 구 희 교수님

현재소속 : 경상국립대학교 창원경상국립대학교병원 ICT의료융합연구센터

전문분야 : 골절 및 외상

알리고자 하는 변동사항 : 부교수 - 교수로 변경되었습니다.



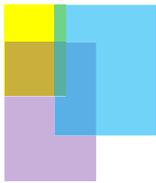
이 준 열 교수님

현재소속 : we라이브병원

전문분야 : 로봇 인공관절치환술

변동사항 : 천안의료원 퇴사 후 충남 아산시 소재 we라이브 병원 개원하였습니다.



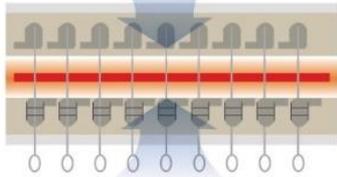


Non-invasive Surgical Skin Closure Surgi SkinClo®

- Non-invasive한 봉합으로 Keloid 생성가능성이 적습니다

Isolation Zone

Elasticity and gentle compression from axial extension by patient's movement

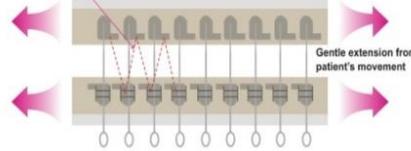


Strong tensile power to hold skin closing
Isolation Zone to prevent stress from patient's movement

Isolation Zone은 환자의 움직임에 의해 생성되는 Stress를 차단하여 Incision을 보호

Dynamic Linkage

Dynamic Linkage



Dynamic Linkage는 신축성이 있어 ROM 등에 효과

Advantages

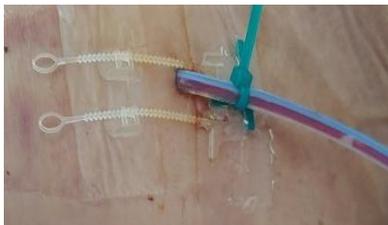
- 시술이 간단하고 빠름
- 흉터의 우수한 미용적 효과
- Glue(본드)에 비해 효과가 우수함
- Suture, Staple에 비해 Keloid의 생성가능성 적음
- SSI Risk적음 (Non-invasive)
- Stitch-out 불필요



백액관 고정용 피부봉합유지기!

SkinClo FnC®

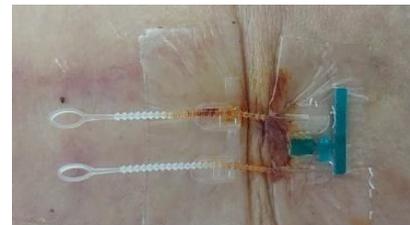
- 백액관의 고정과 제거 후 봉합을 하나로! (별도의 봉합시술 불필요)
- 봉합사 & 스테플 불필요
- 시술시간의 단축
- 제거 시 무통증
- Stitch-out 불필요
- 특허등록



- 백액관 Site를 봉합하고 고정



- 백액관의 제거



- 백액관 Site를 봉합

제조사 지오엠티

판매사 원탐메디텍

태광메디텍

골밀도
UP

UP¹⁾



골형성 촉진제!

테로사®

카트리지주 (Teriparatide)



통증

DOWN³⁾

NSAIDs 처방량 1위!²⁾

펠루비[®] CR 정
펠루비프로펜 45mg

Ref. Ref] 1) Osteoporosis International, October 2019, Volume 30, Issue 10, pp 2027 - 2037, 2) Uoist data 2018, 3) 펠루비정 4상 임상시험결과보고서(2008)

테로사 카트리지주 : [효능·효과] 1) 폐경기 이후 여성 및 골질의 위험이 높은 남성에 대한 골다공증의 치료 2) 골질의 위험이 높은 여성 및 남성에 있어서 지속적인 글루코코르티코이드 요법과 관련 된 골다공증의 치료 [용법·용량] 권장용량은 일 1 회 이 약 20µg을 대퇴부 또는 복부에 피하주사 한다. 환자들은 올바른 주사방법에 대하여 교육을 받아야 한다. 환자에게 펜의 정확한 사용을 지도하기 위한 사용자 안내서(user manual)도 있다. 이 약의 투약기간은 최대 24개월이다. 한 환자의 일생에서 이 약의 24개월 과정을 반복해서는 안 된다. 만일 음식섭취가 불충분한 경우에는 환자들은 칼슘과 비타민D 보조제를 추가적으로 섭취하여야 한다. 이 약의 치료가 끝난 후에는 환자들은 다른 골다공증 치료를 계속할 수 있다. [사용상의 주의사항] 다음 환자에는 투여하지 말 것 1) 테리파라타이드 또는 이 약의 부형제 성분에 대하여 과민반응 2) 임부 및 수유부 3) 기존의 고칼슘혈증 4) 중증의 신장 기능손상 5) 일차적인 골다공증 이외에 대사성 골 질환 (부갑상선 기능항진증 및 뼈의 Paget's disease 포함) 6) 충분히 설명되지 않는 alkaline phosphatase 의 상승 7) 이전에 골격에 방사선 치료를 한 경우 8) 골격 악성종양 또는 골 전이가 있는 환자 * 이 외의 보다 자세한 사항은 테로사 카트리지주 제품설명서 전문을 참조하여 주시기를 바랍니다. [제조사] Richter-Helm BioLogics GmbH & Co.KG (Germany) (원료의약품), Gedeon Richter Plc, (Hungary) (원제의약품) [판매사] 대원제약(주) 서울특별시 성동구 천호대로 386 대표번호 : 02-2204-7000 소비자상담실 : 080-497-8272(수신자부담) http://www.daewonpharm.com

Daewon 대원제약

(우)04808 서울특별시 성동구 천호대로 386 TEL: (02)2204-7000, (수신자부담) 080-497-8272 FAX: (02)3436-4878 Website: www.daewonpharm.com *보다 자세한 내용은 홈페이지를 참조하세요.



Intestinal Esophageal Gastric



‘기능성소화불량’엔 가모텍SR서방정15mg
‘1일 1회 복용’으로 위를 편안하게!

기능성소화불량엔 가모텍SR서방정15mg

가모텍SR
서방정 15mg

(모사프리드시트르산염수화물)

가모텍SR서방정15mg(모사프리드시트르산염수화물)의
주성분인 ‘모사프리드시트르산염수화물’

은 위장관 운동 촉진제 중 안전한 약물로 평가받아 널리 사용 되어 왔으며,
다른 약물과 상호작용이 적어 다른 약제와의 병용 투여가 용이합니다.
또한 세로토닌 5-HT₄ 수용체에 작용해 부작용 발생 위험도 적으며,
식도에서 위, 장까지 소화관 전 부위에 작용합니다.
기존 모사프리드 속방정 5mg 제제를 하루 3회 복용하는 것과 달리
가모텍SR서방정15mg은 1일 1회 복용하는 제제로 복용순응도가 높습니다.

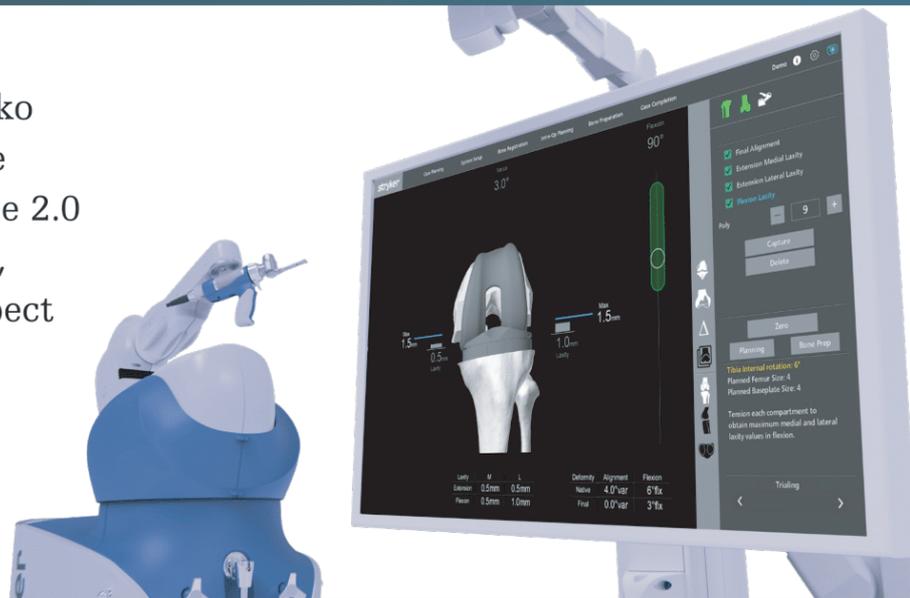
【원료약품 및 그 분량】 1정(102.36밀리그램)중 ■유효성분 : 속방부 : 모사프리드시트르산염수화물(JP) 4.23mg (모사프리드시트르산염무수물로서 4mg) 서방부 : 모사프리드시트르산염수화물(JP) 11.65mg(모사프리드시트르산염무수물로서 11mg) ■기타첨가제 : 경질무수규산, 미결정셀룰로오스, 스테아르산마그네슘, 오파드라이(03F640045분홍색, 옥수수전분, 유당수화물, 저치한도히드록시프로필셀룰로오스, 카르나우바납, 히드록시프로필셀룰로오스, 히프로멜로오스) ■동물유래성분 : 유당수화물(간강한 소의 우유) **【성상】** 분홍색의 장방형 서방형 필름코팅정제 **【효능·효과】** 기능성소화불량으로 인한 소화기증상(속쓰림, 구역, 구토) **【용법·용량】** 성인: 모사프리드시트르산염무수물로서 1일 15mg을 1일 1회 경구 투여한다. 이 약은 식사를 피하여 공복 상태에서 복용한다.(사용상의 주의사항 중 '3. 일반적 주의 항' 참조) 이 약은 서방성 제제이므로 부수거나, 분쇄하거나 또는 씹어서 복용해서는 안되며, 정제 전체를 삼켜서 복용한다.

Introducing

Mako Total Knee 2.0

The next chapter in Mako SmartRobotics™

- ▶ Informed by **over 500,000** Mako Total Knee procedures over the past six years, Mako Total Knee 2.0 is designed to deliver the same, trusted outcomes surgeons expect from Mako **with a new, elevated user experience.**



The outcomes you expect. The experience you deserve.



Surgeon control



Intuitive design



Surgical efficiencies



New Digital Tensioner

MakoKnowMore.com



A surgeon must always rely on his or her own professional clinical judgment when deciding whether to use a particular product when treating a particular patient. Stryker does not dispense medical advice and recommends that surgeons be trained in the use of any particular product before using it in surgery. The information presented is intended to demonstrate the breadth of Stryker's product offerings. A surgeon must always refer to the package insert, product label and/or instructions for use before using any of Stryker's products. Products may not be available in all markets because product availability is subject to the regulatory and/or medical practices in individual markets. Please contact your sales representative if you have questions about the availability of products in your area. Stryker Corporation or its divisions or other corporate affiliated entities own, use or have applied for the following trademarks or service marks: Mako, SmartRobotics, Stryker. All other trademarks are trademarks of their respective owners or holders.