

Newsletter of the CAOS-KOREA

대한정형외과 컴퓨터수술학회 소식지

발행: 대한정형외과 컴퓨터수술학회
주소: 06349 서울특별시 강남구 방고개로 1길 10(수서동, 수서현대벤처빌) 826호
Tel: 02-451-9333, E-mail: caoskorea2018@gmail.com, 디자인: 우리의학사 02-2266-2752

인사말
대한정형외과 컴퓨터수술학회 회장 **원예연**
2020 대한정형외과 컴퓨터수술학회 임원 명단
2020년 CAOS 관련 해외학회 일정
나비오 로봇에 대한 소개와 수술 경험담
가천대 길병원 정형외과 **심재양**
인공관절치환수술로봇 CUVIS-Joint 개발 현황과 미래
큐렉소(주) 기술연구소장 **이상훈**
정형외과 분야에서 사용될 수 있는 새로운 임플란트 소개
서울성모병원 정형외과 **조우람**
골종양분야 재건의 3D 프린팅 어디까지 왔는가
조선대학교병원 정형외과 **조용진**
의료 3D 프린팅 표준화 동향
조선대학교 의과대학 의예과 **임원봉**
CAOS Asia-Pacific 2020 준비현황
사무총장, 화순전남대학교병원 정형외과 **선종근**



April 2020 No.1

CAOS
KOREA

존경하는 대한정형외과 컴퓨터수술학회(CAOS KOREA) 회원 여러분께



안녕하십니까?

부족한 제가 제 15대 대한정형외과컴퓨터수술학회 회장으로 취임하게 된 이래 불행하게도 코로나19 바이러스 감염병으로 사상 유례없는 학계는 물론 전산업계에 큰 타격을 주고 있는 중입니다. 작금의 이런 어려운 사정을 감안하면 학회의 역할을 기대하시고 매진하시는 선배님, 동료 및 산업계 종사자분들의 절박함을 잘 알고 있어 무척 어깨가 무겁습니다.

올 전반기 모든 학회는 취소 또는 연기될 수 밖에 없는 상황이지만 저희 학회가 2020년 9월 10~11일에 남산 밀레니엄 호텔에서 거행하기로 했던 CAOS-Korea 및 Asiapacific Meeting (공식명칭: Computer-assisted Orthopaedic Surgery Asia-Pacific (CAOS-AP) 2020, combined with the 15th Annual Fall Meeting of CAOS-Korea)에 대한 준비는 잘 되가고 있습니다. 국제적인 전염병 확산 후 우려 속에 열리는 의료 관련 국제학회로서 손색이 없도록 준비하고 있습니다. 특히 침체되어 있던 아시아 지역에서 우리 나라와 학회의 국제적인 위상을 높일 수 있는 기회라고 생각하고 열심히 하겠습니다. 이미 5개국, 150명 해외 참석자 및 국내 참석자 200여명을 목표로 지명한 해외 연자 모시기에 총력을 기울이고 있습니다. 이에 수반되어야 할 감염 및 방역 문제도 조심스럽게 알아보고 준비하도록 할 것입니다.

저를 중심으로 집행부는 회원 여러분들을 잘 모시고 학회가 활성화되고, 활발한 학술 활동이 되도록 최선을 다하겠습니다. 학회의 발전을 위해 회원 여러분의 관심과 적극적인 참여를 간곡히 부탁드립니다.

회원 여러분의 건승을 기원합니다.

2020년 4월

대한정형외과컴퓨터수술학회 회장 **원 예 연**



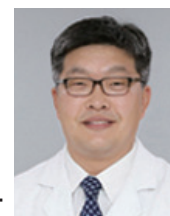
2020 대한정형외과 컴퓨터수술학회 임원 명단

| | | | |
|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 회 장 | 원 예 연 (아주대학교병원) | | |
| 차 기 회 장 | 서 승 석 (부산부민병원) | | |
| 총 무 | 박 관 규 (세브란스병원) | | |
| 감 사 | 김 경 태 (서울성심병원) | 이 우 석 (강남세브란스병원) | |
| 이 사 | 강현귀 (국립암센터) | 구승범 (카이스트) | 김경태 (서울성심병원) |
| | 김유진 (강북삼성병원) | 김윤혁 (경희대학교 공과대학) | 김정만 (아산총무병원) |
| | 김한수 (서울대학교병원) | 문영완 (삼성서울병원) | 박예수 (한양대학교 구리병원) |
| | 박윤수 (삼성서울병원) | 배대경 (서울성심병원) | 서승석 (부산부민병원) |
| | 서정탁 (부산의료원) | 송은규 (빛고을전남대학교병원) | 송현석 (은평성모병원) |
| | 염진섭 (분당서울대학교병원) | 원예연 (아주대학교병원) | 오광준 (비에스종합병원) |
| | 유기형 (경희대학교병원) | 윤정로 (중앙보훈병원) | 이성재 (인제대학교 의생명공학부) |
| | 이우석 (강남세브란스병원) | 이주홍 (전북대학교병원) | 이한준 (중앙대학교병원) |
| | 임승재 (삼성서울병원) | 임홍철 (바른세상병원) | 장준동 (동탄성심병원) |
| | 정화재 (강북삼성병원) | 하용찬 (중앙대학교병원) | 한승범 (고려대학교 안암병원) |
| 학술위원회 | 위원장: 문영완 (삼성서울병원) | 간사: 김상민 (고려대학교 구로병원) | |
| | 공윤배 (세란병원) | 김광균 (건양대학교병원) | 김성환 (강남세브란스병원) |
| | 김정택 (아주대학교병원) | 김정성 (코렐텍) | 김지완 (서울아산병원) |
| | 김태영 (건국대학교병원) | 김호중 (분당서울대학교병원) | 나승민 (전남대학교병원) |
| | 노재희 (순천향대학교 서울병원) | 문영래 (문영래 정형외과 병원) | 박용범 (중앙대학교병원) |
| | 박장원 (이대서울병원) | 백승훈 (경북대학교병원) | 서성욱 (삼성서울병원) |
| | 송상준 (경희대학교병원) | 신중수 (서강대학교 공과대학) | 왕준호 (삼성서울병원) |
| | 이대희 (삼성서울병원) | 이동연 (서울대학교병원) | 이승준 (보라매병원) |
| | 이준영 (조선대학교병원) | 임영욱 (서울성모병원) | 장기모 (고려대학교 안암병원) |
| | 정구희 (창원경상대학교병원) | 정상현 (경북대학교 공과대학) | 정 민 (세브란스병원) |
| 조승환 (조선대학교병원) | 조우람 (서울성모병원) | 조환성 (분당서울대학교병원) | |
| 한혁수 (서울대학교병원) | | | |
| 보험위원회 | 위원장: 선종근 (화순전남대학교병원) | | |
| | 박용범 (중앙대학교병원) | 윤성환 (이촌택병원) | 정호중 (이천엘리아병원) |
| 편집위원회 | 위원장: 유기형 (경희대학교병원) | | |
| | 강경중 (경희대학교병원) | 배지훈 (고려대학교 구로병원) | 송상준 (경희대학교병원) |
| | 이승준 (부산대학교병원) | | |
| 전임회장 및 자 문 위 원 | 노성만 (동아병원) | 인주철 (W병원) | 김정만 (아산총무병원) |
| | 정영복 (남양주현대병원) | 배대경 (서울성심병원) | 송은규 (빛고을전남대학교병원) |
| | 임홍철 (바른세상병원) | 장준동 (동탄성심병원) | 서정탁 (부산의료원) |
| | 박윤수 (삼성서울병원) | 정화재 (강북삼성병원) | 이명철 (서울대학교병원) |
| | 김신윤 (경북대학교병원) | | |
| | | | |

2020년 CAOS 관련 해외학회 일정

- CAOS International 2020
일시 : 2020년 6월 10-13일 (수-토) 장소 : Brest, France
- CARS (Computer Assisted Radiology and Surgery) 2020
일시 : 2020년 6월 23-27일 (화-토) 장소 : Munich Conference Center, Munich, Germany
- CAOS Asia-Pacific 2020 Combined with the 15th Annual Fall Meeting of CAOS-Korea
일시: 2020년 9월 10-11일 (목-금) 장소: Millennium Hilton Seoul, Korea

나비오 로봇에 대한 소개와 수술 경험담



가천대 길병원 정형외과 심재양

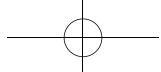
산업의 발전과 더불어 사회의 모든 영역에서 수동에서 자동으로의 변환은 시대의 조류로 받아들여지고 있다. 자동화로 대표될 수 있는 것이 로봇이며 생산성 향상과 정확도의 증가로 인해 사회의 모든 영역 뿐만 아니라 의료의 영역으로도 확장되고 있다. 로봇의 정의를 크게 세가지로 축약하면 첫째 주변을 동작(moving around its environment)할 수 있어야 하고, 둘째 동작 과정에 있어서 어느 정도의 자율성(a degree of autonomy)을 갖고 있어야 하고, 셋째 2축 이상의 프로그램이 가능해야(programmable in two or more axes) 한다. 그러므로 로봇의 가장 중요한 역할은 자동화 뿐만 아니라 제어의 기능이다. 현재 외과 영역에서 널리 이용되고 있는 다빈치 로봇 수술기(da Vinci® Surgical System)의 경우 고전적인 로봇보다는 제어 기능이 없는 조이스틱(joystick)을 이용한 원격 조정 기기라는 것이 필자의 개인적인 의견이다. 최근에 정형외과 영역, 특히 그 중에서도 인공관절에서 이용되는 로봇들은 제어 기능을 포함하고 있다는 것이 매우 중요한 발전으로 생각하고 있다.

현재까지 개발된 인공관절 로봇은 ROBODOC 로봇과 같은 완전 자율성(autonomous) 로봇과 MAKO 로봇이나 NAVIO 로봇처럼 반 자율성(semiautonomous) 로봇으로 나누어 진다. ROBODOC 로봇의 경우 미리 계획된 대로 로봇이 정밀한 절삭을 한다는 장점이 있지만 현재로서는 수술 중에 교정하기가 어렵다는 단점이 있다. MAKO 로봇이나 NAVIO 로봇은 술자가 절삭을 하여 완전 자동으로 보기 어려우나 수술 중에 교정을 할 수 있다는 장점이 있다. MAKO 로봇의 경우 로봇팔(robotic arm)이 있어 비교적 안정된 절삭을 할 수 있다는 장점이 있고, NAVIO 로봇의 경우 수술 전 이미지가 필요없는 플랫폼(image-free platform)을 이용하여 비교적 간편하다는 장점이 있다. 또한 이미지 프리 플랫폼은 환자의 운동학적 지지(kinematic alignment)를 바탕으로 삼차원(3D) 해부학적 정보를 술자에게 제공하게 된다.

2019년 11월 20일 처음으로 NAVIO 로봇을 이용하여 슬관절 전치환술을 시행하였다.(사진 1)



사진 1. NAVIO 로봇을 이용하여 슬관절 전치환술



수술의 단계는 기존의 네비게이션과 동일하게 추적 표지(tracking marker)와 적외선 카메라(infrared camera)를 위치시키고 등록(registration)을 시행한다. 이 과정에서 네비게이션과 다른 점은 외반 및 내반력을 가하면서 관절 운동을 시행하여 전 관절 운동 범위에서 인대의 이완 정도도 등록하여 추후 인대 균형(ligament balancing)시 정보(data)가 사용되게 된다.(사진 2)



사진 2. 긴장 상태에서 관절 운동 정보 수집(stressed range of motion collection)

등록이 끝나게 되면 치환물의 계획(implant planning)을 하게 되는데 치환물의 크기, 위치, 정렬 뿐만 아니라 앞에서 기술한 운동학적 지지에 의한 관절 간격에 따른 간격기준 술기(gap technique)의 계획을 할 수 있다.(사진 3)



사진 3. 신전, 굴곡 간격과 긴장 상태에서 관절 운동 정보에 기반한 간격기준 술기(gap technique)의 계획

골절제는 연마기(bur)를 이용하여 시행하며, 모니터에는 필요한 절삭 부위를 보라색(3 mm 이상), 파란색(2 mm), 초록색(1 mm), 흰색(타겟 존)으로 구분해 보여준다. 이 때 절삭 부위가 아닌 곳으로 연마기가 나가게 되면 자동으로 제어되어 멈추거나 안으로 들어가게 되어 정상 조직의 손상을 예방할 수 있으며 정확도는 0.5 mm 이내이다.(사진 4)

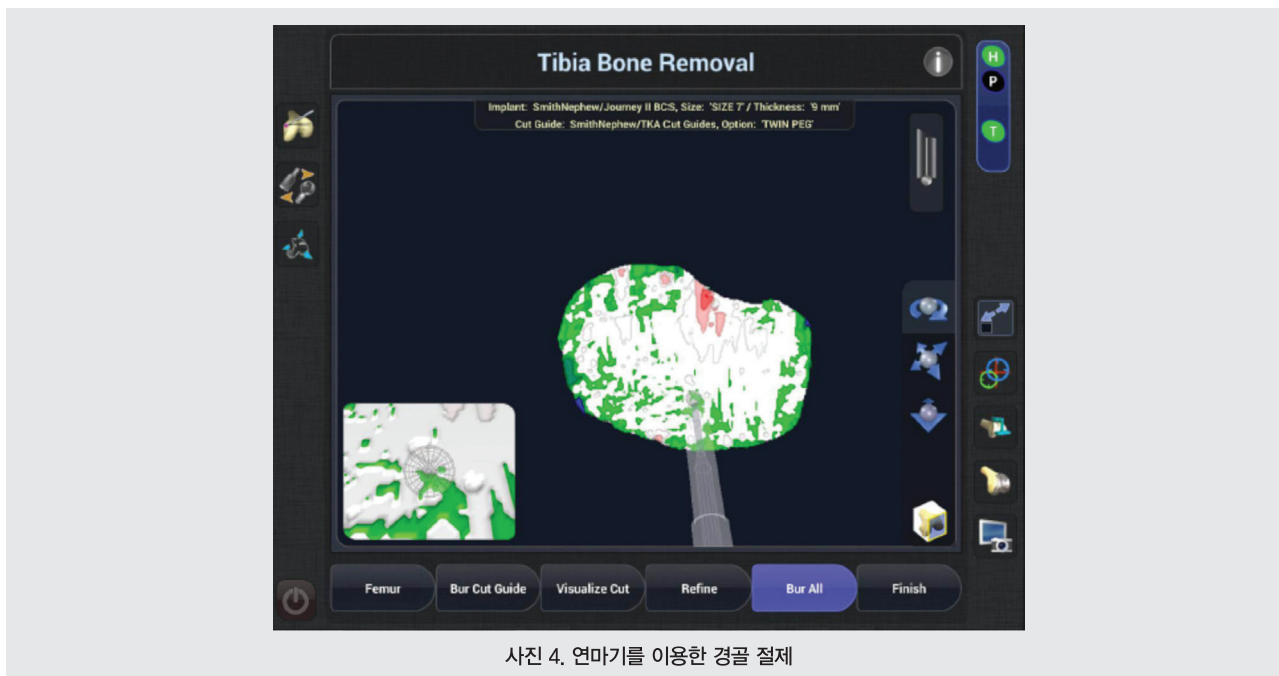


사진 4. 연마기를 이용한 경골 절제

골절제 후 기존 슬관절 전치환술의 술기와 마찬가지로 치환물의 고정 후 다시 한 번 관절 간격을 관절 운동 범위에 따라 각각 확인할 수 있다.(사진 5)

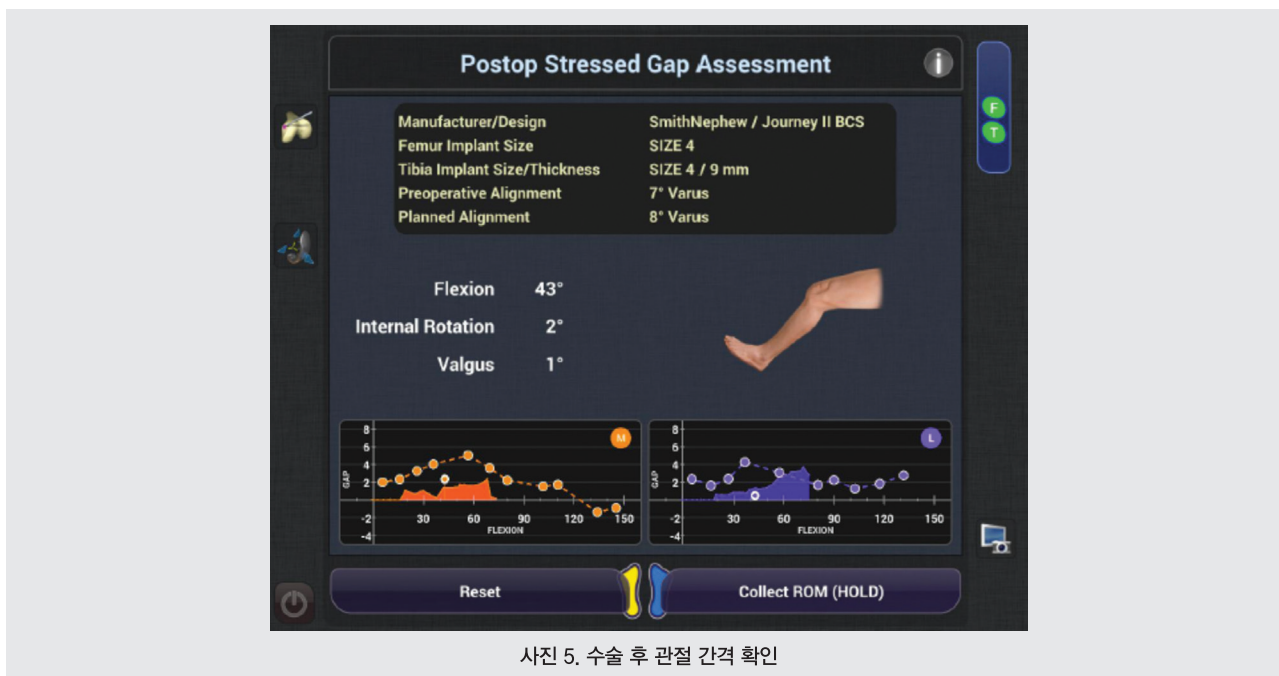
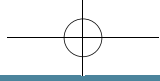


사진 5. 수술 후 관절 간격 확인



여기에서는 수술 전에 필자가 하였던 몇 가지 걱정들에 대해 솔직하게 기술하고 수술을 경험하면서 어떻게 해결해 나갔는지에 대해 기술하고자 한다. 첫째 필자는 네비게이션에 대한 경험이 거의 없기 때문에 생소함에 대한 걱정이 있었다. 하지만 비교적 단순하고 사용하기 편한 스크린 터치 방식으로 처음 이용함에도 불구하고 별 어려움없이 진행할 수 있었다. 또한 NAVIO 로봇 교육 사이트가 있어 수술 전에 미리 본 것도 도움이 되었다.(사진 6)

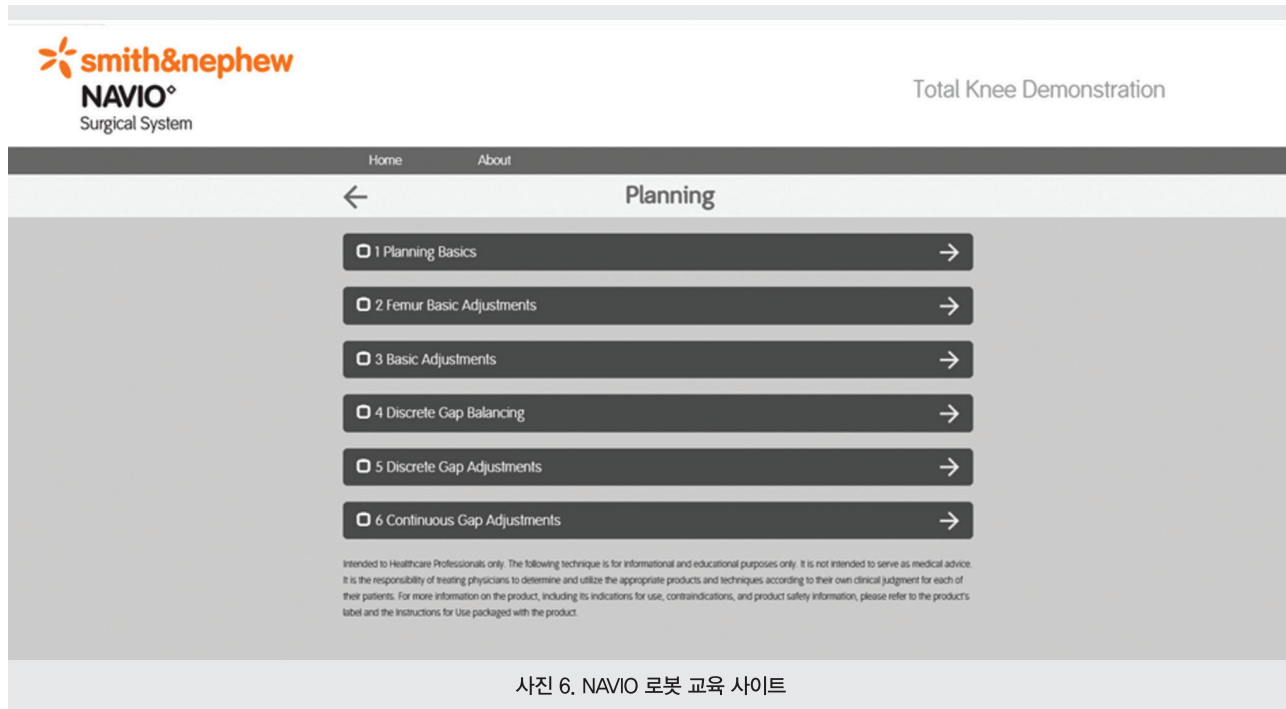


사진 6. NAVIO 로봇 교육 사이트

둘째 수술 전에 여러 교육 코스나 외국의 타병원에서의 수술을 참관하였을 때의 NAVIO 로봇에 대한 느낌은 기존 네비게이션에 연마기가 달려 있는 비교적 단순하다는 것이었다. 손에 쥐고 사용하는(hand held) 로봇으로 로봇팔과 달리 연마기를 자유자재로 사용하기는 용이할 수 있다. 하지만 필자가 참가한 교육 코스에서 모형뼈(sawbone)나 사체뼈를 연마할 때는 진동과 뼈와의 마찰에 의한 연마기의 틈 현상이 있었으나 실제 수술에서는 세척(irrigation) 때문인지 그런 현상은 크게 보이지 않았다. 셋째 NAVIO 로봇 플랫폼은 환자의 운동학적 지지에 의한 인대 균형을 하게 되는데 신전과 90도 굴곡에서 간격(gap)이 수치로 표시되는 MAKO 로봇이나 네비게이션과 달리 전 관절 운동 범위에서 그래프와 수치로 표시되어 혼란스러웠다. 필자의 경우 기존에 변형된 간격기준 술기(modified gap technique)를 선호했기 때문에 로봇 수술을 하면서 동일한 술기를 이용하였는데 비교적 그래프로 표시된 간격은 신뢰할 수 있었다. 넷째 모든 로봇 수술이 마찬가지로이지만 수술 시간의 연장이었다. 특히 NAVIO 로봇의 경우 연마기를 이용한 절삭 과정이 더 오래 걸릴 수 있다. 하지만 NAVIO 로봇의 경우 연마기를 이용하여 전체 골을 절삭할 수도 있고, 정교하게 돌기(spike) 구멍을 형성하여 절골 지침자(cutting guide)를 이용할 수도 있는데 필자의 경우 후자를 이용하니 네비게이션 이용에서 연장되는 시간 정도만 수술 시간이 지연되었다.

마지막으로 NAVIO 로봇은 비교적 사용하기 편하고 정확성을 확보할 수 있는 좋은 인공관절 로봇으로 사료된다. 모든 새로운 술기가 마찬가지로이지만 기술 습득(learning curve)에는 다소 시간이 걸린다. 일본에서 수술 참관을 한 Nishiike 원장님은 NAVIO 로봇의 기술 습득에 필요한 증례가 5-10예 정도면 될 것 같다는 말씀을 하셨었는데 필자도 어느 정도 공감하고 있다. 현재 사용중인 인공관절 로봇들은 과거에 비해 매우 진보되었지만 현재의 로봇이 최종의 결과물로 생각하지는 않으며, 추후 수술 재료의 발전과 더불어 좀더 진화된 로봇들의 출현을 기대하고 있다.

인공관절치환수술로봇 CUVIS-Joint 개발 현황과 미래



큐렉소(주) 기술연구소장 이상훈

복강경수술로봇 시장을 석권한 인튜이티브서지컬의 ‘다빈치’는 대당 3~40억원 이상의 고가이지만, 전 세계에 5,000대 이상 설치될 정도로 인기를 구가하고 있다. 이처럼 세계 수술로봇 시장은 2018년 55억달러에서 2025년 약 240억달러로 연평균 24.4% 성장할 것으로 예상되고 있다[1]. 관절, 척추 등 뼈를 다루는 정형외과 분야의 로봇 또한 미국을 중심으로 병원 도입이 빠르게 확대되고 있다. 최근 주요 글로벌 정형외과 의료기기 기업이 수술로봇 솔루션 확보에 뛰어들고 있다. 이에 따라 정형외과 수술로봇은 더이상 새로운 기술이 아니라 정형외과 수술에 있어 효과적인 의료서비스 제공을 위한 주요한 도구로 떠오르고 있어, 매우 빠른 성장을 할 것으로 예상된다. 큐렉소(주)는 이와 같은 글로벌 수술로봇 시장에 도전하고자 국내의 독자적인 로봇기술을 기반으로 인공관절치환수술로봇 CUVIS-joint를 개발하였으며, 2020년 식약처 허가 획득을 목표로 하고 있다.



그림 1. 인공관절치환수술로봇 CUVIS-joint

인공관절치환수술로봇은 로봇의 역할분담 정도에 따라 active 로봇과 semi-active 또는 passive 로봇으로 구분할 수 있으며, 수술 중 환자 상태에 맞추어 수술계획을 변경할 수 있는 유연성 정도에 따라서도 구분할 수 있다. Active 로봇은 의사의 관리하에 로봇이 직접 뼈를 절제하며, semi-active 또는 passive 로봇은 의도한 영역으로 수술도구를 유도하거나 커팅블록 부착을 지원하는 역할만을 하며, 의사가 직접 뼈를 절제하도록 한다. 인공관절치환수술로봇은 미국 Stryker사의 Mako 로봇이 시장을 선도하고 있으며, 최근 Zimmer사의 Rosa로봇이 출시되는 등 다양한 로봇이 시장에 진입하고 있다. 국내에는 active 로봇인 TSolutionOne과 로

보닥이 20여대 보급되어 있으며, Mako 로봇이 초기 시장진입을 진행중이다. CUVIS-joint는 세계 최초로 active 로봇이면서도 수술중 환자의 상태에 따라 유연하게 수술계획을 변경할 수 있도록 하는 로봇으로서 차별성을 가지고 있다.

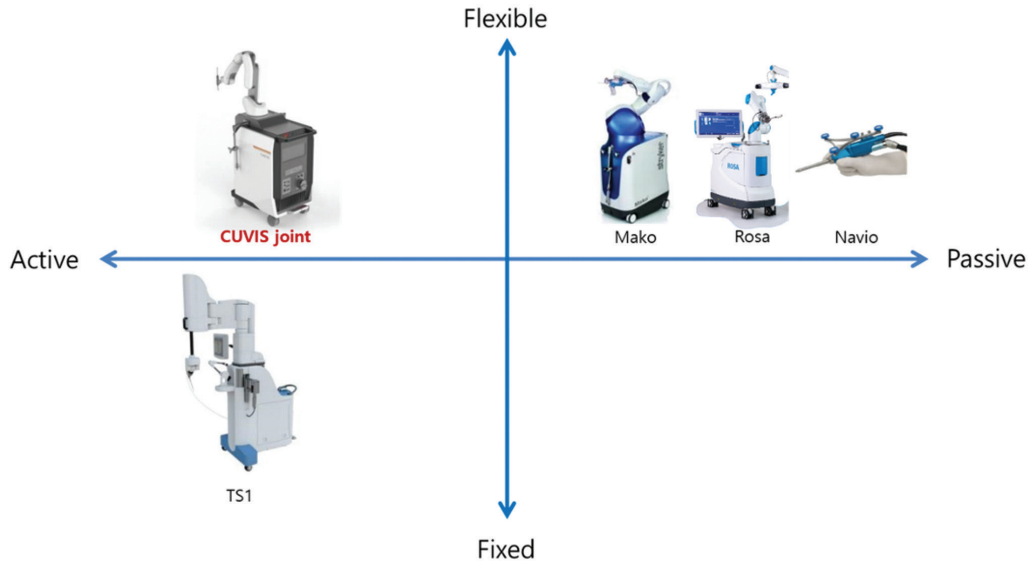


그림 2. 인공관절수술로봇의 분류

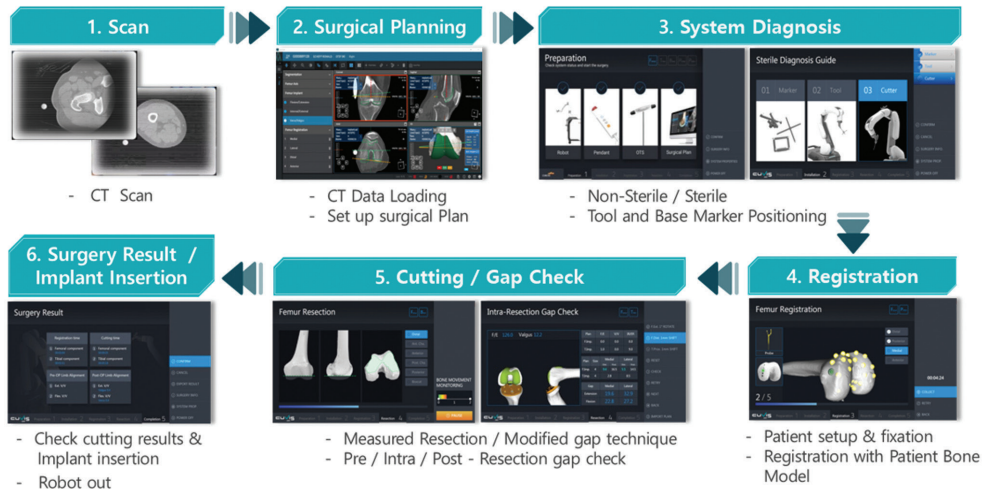


그림 3. CUVIS-joint 로봇의 수술 워크플로우

CUVIS-joint의 수술계획 소프트웨어는 CT영상에 기반하여 환자 맞춤형 수술계획을 수립할 수 있도록 해 주며, 인공지능기술을 활용한 뼈 자동분할 기능, 자동 임플란트 사이즈 선정 및 위치 추천 기능을 갖추고 있다. 수술계획 소프트웨어는 수술실 내에서도 사용이 가능하여 필요에 따라 수술 도중에 세밀한 계획변경이 가능하다. 수술중에는 광학식 위치추적장치를 이용해 환부와 로봇의 위치가 실시간으로 추적되어, 환자의 연부조직 상태에 맞춘 뼈 절제 계획변경과 연부조직균형 등 최적의 수술 실현이 가능하도록 한다. 특히 수술중 관절간극(gap) 측정 기능을 통해, measured resection 기법에 따른 일괄적인 골절제 후 연부조직균형뿐 아니라, 수술중 연부조직균형과 임플란트 위치의 정밀한 조정을 실시하는 modified technique 역시 지원한다. Modified technique에서는 뼈 절삭 전, 대퇴골 원위부 및 경골 근위부 절삭 후, 그리고 뼈 절삭 완료 후에 각각 관절간극을 측정하고, 이에 기반해 연부조직조정이나 수술계획 변경을 수행할 수 있다.

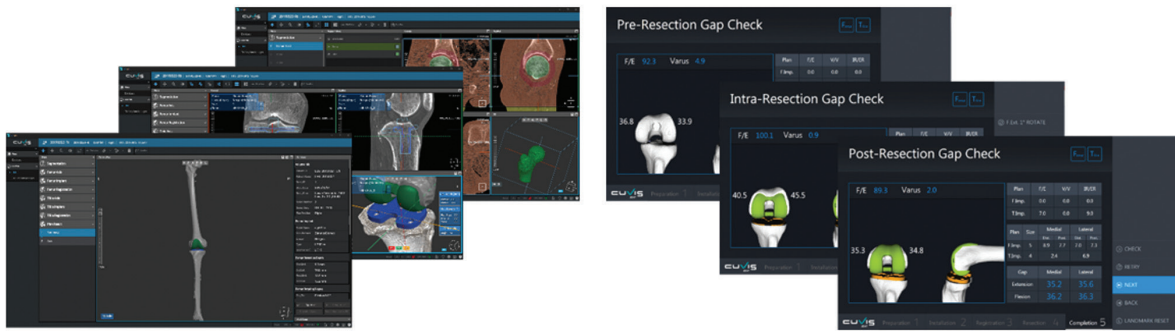


그림 4. 환자 맞춤형 수술계획 및 관절간극 측정 소프트웨어

환자 맞춤형 수술계획이 수립되면 로봇은 임플란트 부착면을 따라 1 mm 이내의 정밀도를 유지하면서 정확하게 뼈를 절제한다. 대퇴골과 경골의 절삭시간은 각각 수분 정도로 빠른 시간 내에 절제가 수행된다. 슬림한 6자유도 로봇팔은 정형외과 수술 전용으로 개발되었으며 넓은 동작영역과 수술실 공간활용성을 확보하였다. 간편한 수술부위 고정과 해제, 정밀한 커팅을 위한 각종 수술도구를 갖추고 있어 기존 수술과정을 최대한 유지하면서도 원활한 로봇수술이 가능하도록 하였다. 로봇은 인대나 혈관 등 민감한 연조직 부위를 회피하도록 안전한 절삭경로를 따라 움직이며, 절제중 뼈의 움직임과 과도한 힘의 발생여부를 실시간으로 모니터링하여 추가적으로 안전을 확보하였다.

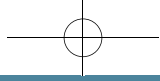


그림 5. 인공관절치환수술로봇 전임상 시험

그동안 인공관절치환수술로봇은 기계측정률 등 정확도로만 그 가치를 평가받아 왔으나, 본격적인 도입이 시작되면서 점차 다양한 임상적 가치에 관심을 받고 있다. 최근 빠른 회복과 조기 퇴원, 진통제 투여량의 감소, 재입원을 감소 등이 대두되고 있으며[2], 90일간의 episode-of-care 측면에서의 비용효과에 대해서도 논의되기 시작하고 있다[3]. 또한 표준화되고 정량적이면서 재현성(reproducibility)을 보유한 점과 신규의료진의 술기의 수련기간 단축 및 위험도 감소 측면에서도 그 효과가 논의되고 있다[4]. CUVIS-joint는 금번에 개발된 무릎관절 전치환술을 시작으로 반치환술, 고관절치환술 등 다양한 관절부위 수술에 있어 간편하면서도 정밀한 환자맞춤형 치료를 지원할 수 있도록 지속적으로 개발될 예정이며, 큐릭소(주)에서 병행하여 개발하고 있는 척추수술로봇분야에서도 그 응용을 확대해 나갈 예정이다. 국산 수술로봇을 활용한 첨단 수술기법을 우리 의료진이 주도하여 개발함으로써, 한국이 큰 역할을 하고 있는 복강경수술로봇분야와 같이 관절치환수술분야에서도 한국의 로봇수술기법이 글로벌 임상학계를 선도할 수 있는 계기를 만들 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이러한 과정을 통해 국산 경조직 수술로봇의 글로벌 시장 진출 및 성장도 크게 기대된다.

참고문헌

1. Surgical Robots Market Share: Global Size Forecast Report - 2025, Global Market Insights, 2019.3
Medical Robotics Technology & Market Analysis 2017
2. B Kayani, "Robotic-arm assisted total knee arthroplasty is associated with improved early functional recovery and reduced time to hospital discharge compared with conventional jig-based total knee arthroplasty," Bone and Joint Journal, 2018
3. Christina L Cool, "A 90-day episode-of-care cost analysis of robotic-arm assisted total knee arthroplasty," J. of Comparative Effectiveness Research, 2019
4. Karthik Karuppiah and Joydeep Sinha, "Robotics in trauma and orthopaedics," Ann R Coll Surg Engl., 2018.5



정형외과 분야에서 사용될 수 있는 새로운 임플란트 소재



서울성모병원 정형외과 조우람

정형외과 implant 에서 신소재의 개발은 항상 필요해 왔으며 새로운 소재가 개발됨으로써 인간의 의료 발전이 점점 이루어지고 있다. 많은 소재가 정형외과 분야에 사용되고 있지만 여전히 더욱더 인체에 친화적이며 체내에서 잘 공존할 수 있는 적합한 물질의 개발이 요구되고 있다. 의료의 발달은 의료 소재의 발달없이 이루어 질 수 없다는 것은 무엇보다 잘 알려진 사실일 것이다.

임플란트의 새로운 소재는 마모에 잘 견디며 오랫동안 사용할 수 있어야 하며 주변 biological 환경과 상호작용을 잘 해야한다.

Implant body material

Polyaryletherketones (PAEKs)

Polyaryletherketones (PAEKs)는 1980년대에 생체 친화성이 알려진 이후에 지속적으로 사용이 증가되어 왔다. PAEKs는 고열가소성 polymer로 ketone과 ether의 기능기를 가지는 구조물이다. 많은 산업분야에서 많이 사용되었고 생체 적합성이 뛰어나 날 뿐만 아니라 강성, 불활성, 고열의 안정성 및 화학적 안정성을 가집니다. PAEKs는 탄소섬유를 융합하여 복합재(Carbon fiber reinforced, CFR) 를 만들 수 있으며 이는 cortical bone 및 titanium 합금과 같은 탄성계수를 가질 수가 있다.

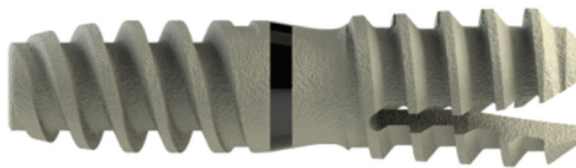


Figure 1. Polyaryletherketones (PAEKs)로 만든 screw

PAEKs의 일종인 Polyether ether ketone (PEEK)은 일찍부터 spinal implants, femoral stems, bearing material 및 hip resurfacing에 사용되어 왔다.

최근의 연구는 PEEK의 성분과 새로운 사용에 대해서 많은 초점이 맞춰져 있다. CFR-PEEK 표면에 친수성 코팅을 하여 마찰계수를 줄임으로써 베어링의 내구성을 증가 시킬 수 있는 기술을 개발하였다. 또다른 연구에서는 CFR-PEEK으로 만든 intra medullary nail, dynamic compression plate 등이 현재 사용되고 있는 implant와 비슷한 물리적 특성을 보이며 더 적은 마모율을 보이는 것으로 나타났다. 또한 cementless 및 cemented CFR-PEEK stem에 Hydroxyapatite coating을 만들어서 동물실험을 하였고 고정력에 있어서 좋은 결과를 보였다. 다만 아직 cup에서 사용하기에는 무리가 있어 보인다.

Polycarbonate urethanes (PU)

Polycarbonate urethanes (PU)는 정형외과에서 bearing 물질로 약 20년동안 연구가 되어왔다. Wear와 modulus 가 매우 적다고 알려져 있다. 3세대 PU인 polycarbonate urethanes (PCU)는 산화로부터 안정성이 있는 것이 입증되어서 acetabular component의 대체품으로 연구가 되고 있다. 특히 liner로 만들었을 때 wear rate는 기존의 cross-linked UHMWPE에 비해 24% 정도 낮은 비율을 보였다. Wear particle 들은 UHMWPE의 particle 보다 대식세포에 의한 염증 반응이 적은 것으로 확인되었다.



Figure 2. TriboFit® 고관절 시스템

실제로 TriboFit® 고관절 시스템이 개발되었으며 대퇴골 경부 골절 환자에서 고관절 전 치환술에 사용하는 것이 안전하고 효과적인 것으로 나타났습니다.

Silicon

Silicon은 Si, 산소, 그리고 종종 탄소의 합성 중합체이며 전통적으로 생체 적합성과 생체 내구성의 특성으로 유명하다. 가장 대표적인 제품은 손과 발에 사용되는 소관절 임플란트이다. 특히 metacarpophalangeal joint arthroplasty에서 좋은 장기 추시 결과를 보였다.

Silicon nitride (Si_3N_4)는 경질 hip bearing의 세라믹 생체 재료로 도입되었다. 이러한 질화 규소는 매우 낮은 밀도, 매우 높은 파열 내성, 훌륭한 굴곡력 및 훌륭한 열 충격 저항성을 갖는다. Al_2O_3 보다 더욱 강한 물적 특성을 나타내서 고관절 인공관절의 bearing 으로 적합하다고 연구되었다. 표면 산화 및 생체 적합성이 문제가 될 수 있는 우려도 있지만 Amedica(미국 유타주 솔트 레이크 시티)에 의해 상용화되었다. 시뮬레이션에서 Ceramic on metal 및 Ceramic on ceramic의 마모 테스트는 기존의 Alumina bearing 과 비교하여 훨씬 낮은 마모율을 보여주었다.

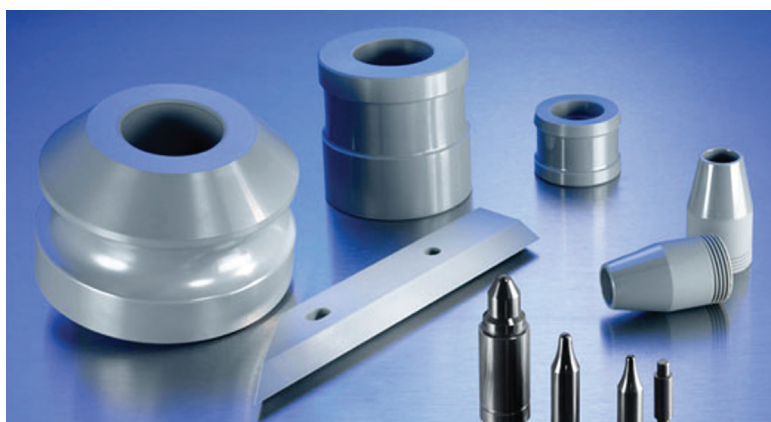
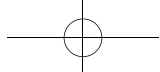


Figure 3. Silicon nitride (Si_3N_4) 로 만든 제품들



Bioabsorbables

생체 흡수성 임플란트의 적용은 주로 임플란트 제거 작업을 제거 할 필요성에서 비롯되었다. 생체 흡수성 연구의 노력은 부작용이 적은 새로운 재료를 개발하는 데 중점을 두었습니다. 현재 사용되는 생체 흡수성 재료로는 polyglycolic acid (PGA) : 핀과 나사로 사용, polylactic acid (PLA) : 핀, 로드, 플레이트 및 스크류로 사용되고 있다. 최근 연구에서 생체 흡수성 후방 경부 로드를 일반적으로 사용되는 Ti 합금 막대와 비교하였는데 전단저항성은 적었지만 시간이 갈수록 동적 하중이 중이 향상 되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 polyglycolic acid (PGA)과 polylactic acid (PLA)를 합성하여 copolymer 의 형태로도 사용한다. 현재 구강 및 상악 안면 수술에서 현재 사용되고있는 가장 인기있는 copolymer는 poly-L/D-lactide 70/30 이라는 물질이고 전방십자 인대 재건술에 사용되는 나사는 lactic-co-glycolic acid (PLGA) 이라는 물질로 수술후 3년후에 여전히 몸속에 나사가 남아있는 것이 확인되었다.

PLA 및 PGA 및 이들의 copolymer 대한 일부 우려는 분해 물질에 의한 조직 반응이다. 일부 연구에 따르면 단핵성 대식세포 및 다핵 거대 세포로 둘러싸인 폴리머 잔해와 염증성 이물질 반응이 나타났습니다. 염증물질의 축적과 같은 반응이 보이기도 하였고 임플란트 주변으로 심한 통증을 동반한 홍반이 나타나는 경우도 있었다. 흡수성 물질에 대한 조직 반응은 또한 활막염으로 나타 나기도 하였다. 재료학자들은 임플란트의 그러한 부작용을 피하기 위해 특성을 최적화하기위한 새로운 재료의 개발에 중점을 두고 있다.

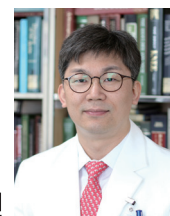
정형외과 임플란트의 새로운 소재는 대부분 생체 친화성이 있는 소재 개발에 중점을 두고 있다.

상용화된 소재는 대부분 생체 적합성을 높이고 마찰을 줄이고 강도는 높이고 그리고 생체에 흡수되는 물질이다. 하지만 아직까지 주변 조직 반응은 해결해야 할 과제로 남아 있다. 다양한 복합체를 다양하게 개발하여 부작용을 줄이는 방향으로 나아가야 할 것이다.

참고문헌

1. Waljee JF, Chung KC. Objective functional outcomes and patient satisfaction after silicone metacarpophalangeal arthroplasty for rheumatoid arthritis. *The Journal of hand surgery.* 2012;37(1):47-54.
2. Swanson AB. Silicone rubber implants for replacement of arthritic or destroyed joints in the hand. 1968. *Clinical orthopaedics and related research.* 1997(342):4-10.
3. Skinner HB. Composite technology for total hip arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research.* 1988(235):224-36.
4. Scotchford CA, Garle MJ, Batchelor J, Bradley J, Grant DM. Use of a novel carbon fibre composite material for the femoral stem component of a THR system: in vitro biological assessment. *Biomaterials.* 2003;24(26):4871-9.
5. Mittal R, Morley J, Dinopoulos H, Drakoulakis EG, Vermani E, Giannoudis PV. Use of bio-resorbable implants for stabilisation of distal radius fractures: the United Kingdom patients' perspective. *Injury.* 2005;36(2):333-8.
6. Mazzocchi M, Gardini D, Traverso PL, Faga MG, Bellosi A. On the possibility of silicon nitride as a ceramic for structural orthopaedic implants. Part II: chemical stability and wear resistance in body environment. *Journal of materials science Materials in medicine.* 2008;19(8):2889-901.
7. Kurtz SM, Devine JN. PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials.* 2007;28(32):4845-69.
8. Brown SA, Hastings RS, Mason JJ, Moet A. Characterization of short-fibre reinforced thermoplastics for fracture fixation devices. *Biomaterials.* 1990;11(8):541-7.

골종양분야 재건의 3D 프린팅 어디까지 왔는가



조선대학교병원 정형외과 조용진

3D 프린팅이란 3차원 모델 데이터를 이용하여 소재를 적층하여 3차원 물체를 제조하는 프로세스이며, 기존의 절삭 가공에서는 구현하기 어려웠던 제품의 내부 구조까지 원하는 형상으로 비교적 간단하게 제작할 수 있다는 특징이 있다. 이러한 3D 프린팅 기술은 1994년 의료 분야에서 처음으로 활용된 이후 최근까지 비약적으로 발전/응용되고 있다¹⁾.

1. 원발성 골종양 치료 원칙과 3D 프린팅의 필요성

원발성 골종양의 치료는 수술 전 영상 검사, 병기 결정, 광범위 절제술, 조직 검사 소견에 따른 항암 화학 치료 또는 치료 방사선 치료 등의 추가 치료로 구성되어 있다. 수술에 있어서 광범위 절제술에 뒤이은 재건술은 골종양 대치물을 이용하거나, 동종뼈 이식을 이용하거나, 기존에 사용되고 있는 해당 부위 보철과 동종뼈 이식의 조합 등이 이용되고 있다. 하지만 종양 대치물의 최소 크기가 결정되어 있어서 굳이 제거하지 않아도 되는 많은 양의 정상 조직의 제거가 불가피하거나, 해당 부위 골종양 대치물이 아예 개발이 안되어 있거나, 시장 규모와 경제성 때문에 우리 나라에 수입이 되지 않고 있거나, 때로는 어린이에서 발생하는 경우 그 크기가 맞지 않아서 사용할 수 없었다. 또한 이러한 골종양 대치물의 가격이 매우 비싸서 충분히 팔다리를 구할 수 있음에도 불구하고 경제적인 문제 때문에 포기해야만 하는 경우도 역시 있다.

제조 시간이 상대적으로 짧고, 기존의 Custom made Implant 보다 더 싸고, 형태나 사용 방법에 있어서 우리 의사들에게 더 친숙하고, 기존에 쓰이고 있는 보철들과 같이 조합할 수 있다는 측면에서 3D-Printed Patient-matched Implant 가 적절한 대안이 될 수 있다.

2. 의료 분야 3D 프린팅 과정

의료 분야에서 3D 프린팅의 과정은 데이터 수집, 3D 모델링, 그리고 3D 프린팅의 3단계를 거친다. 먼저 데이터 수집은 환자의 MRI 나 CT 등 영상 자료를 표준화된 DICOM (Digital Imaging and Communications In Medicine) 형식으로 저장한 것을 기본으로 한다. 3D 모델링에서는 MIMICS (Materialise's Interactive Medical Image Control System) 소프트웨어를 이용하여 환자의 이미지 데이터를 바탕으로 재구성하고자 하는 부분을 분절화하고 가공하여, 출력하고자 하는 제품을 디자인한다. MR Image 는 병변 부위를 확인하고 수술을 계획하는 데는 유리하지만 3D 모델링을 구성하기 위해서는 CT Image 와의 조합이 필요하다. Reference point 를 이용하여 대응시키거나, Resection Margin을 사용자가 3D modeling 에 직접 표시하는 방법을 사용하고 있다. 실제로는 이 단계에서 3D 모델링 담당자와 사용자가 긴밀하게 의사소통하면서 사용에 적합한 결과물이 출력될 수 있도록 노력이 필요하다. 수 차례 수정과 재 수정을 거쳐 3D 모델링이 완성되면 3D 디자인은 표면 데이터만으로 재구성되어 출력 준비가 완료된다. 출력물의 품질, 재료 등을 고려하여 적합한 방식을 채택하여 실제 출력하는 3D 프린팅의 단계를 거치면 결과물을 얻을 수 있으며 표면 후처리와 적절한 살균/소독 후 수술장에서 사용하게 된다.

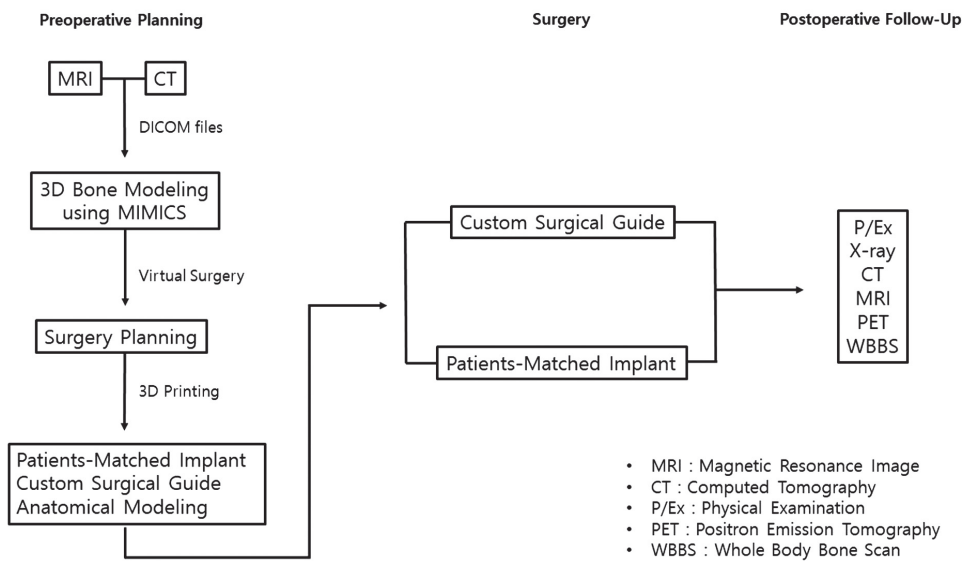
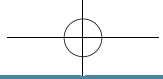


Fig. 1. Schematic Flow Chart of the 3D Printing process in orthopedic oncology surgery

3. 원발성 골종양 수술에서 3D printing 현황

1) Anatomical Modeling

3D-Printed Anatomical Model 은 수술을 준비하는 의사에게 3차원의 직관적인 시각 정보를 전달할 뿐만 아니라, 프린팅 방법에 따라 촉감에 있어서도 이를 반영할 수 있다. 교육적 목적 이외에 적절한 수술 방법이나 수술 기구의 선택에 도움이 되며²⁾, 접근과 절제 절차가 복잡한 케이스에서 적절한 절제연을 얻는 수술 계획을 수립할 수 있게 하며, 3D-Printed Anatomical Model 을 이용하여 환자에게 자세히 설명하는 보조 자료로 쓸 수 있다. 3D-Printed Anatomical Model 을 이용하여 수술 전 절제해야 할 종괴의 형태, 골소실 정도, 근처를 지나는 혈관이나 신경의 위치와 주행을 3차원 공간 안에서 쉽게 파악하며, 적절한 수술 계획을 수립할 수 있다³⁾. 때로는 골소실이 많다면 적절한 고정을 위한 보철을 선택하는데 도움을 주기도 한다.

2) Custom Surgical Guides

2018년 서울대 김한수 교수팀은 3D-Printed Custom Surgical Guide 를 이용하여 사지구제술을 시행 받은 12명의 환자를 대상으로 한 결과 보고를 통해, 최대 Cutting Error가 3 mm라고 보고하고 있다⁴⁾. Custom Surgical Guide나 Patients-Specific Instruments가 골반골 등 복잡한 절제연이 필요한 수술이나, Drilling 또는 Screw fixation을 시행할 때 주변 혈관이나 신경을 손상시킬 수 있는 수술에 있어서 그 정확성을 높이고 안전성을 향상 시키기 위해서 좋은 대안이 된다. 3D-Printed Custom Surgical Guide는 제거할 곳만 노출 시키는 Open type과 제거할 곳만 덮어두는 Closed type으로 구분할 수 있으며 수술 부위 해부학적 특징, 원발성 골종양의 종류, 사용할 Cutting Saw 등에 따라서 적당한 type 을 선택해서 사용할 수 있다⁴⁾.

3) 3D-Printed Patients-matched implants

3D-Printed Patients-matched implants는 수술 전 환자 영상 검사를 토대로 만들어 지게 되는데, Lu 등은 2019년 발표한 논문을 통해서 3D-Printed Implant, B-TCP granule, Vascularized Fibular Graft, Plate and Screws system의 조합을 이용해서 5개의 대퇴골과 5개의 경골에 대한 단기 추시 결과 보고를 통해 하지 기능 회복에 대한 믿을 수 있는 대안이라고 보고하고 있다⁵⁾. 우리나라에서는 2018년 강현귀 교수팀이 Forearm both bone에 재발된 Desmoplastic Fibroma의 광범위 절제술 후 3D-Printed Personalized Titanium Implant를 이용한 재건술 이후 단기 추시를 통해 결과 보고하였다⁶⁾. 적절한 기존의 보철이 개발되어 있지 않은 부위의 광범위 골소실에 대한 재건 방법으로서 Titanium 합금을 이용한 3D-Printed Personalized Implant는 믿음직한 옵션으로 생각된다.

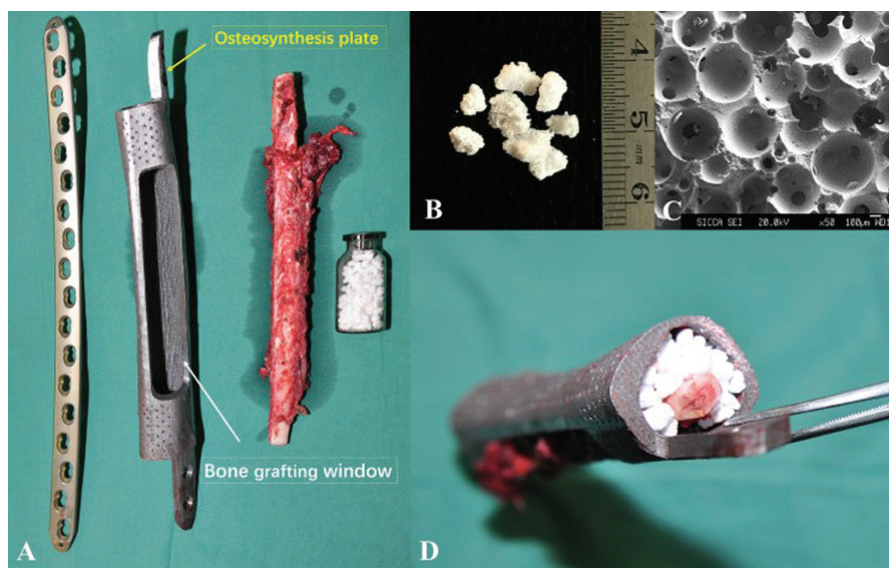
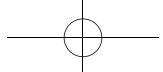


Fig 2. Patient-specific 3D-printed prosthesis combined with β -TCP bioceramics and/or vascularized fibular for reconstruction of massive bone defects after lower extremity malignant tumor excision reports by Lu Y, et al.⁵⁾

원발성 골종양에서 3D-Printed Patients-matched Implant가 갖는 의미는 다음과 같다. 원발성 골종양의 치료는 획기적으로 발전되어 왔고, 현재는 절단술이 아닌 사지 구제술이 기본적 치료 원칙으로 자리잡았다. 특히, 적절한 항암 치료 이후 광범위 절제술 및 종양 보철물을 이용한 재건술이 표준 치료가 되고 있다. 대부분 Modular type의 Tumor Implant가 상업적으로 사용이 가능하지만, 여러 가지 이유로 제한된 관철에 대해서만 이용이 가능하고, 나머지는 Custom Made Implant를 사용해야만 한다. 그러나 기존의 Custom Made Implant는 준비가 복잡하고, 제작이 오래 걸리며, 매우 비싸다. 제조 시간이 상대적으로 짧고, 기존의 Custom Made Implant 보다 더 싸고, 형태나 사용 방법에 있어서 우리 의사들에게 더 친숙하고, 기존에 쓰이고 있는 Implant 들과 같이 조합할 수 있고 수술 방법과 디자인에서 적극적으로 개입할 수 있다는 측면에서 3D-Printed Patients-matched Implant 는 반드시 필요한 기술이다. 원발성 골종양 수술에서 3D 프린팅 기술은 Anatomical Modeling, Custom Surgical Guides, Patient-Matched Implant 를 주제로 팽창하고 있다. 마지막으로, 3D-Printed Patients-matched Implant 는 악성 및 양성 골종양 뿐 만 아니라, 급격하게 늘고 있는 전이성 골종양 치료를 위해서도 반드시 필요한 기술이라 할 수 있겠다.

REFERENCES

1. Kim GB, Lee S, Kim H, et al. Three-dimensional printing; basic principles and applications in medicine and radiology. Korean J Radiol. 2016. Mar-Apr;17(2):182-97. doi: 10.3348/kjr.2016.17.2.182.
2. Park JH, Lee Y, Shon OJ, Shon HC, Kim JW. Surgical tips of intramedullary nailing in severely bowed femurs in atypical femur fracture; simulation with 3D printed model. Injury. 2016. Jun;47(6):1318-24. doi: 10.1016/j.injury.2016.02.026.
3. Punyaratabandhu T, Liacouras PC, Pairojboriboon S. Using 3D models in orthopedic oncology ; presenting personalized advantages in surgical planning and intraoperative outcomes. 3D Print Med. 2018. Nov 26;4(1):12. doi: 10.1186/s41205-018-0035-6.
4. Park JW, Kan HG, Lim KM, Park DW, Kim JH, Kim HS. Bone Tumor resection guide using Three-dimensional printing for Limb salvage surgery. J Surg Oncol. 2018. Nov;118(6):898-905. doi: 10.1002/jso.25236.
5. Yajie Lu, Guojing Chen, Zuoyao Long et al. Novel 3D-printed prosthetic composite for reconstruction of massive bone defects in lower extremities after malignant tumor resection. J Bone Oncol. 2019. Jan 25;16:100220. doi: 10.1016/j.jbo.2019.100220.
6. Lim KM, Park JW, Park SJ, Kang HK. 3D-printed Personalized Titanium Implant design, manufacturing and verification for Bone Tumor Surgery of Forearm. Biomed J Sci & Tech Res. 2018. Vol. 10. Issue 3:7796-7801. doi: 10.26717/BJSTR.2018.10.001950.



의료 3D 프린팅 표준화 동향



조선대학교 의과대학 의예과
ISO/TC261/JG70 "Optimized Medical Image Data" 컨비너
임원봉



핵심 특허 기술의 만료가 된 3D 프린팅은 최근 들어 폭발적인 기술의 확산이 이루어지고 있다. 성공적인 시장의 형성을 위해 가공성 및 기능성을 조형물에 적절히 제공하기 위해 소재와 공정의 표준화가 복합적으로 고려되어야 한다. 특히 의료분야에서는 의료기기 생산을 중심으로 3D 프린팅 기술이 활용되어 환자 맞춤형 수술 도구 및 사전 모의 수술 모형 제작 등에 3D 프린팅 기술이 사용되고 있으며, 시간이 지남에 따라 3D 프린팅 기술은 제작 속도, 비용, 크기 등의 장애물을 극복하고 더욱 보급될 것으로 보인다. 현재 이러한 3D 프린팅 국내외 규격 표준화는 프로세스, 용어 및 정의, 프로세스 체인, 시험절차, 품질변수, 공급계약 등 모든 적층제조 관련 분야에 대해 표준화가 진행되고 있으며, 특히 우리나라는 국가 기술 표준원의 지원으로 ISO TC261과 ASTM F42에서 의료분야의 국제규격 표준화의 의장국으로서 채택되어 국가 기술의 세계화를 진행하고 있다.

ISO/TC 261분과는 적층제조 분야 국제표준화를 위해 2011년에 설립되었으며, 간사국은 독일(DIN)이고, 33개 회원국(P 멤버 25개국, O 멤버 8개국)이 국제 표준화 제정에 활발히 활동 중이다. 현재 7개 분과, 25개 공동작업반에서 13개 표준 발행, 24개 표준화 작업 수행 중 이다. 특히 적층제조 표준화 협력을 위해 ISO-ASTM간에 PSDO (Partner Standards Developing Organization Agreement) 협약을 체결하고, 연 2회 TC261 총회(Plenary meeting)와 F42 총회를 공동 개최함으로써 표준 양식의 통일 및 기관별 기존 표준 문서의 대체를 추진하고 있다.

우리나라에서 추진 중인 의료 3D 프린팅 분야의 표준화는 2017년 ISO/TC 261-ASTM F42 그룹 산하 JG70 (Optimized medical image data)에서 진행 중인 "의료 3D프린팅 이미지 데이터 최적화 방법"과 "적층제조를 위한 관절 모델링의 요구 사항"에 관한 표준안이며, 이것은 의료영상데이터, 3D스캔데이터, 3D출력물 간의 유한요소해석(Finite element analysis,

FEA)비교를 통한 의료 허용오차 내의 3D프린팅 데이터 최적화 과정을 통한 프로세스에 관한 것이다.

기존의 2차원적 CT Scan 영상과 MRI 자료 등 영상의학 검사 자료만으로 수술을 진행할 경우 개인별 근골격을 정확히 확인하기 힘들어 수술 과정에서 부정교합이 발생할 가능성이 높으나 3D프린터를 활용하여 환자의 수술 부위의 골격을 모델링하고 시뮬레이션 한 후 수술을 진행하면 보다 정밀한 수술과 수술 후 부작용을 최소화 할 수 있다. 이를 위해 제안된 표준에서는 기존 영상의학 검사 자료를 3D프린팅에 적용하기 전 가장 적합한 파일 모델로 변환하는 과정을 제공하여 파일의 허용오차 범위 이내 이미지 모델링 기술에 따라 정확한 모형과 보형물이 제작되어 높은 수술 성공률을 확보할 수 있도록 해부학적 구조체의 특성에 따른 가이드라인을 통해, 의료영상기업들이 제작하는 소프트웨어의 인증기준에 적용함으로써 3D 의료 품질 향상의 토대를 제공하며, 방법적으로 다양한 오류영상을 유형별로 정의하며 오류영상의 입력을 보정한 결과물과 실제 표준데이터 간의 dimensional trueness 평가를 통해서 품질을 평가하는 방안을 보여준다. 이미 상용화된 의료영상의 데이터의 3D 변환 소프트웨어들은 이미 상당히 고도화된 수준으로 상용화되어 있고 지속적인 연구개발로 수술전 외과적 치료옵션을 평가하는 시뮬레이션과 수술용 의료기구나 임플란트의 제조설계에도 사용되고 있으며, 2차원 의료영상을 기반으로 구역화하는 과정에서 많은 부분이 사용자 편의성을 위해 Automation 되어지고 있고, 불필요한 노이즈나 취약영상 등을 쉽고 빠르게 복원하는 과정에서 오퍼레이터의 선택이나 판단이 중요한 변수가 될 수 있다. 문제는 이러한 과정에서 해부학적 구조체의 종류에 따라 달라지는 구역화의 방법이나 영상프로세싱 알고리즘을 최적화 될 수 있는 구조체별 프로파일링이 요구되며 이의 표준화 단계를 제공함으로써 보다 정확한 모델링 데이터를 구축할 수 있도록 도와주는 것이다.

이를 위하여 제안된 표준에서는 유한요소해석을 적용할 모델을 의료영상에서 확보하기 위한 과정인 Segmentation(영상분할), 유한요소를 모델링하고 특성을 정의하기 위한 Pre-processing(모델링, 메시 작업), 그리고 유한요소 해를 구하기 위한 Analysis solver(해석, 솔버), 마지막으로 시각화 툴로서 결과를 확인하는 Post-processing(후처리)과정을 통해 의료영상의 정확한 3차원 모델링 과정을 수행하도록 한다. 이렇게 제작된 3차원 모델링 파일은 적층가공을 통해 실물오브젝트를 제작하여 다양하게 활용될수 있으며 그중에서도 외과적 용도로 사용하는 수술가이드나 인체 삽입형 의료기기 등의 3D 프린팅에 적용될 수 있게 된다.(Fig. 1)

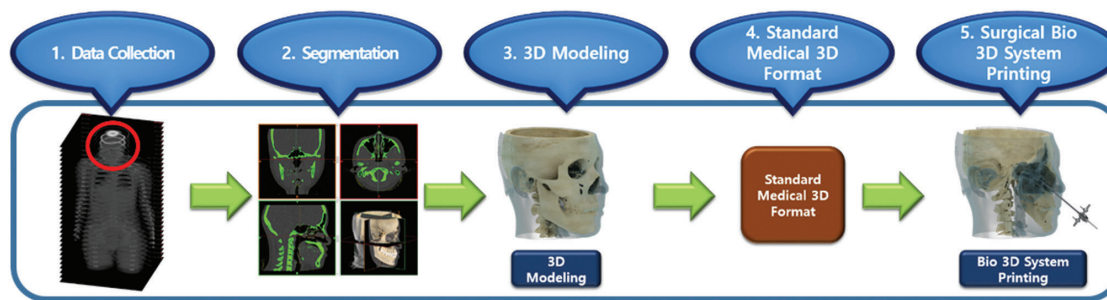


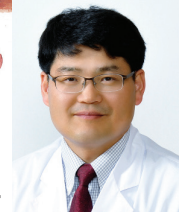
그림. 의료 3D 프린팅을 위한 모델링 과정

이러한 의료 3D 프린팅 기술은 개인 맞춤형 의료기기 제조의 확대에 있어서 핵심 기술로서 부각되고 있으며, 3D프린팅과 관련된 다양한 산업을 변화시키고 새로운 시장과 사업 모델을 만들어 낼 것으로 예상된다고 보고되어 지고 있다. 하지만 국내 3D프린팅 기술의 활용과 제품 개발은 아직 도입 단계로 추정되며 국내 3D 프린팅 업체들은 외국 제품을 모방하여 제작하는 수준으로 알려져 있다. 특히, 국내 3D 프린팅 업체들은 장비나 소프트웨어의 개발 등 일부 분야에서 개발하고 있으며 해외 기업인 Stratasys, 3D systems 등에서 국내 의료용 3D 프린터를 주로 공급하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 의료 3D프린팅 표준화 기술 선점을 통해 국내 의료기기 제조 기업들에게 3D 프린팅 시장의 진입 장벽을 크게 낮추어 3D 프린팅 산업 활성화를 위한 기반을 조성하여 국내 의료기기 산업체의 제품 신뢰성 향상에 따른 수요 창출 및 의료산업 활성화에 기여할 수 있는 밑거름이 될 것이라고 기대되어 진다.

REFERENCES

1. ISO/ASTM 17296-1, Additive manufacturing - General principles - Part 1: Terminology
2. Chen, Y., J. Zhang, P. A. Heng, and D. Xia, "Chinese Visible Human Brain image segmentation," Proceedings of the 2008 Congress on Image and Signal Processing, vol. 3, pp. 639-643, May 2008.
3. "Digital Korean" (website) Korea Institute of Science and Technology Information.
4. Flores, J. M. and F. Schmitt, "Segmentation, reconstruction and visualization of the pulmonary artery and the pulmonary vein from anatomical images of the Visible Human Project." Proceedings of the Sixth Mexican International Conference on Computer Science, pp. 136-144, September 2005.
5. Ghosh, P. and M. Mitchell, "Segmentation of medical images using a genetic algorithm," Proceedings of the 8th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation, pp. 1171-1178, 2006.
6. Grau, V., A. U. J. Mewes, M. Alcaiz, R. Kikinis, and S. K. Warfield, "Improved watershed transform for medical image segmentation using prior information," IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 23, no. 4, pp. 447-458, 2004.
7. Huang, Y.X., L. Z. Jin, J. A. Lowe, X. Y. Wang, H. Z. Xu, Y. J. Teng, H. Z. Zhang, and Y. L. Chi, "Three-dimensional reconstruction of the superior mediastinum from Chinese Visible Human female, Surgical Radiologic Anatomy, vol. 32, no. 7, pp. 693-698, August 2010.
8. König, A. H., "Usability Issues in 3D Medical Visualization," Technische Universität Wien Dissertation. PhD thesis, pp. 18-21, 2001.

CAOS Asia-Pacific 2020 준비현황



사무총장, 화순전남대학교병원 정형외과 **선종근**

안녕하십니까?

먼저 그 동안 학회를 창립하시고 지금까지 정형외과의 혁신적인 분야를 잘 이끌어 주신 역대 회장님과 회원님들에게 진심으로 감사의 마음을 전합니다.

정형외과 영역에서 컴퓨터를 이용한 첨단 과학 기술을 접목하기 위하여 MD와 PhD 선생님들로 구성된 전문가 모임인 대한정형외과 컴퓨터수술학회(CAOS-KOREA)는 2003년 12월 제 1차 학술대회를 시작으로 해마다 정기 학술대회를 개최하여 정형외과의 분과학회로서 학문발전에 많은 기여를 하고 있습니다. 국외적으로 2007년에 송은규 회장님 주관 하에 4th CAOS-ASIA, 그리고 2011년에 임흥철 회장님 주관 하에 9th CAOS-ASIA를 개최하여 CAOS Korea의 위상을 전세계에 알렸습니다. 또한 2012년에는 CAOS International 학회를 성공적으로 개최하여, 세계적으로 명실상부한 최고의 학회가 되었습니다. 2020년 올해에는 CAOS Korea 학회 주관으로 9월 10-11일(목, 금)에 서울 밀레니엄 Hilton Hotel에서 CAOS Asia-Pacific 2020을 CAOS Korea 추계학회와 함께 개최하게 되었습니다.

2004년에는 시작된 CAOS ASIA는 매년 5개국(미국, 일본, 중국, 대만, 인도, 싱가포르, 말레이시아, 필리핀, 등) 이상의 참가와 100명 이상의 해외 참석자 및 저명한 해외연자를 모시고 성황리에 심포지엄을 개최하고 있습니다. CAOS ASIA는 호주 등의 합류로 2016년부터는 CAOS Asia-Pacific으로 명칭을 바꾸어 2016년도에 말레이시아 Kuala Lumpur 그리고 2018년도에 태국 Pattaya에서 개최되었습니다. 이번 2020년 CAOS Asia-Pacific은 저희 학회가 3번째 개최하는 국제 학회로 원예연 회장님과 박관규 총무님, 문영완 학술위원장님과 임원님들이 주관하여 전체적인 program 구성 중입니다.

최근 하루가 다르게 발전하고 있는 최첨단 기술은 의료계 전반에 걸쳐 그 비중이 점차 확대되어 가고 있습니다. 이러한 흐름은 정형외과에서도 역시 거스를 수 없는 현상이며, 그에 따라 컴퓨터와 로봇과 같은 새로운 기술과의 접목이 이루어 지고 있습니다. 이에 맞추어 CAOS AP 2020에서는 Computer Assisted Orthopedic Surgery (Robot, Navigation, Sensor, etc.), Biomedical Imaging & Bioengineering와 관련된 컴퓨터를 이용한 정형외과 수술의 임상 및 연구 결과에 대한 발표를 준비하고 있습니다. 최근 많은 관심의 대상이 되는 AI, 3D printing과 같은 새로운 기술과 함께 Expert CAOS techniques를 Video로 소개함으로써 새로운 분야와의 접목을 통한 학문적 발전과 회원간의 상호 학술적 교류에 도움이 되기를 기대합니다. 특히 이 분야에서 저명한 해외 연자들을 초청하여 컴퓨터 접목이 가능한 다양한 임상 및 기초 분야의 특강 및 심포지엄을 계획하고 있습니다.

우리를 지치고 힘들게 하였던 겨울이 가고 이제는 약동하는 생명의 기운이 피어나는 봄입니다. 2020년 CAOS Asia-Pacific이라는 심포지엄의 개최가 CAOS Korea 학회가 보다 나은 미래로 한 발짝 나아가는 기회가 되었으면 합니다. 결실의 계절 가을에 저희가 준비할 “CAOS Asia-Pacific (CAOS-AP)와 CAOS Korea 추계학회”에 회원님들을 초대합니다.

일시 : 2020년 9월 10, 11일(목, 금)
장소 : 서울 밀레니엄 Hilton Hotel

아무쪼록 이번 행사가 정형외과 영역에서 최첨단 기술의 적용과 앞으로의 발전 방향을 모색할 수 있는 좋은 기회가 되기를 기원합니다. Computer-assisted Orthopaedic Surgery Asia-Pacific (CAOS-AP) 2020를 통해 CAOS Korea가 다시 한번 도약할 수 있는 기회가 되도록 회원님들의 많은 관심과 협조 부탁드립니다.

<http://www.caos-ap2020.org>

The Combined Meeting of the **CAOS Asia-Pacific 2020** and the 15th Annual Fall Meeting of **CAOS-Korea**

Date / September 10(Thu)-11(Fri), 2020

Venue / Millennium Hilton Seoul

Abstract Submission Deadline / **June 15(Mon), 2020**

Early Bird Registration Deadline / **July 31(Fri), 2020**

CAOS
KOREA