

Joint⁺OS

경험이 살아있는 정형외과 매거진

2021 March No. **23**

인공관절 1

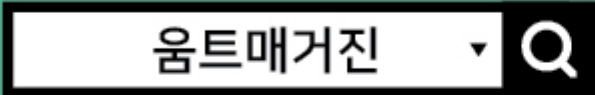
- 06 무릎 인공관절 수술 후 통증: 모든 환자는 똑같이 아픈가?
- 10 하지 정렬: Mechanical vs Kinematic alignment technique
- 13 Navigation Assisted Total Knee Arthroplasty: Pros & Cons
- 19 Robotic TKA의 현재와 미래
- 23 슬관절 전치환술에 있어서 관절 절개술 방법의 비교
(고식적 내측 슬개주위 관절 절개술과 최소 침습 관절 절개술과의 비교)
- 27 Fixed vs mobile TKA에 대하여 (고정형과 운동형 인공관절에 대하여)
-
- 31 Golf Shafts: Myth or Mechanics



움트의 매거진을 통해 다학적 최신 지견을 만나보세요!



UMT Medical Magazine 구독신청을 원하신다면,
네이버에서 [움트매거진]을 검색해주세요!



정형외과 최신정보지
Vol.7 No.1 March 2021

경험이
살아있는
정형외과
매거진

ADVISORY BOARD

빈성일 교수 울산의대 서울아산병원

EDITORIAL BOARD

| | |
|--------|----------------|
| 최충혁 교수 | 한양의대 한양대학교병원 |
| 나경옥 교수 | 인제의대 일산백병원 |
| 유주형 교수 | 국민건강보험 일산병원 |
| 유재두 교수 | 이화의대 이대목동병원 |
| 한승범 교수 | 고려의대 고려대학교인암병원 |
| 인용 교수 | 가톨릭의대 서울성모병원 |
| 김종민 교수 | 울산의대 서울아산병원 |
| 안지현 교수 | 성균관의대 강북삼성병원 |
| 이대희 교수 | 성균관의대 삼성서울병원 |
| 김성환 교수 | 연세의대 강남세브란스병원 |
| 배지훈 교수 | 고려의대 고려대학교구로병원 |

인사말

JoinOS 독자 여러분, 안녕하십니까?

봄이 오고 있습니다.

차가운 기운이 점차 사라지고 따뜻한 기운이 주위를 감싸는 것을 느끼게 됩니다. 초록빛 신록이 올라 오면서 새롭고 신선한 느낌과 생기가 주위에 완연합니다. 코로나 백신이 사용되면서 앞날에 대한 희망도 점차 커지는 것 같습니다. 올해 연말에는 우리의 생활이 다시 정상으로 돌아 갈수 있도록 기대를 가져 봅니다.

이번 JoinOS 23호는 무릎 인공관절을 대주제로 다루었습니다. 인공 관절 수술에 대해 환자들이 궁금해하는 문제 뿐만 아니라 수술하는 의사들 사이에도 견해가 서로 다를 수 있는 문제를 다루고자 하였습니다. 먼저 무릎 인공관절 수술 후 환자들이 가장 관심이 많은 수술 후 통증에 대해 다루었습니다. 또한 수술 기법상의 문제인지 정렬 : Mechanical vs Kinematic Alignment, Navigation Assisted TKA 의 장단점, 최근 관심이 많아진 Robot TKR 에 대해서도 다루었습니다. 오래 전부터 논란이 있어 왔던 주제인 관절 절개술 방법의 비교 : 전통적 내측 슬개주위 관절 절개술 vs 최소 침습 관절 절개술, Fixed vs Mobile TKA 비교에 대하여도 검토해 봤습니다.

JoinOS는 현재와 같이 학술 행사가 매우 제한된 상황에서 독자 여러분께 도움이 되는 알찬 내용을 전달하고자 노력하고 있습니다. 본 매거진이 독자 선생님들께 작으나마 도움이 되고 마음의 위트가 되었으면 합니다.

감사합니다.



2021년 3월

JoinOS 편집책임
울산의대 서울아산병원

빈성원

Join+OS

움트 Medical Magazine을 언제 어디서나 편하게 보세요!



■ 구독 신청방법

01 magazine.e-umt.com 주소로 접속 후, 화면 하단에 있는 **움트매거진 구독 신청하기** 클릭!



◀ QR코드 접속
매거진 홈페이지 바로가기

02 구독신청화면에서 구독을 원하시는 매거진을 선택하시고 주소를 남겨주시면 매거진을 발송해드립니다. 이메일을 남겨주시면 움트매거진 홈페이지로 접속해서 편리하게 볼 수 있는 **News Letter**를 **매주 보내드립니다.**



01. 홈페이지 하단에서 구독신청 클릭!



02. 구독신청화면에서 신청서 작성

NAVER 에서 **움트매거진** 을 검색하시면 바로 연결이 됩니다.

CONTENTS

통권 제23호
발행일 2021년 3월 19일
발행인 신남철 ncshin@e-umt.com
발행처
움트(UMT) www.e-umt.com,
T. 070-4818-8510
F. 02-6442-8528
구독·광고 협찬 및 제보 문의
움트CBO cbo@e-umt.com
디자인 모아베이

편집 편집위원회
편집책임 반성일(울산의대)
편집위원
최종혁(한양의대), 나경욱(인제의대),
유주형(국민건강보험 일산병원),
유재두(이화대의대), 한승범(고려의대),
인 용(가톨릭의대), 김종민(울산의대),
인지현(통국의대), 이대희(성균관의대),
김성환(연세의대), 배지훈(고려의대)

Column

- 무릎 인공관절 수술 후 통증: 모든 환자는 똑같이 아픈가? 06
인 용 가톨릭의대 서울성모병원
- 하지 정렬: Mechanical vs Kinematic alignment technique 10
김 종 민 울산의대 서울아산병원
- Navigation Assisted Total Knee Arthroplasty: Pros & Cons 13
배 지 훈 고려의대 고려대학교구로병원
- Robotic TKA의 현재와 미래로 19
안 지 현 성균관의대 강북삼성병원
- 슬관절 전치환술에 있어서 관절 절개술 방법의 비교
(고식적 내측 슬개주위 관절 절개술과 최소 침습 관절 절개술과의 비교) 23
이 대 희 성균관의대 삼성서울병원
- Fixed vs mobile TKA에 대하여 (고정형과 운동형 인공관절에 대하여) 27
나 경 욱 인제의대 일산백병원

Special column

- Golf Shafts: Myth or Mechanics 31
김 성 환 연세의대 강남세브란스병원

ISSN 2465-7980



무릎 인공관절 수술 후 통증: 모든 환자는 똑같이 아프는가?

인 용 가톨릭의대 서울성모병원



AT A GLANCE

- 중추감작은 지속적인 말초 자극에 의한 중추신경계의 과흥분 상태를 의미하며 이질통(異質痛, allodynia)과 통각과민(痛覺過敏, hyperalgesia) 등으로 나타난다.
- 중추감작 환자는 무릎 인공관절 수술 후 정상 환자보다 더 강하고 지속적인 통증을 호소하는데, 이러한 중추감작 여부를 수술 전에 선별하는 것이 중요하다.
- 중추감작 환자의 무릎 인공관절 수술 후 통증 조절에 선택적 세로토닌 노르에피네프린 재흡수 억제제(selective serotonin norepinephrine reuptake inhibitor)인 duloxetine의 사용이 효과가 있다.

| 서론 |

말기 무릎 관절염 환자에서 무릎 인공관절 수술을 시행할 때 의사와 환자는 모두 드라마틱한 증상 호전을 기대하나, 실제로는 15~20%의 환자들이 무릎 인공관절 수술 후 불만족을 호소한다. 이러한 불만족은 주로 술 후 통증 발생과 관계가 있다. 관절

강직, 감염, 불안정성, 또는 인공관절 삽입물의 이완(loosening) 등과 같이 통증을 일으킬 수 있는 수술 합병증들은 재수술을 해서라도 통증을 해결해 보자는 희망을 가져볼 수 있으나, 현실적으로는 수술 후 통증의 명확한 원인을 밝히지 못하는 경우가 대부분이다. 설명할 수 없는 통증의 원인으로 우울증, 통증 파국화(破局化, pain catastrophizing)와 같은 정신 질환, 그리고 척추 질환, 근력 감소 등 동반 신체 질환도 검사해봐야 하겠지만, 무릎 관절염 환자와 같이 만성 통증환자에서는 지속적이고 강한 유해 자극에 의한 중추감작(中樞感作, central sensitization) 여부를 확인하여야 한다. 본 종설에서는 중추감작의 정의, 진단 방법, 중추감작 환자에서의 수술 후 통증 조절 방법에 대해 정리하고자 한다.

| 본론 |

1. 중추감작의 정의

무릎 관절염으로 인한 통증과 같이 지속적이고 유해한 말초 자극은 중추신경계를 과흥분시킬 수 있는데, 이렇게 되면 유해한 자극 또는 무해한 자극에도 과민반응이 일어나는 중추감작이 발생할 수 있다. 중추감작의 의학적 정의는 말초의 통증이 중추신경에서 비정상적으로 강하게 증폭되는 것을 의미하며 이질통(異質痛, allodynia)과 통각과민(痛

覺過敏, hyperalgesia), 연관통(聯關痛, referred pain), 지속통(持續痛, persistent pain)이 포함된다. 이질통은 통증을 느끼지 않을 자극(무해 자극)에도 통증을 느끼는 것을 의미하며 통각과민은 유해 자극에 과대하게 통증을 느끼는 것을 말한다. 중추감작은 골관절염은 물론 섬유근육통, 류마티스관절염, 만성 요통, 등 다양한 만성 근골격계 질환의 통증의 원인으로 알려져 있다. 무릎 인공관절 수술은 정상 통증 기전을 가진 환자에서도 상당한 통증을 유발하는 수술인 바 수술 대상자가 중추감작된 환자인지 여부를 수술 전에 선별하는 것은, 수술 후 통증을 조절하는 데 중요한 요소라 하겠다.

2 중추감작의 진단

중추감작 조사지(central sensitization inventory, CSI)는 외래에서 환자의 중추감작 정도를 문항으로 평가할 수 있도록 고안된 설문지이다. CSI의 한국어판(CSI-K, Table 1)의 타당성이 검증되어 사용할 수 있다.¹ CSI는 크게 두 개의 표로 이루어지는데 첫 번째 표는 25개의 문항으로 이루어진 중추감작 설문지이며 두 번째 표는 중추감작이 통증 악화의 원인이 될 수 있는 질환의 동반 유무를 선별하는 표이다. 설문지 각 문항은 0~4점으로 평가하며 총점 0~100점이 가능하다. CSI 설문 총점에서 29점 이하는 중추감작되지 않은 것으로 평가하고, 30~39는 경도 중추감작, 40~49는 중등도 중추감작, 50~59는 심한 중추감작, 60 이상은 매우 심한 중추감작으로 평가하는데, 중추감작의 진단은 40점 이상을 기준으로 내릴 수 있다. 대개 무릎 인공관절 수술 대상자인 말기 무릎관절염 환자의 20%~30% 정도가 중추감작 진단 기준인 40점 이상의 CSI 점수를 보이는 것으로 보고된다.² CSI 점수 40점 이상인 환자들보다 40점 미만인 환자들에 비해 무릎 인공관절 수술 후 유의하게 더 심한 통증을 장기간 호소한다고 보고되고 있다.² 따라서 무릎 인공

관절 대상자가 수술을 결정하면 CSI-K 조사지로 중추감작 여부를 조사하는데, 환자가 설문지를 읽고 작성하므로 편리하고 유용하게 사용할 수 있다.

3. 중추감작 환자의 무릎 인공관절 수술 후

통증 조절

무릎 인공관절 수술 후 통증 조절은 최근 많은 연구가 되어왔는데 그 결과들을 요약하면 선제적(先制的, preemptive), 다경로(多徑路, multimodal) 통증 조절이다. 선제적 통증 조절은 수술 전에 진통제 투여를 시작하여 실제 통증이 유발되는 시점에 약효가 극대화될 수 있도록 하는 개념으로 수술 전에 통증 조절은 이미 시작되어야 한다는 것이다. 다경로 통증 조절은 통증을 일으키는 다양한 경로, 예를 들면 말초와 중추 신경계를 동시에 차단하는 개념이다. 중추감작 환자의 통증 조절에서도 이러한 선제적, 다경로 통증조절 원칙이 적용되는데, 특히 다경로 통증 조절이 중요하다. 다경로 통증 조절 시 중추신경계에 작용하는 약물로는 아편 유사제(opioid), alpha-2 adrenergic agonist, 항우울제 등이 있다. 고 등³은 이러한 점에 착안하여 골관절염에 용법 허가를 받은 항우울제인 선택적 세로토닌 노르에피네프린 재흡수 억제제(selective serotonin norepinephrine reuptake inhibitor, duloxetine [Cymbalta, Lilly, USA])를 사용하여 전향적 무작위 대조 연구를 시행하였다. 무릎 인공관절 수술 전에 CSI 조사지 설문으로 환자의 중추감작 정도를 평가하여 CSI 점수가 40점 이상인 중추감작 환자 80명을 등록시켰다. 이들을 수술 전날부터 수술 후 6주간 duloxetine 30mg을 투여한 실험군 40명과 duloxetine을 주지 않은 대조군 40명으로 무작위 배정하였다. 실험군에서 수술 2주 후부터 통증 완화는 물론 감정과 기능 회복이 대조군보다 유의하게 우수했다고 보고하였다. 저자들의 결과에 따르면 무릎 인공관절 수술 대상자를 CSI-K

표 1. 한국어 판 중추감작 조사지(Central Sensitization Inventory for Koreans, CSI-K)

1. 본인이 해당하는 정도에 "V" 표 하세요

| | 전혀 아니다 (0 점) | 거의 아니다 (1 점) | 가끔 그렇다 (2점) | 자주 그렇다 (3점) | 항상 그렇다 (4점) |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1. 늘 피곤하고 아침에 일어날 때 상쾌하지 않다 | | | | | |
| 2. 나의 근육은 경직되고 동증이 있다. | | | | | |
| 3. 불안감이 엄습할 때가 있다. | | | | | |
| 4. 이(치아)를 갈거나 짹 문다. | | | | | |
| 5. 변비나 설사가 있다. | | | | | |
| 6. 일상 생활에 타인의 도움이 필요하다 | | | | | |
| 7. 밝은 불빛에 민감하다. | | | | | |
| 8. 활동시 쉽게 피로를 느낀다. | | | | | |
| 9. 전신에 동증을 느낀다 | | | | | |
| 10. 두통이 있다 | | | | | |
| 11. 방광에 불편감과 소변시에 화끈거리는 느낌이 있다. | | | | | |
| 12. 잠을 깊이 자지 못한다 | | | | | |
| 13. 집중을 잘 하지 못한다 | | | | | |
| 14. 건조하거나 가렵거나 발진 같은 피부 문제가 있다 | | | | | |
| 15. 스트레스는 나의 신체 증상을 더 악화시킨다 | | | | | |
| 16. 슬프고 우울하다. | | | | | |
| 17. 에너지가 별로 없다 | | | | | |
| 18. 나의 목과 어깨 근육은 늘 긴장하고 있다 | | | | | |
| 19. 턱에 동증이 있다 | | | | | |
| 20. 향수 같은 특정 냄새에 어지럽고 구역질이 난다 | | | | | |
| 21. 소변을 자주 본다 | | | | | |
| 22. 밤에 잠 자려 할 때 다리(종아리)가 불편하거나 불안하여 가만히 있기가 어렵다. | | | | | |
| 23. 무언가를 기억하기가 힘들다 | | | | | |
| 24. 나는 어렸을 적 트라우마로 고통받는다. | | | | | |
| 25. 골반에 동증이 있다. | | | | | |

총점 _____ 점

(29점 이하: 정상, 30~39: 경도, 40~49: 중등도, 50~59: 심각, 60점 이상: 매우 심각)



2. 의사로부터 다음과 같은 질환을 진단받은 적이 있습니까?
(잘 모르시면 비워 두시기 바랍니다.)

| | 질환 | 아니오 | 예 | 진단 연도 |
|----|----------------|-----|---|-------|
| 1 | 하지 불안 증후군 | | | |
| 2 | 만성 피로 증후군 | | | |
| 3 | 섬유근육통 | | | |
| 4 | 족두 하악 (턱관절) 장애 | | | |
| 5 | 편두통 또는 긴장성 두통 | | | |
| 6 | 과민성 대장 증후군 | | | |
| 7 | 다발성 화학물질 과민증 | | | |
| 8 | 경추 손상 (편타성 손상) | | | |
| 9 | 불안장애 또는 공황장애 | | | |
| 10 | 우울증 | | | |

조사지로 선별하고, 중추감작 환자에 대해서는 수술 전 2주 전부터 duloxetine을 처방한다면 중추신경계 과흥분에 의한 수술 후 통증을 유의하게 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

| 결론 |

무릎 인공관절 수술 대상자들은 지속적이고 강한 통증을 앓아온 환자들이며, 상당수의 환자가 중추감작 상태이다. 중추감작된 환자는 무릎 인공관절 수술 후에도 중추감작되지 않은 환자들에 비하여 지속적이고 강한 통증을 호소한다. 이는 수술에 대한 불만족과 직접적인 연관이 있다. 중추감작 정도는 수술 전 CSI-K 조사지로 설문하여 간편하게 조사할 수 있다. 중추감작으로 진단된 환자를 수술하는 경우 수술 2주 전부터 duloxetine을 선제적, 다 경로 통증조절 요법(regimen)에 추가하면 유의한 수술 후 통증의 감소와 빠른 기능 회복을 얻을 수 있다. [JoinOS](#)

References

1. Kim MS, Koh IJ, Kim CK, Choi KY, Kim CY, In Y. Cross-cultural adaptation and validation of the Korean version of the Central Sensitization Inventory in patients undergoing total knee arthroplasty for knee osteoarthritis. *PloS one*. 2020;15(12):e0242912.
2. Kim SH, Yoon KB, Yoon DM, Yoo JH, Ahn KR. Influence of Centrally Mediated Symptoms on Postoperative Pain in Osteoarthritis Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty: A Prospective Observational Evaluation. *Pain practice : the official journal of World Institute of Pain*. 2015;15(6):E46-53.
3. Koh IJ, Kim MS, Sohn S, Song KY, Choi NY, In Y. Duloxetine Reduces Pain and Improves Quality of Recovery Following Total Knee Arthroplasty in Centrally Sensitized Patients: A Prospective, Randomized Controlled Study. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2019;101(1):64-73.

하지 정렬: Mechanical vs Kinematic alignment technique

김종민 울산의대 서울아산병원



AT A GLANCE

인공 슬관절 전치환술에서 중립 정렬의 회복은 인공관절의 수명(longevity)을 고려했을 때 성공적인 수술의 필요조건으로 여겨져 왔다. 하지만 인공관절 치환술 후에도 결과에 만족하지 못하는 환자에게 대한 고민은 physiologic kinematics에 대한 관심을 불러왔고, 이는 기존의 mechanical alignment technique (역학적축에 수직으로 femur 및 tibia cut) 대신 kinematic alignment technique (native anatomy 및 soft tissue envelope의 보존을 중시한 femur 및 tibia cut)에 대한 시도로 이어졌다. 이번 논고에선 과연 그러한 시도가 유효한지에 대해 고민해 보고자 한다.

| 서론 |

인공 슬관절 전치환술이 지금과 같은 안정적인 결과를 얻기까지는 여러 시행착오가 있었다. 그러던 가운데 Freeman과 Insall이 정립한 인공관절 수술의 원칙은 삽입물의 20년 생존율이 93~99%에 이를 정도로 그 유효성이 입증되었다.¹ 그 원칙이라 함은, 관상면에선 mechanical alignment에 수직으

로 femur와 tibia cut을 시행하고 고정된 posterior tibial slope를 만들며 component의 rotation은 trans-epicondylar axis에 평행하게 맞춘 후 적절한 ligament release를 시행함으로써, 신전 및 90도 굴곡 시 balanced gap을 얻는 것이다. 하지만 성공적인 implant survival에도 불구하고 15~20%의 환자가 수술 후의 상태에 만족하지 못하는 것으로 알려지면서,² 인공관절 수술 후 physiologic kinematics를 얻고자 하는 노력이 이어졌다.

| 본론 |

2006년 Howell 등은 pre-arthritis state를 재건의 목표로 한 kinematic alignment technique을 제안했다.³ 이는 Bellemans 등이 주장한 constitutional varus 개념을 바탕으로 한,⁴ native anatomy 및 soft tissue envelope의 보존을 중시한 femur 및 tibia cut을 의미하는데 대부분은 수술 후에도 malalignment (주로 varus)가 일부 남게 된다. 이러한 결과는, joint line을 기준으로 하여 tibia는 3도 varus, femur는 3도 valgus cut을 시도한 Hungerford의 anatomic alignment technique이 자칫 tibia에 과도한 varus를 남길 수 있는 위험을 내포한 반면 임상 결과에 있어선 유의한 차이를 보이지 못하여 결국 받아들여지지 못했던 것을 상기

시킨다. Hungerford의 시도가 불량한 longevity를 보여 이제는 시행되지 않는 술기가 되어버린 것을 고려하면, kinematic alignment technique을 대하는 우리의 기준을 보다 엄격히 하는 것이 합리적이라고 생각한다.

Kinematic alignment technique에서 발생할 수 있는 malalignment의 위험을 줄이고자 이를 절충하려는 노력도 있었다. Vendittoli 등은 기존 kinematic alignment의 개념은 따르되 femur와 tibia cut 후 mechanical alignment deviation을 각각 5도 이내로 유지하여 전체 하지의 malalignment를 최소화시키는 restricted kinematic alignment technique을 소개하였다.³ 이와 같이 safe zone을 설정하려는 시도는 역설적으로 kinematic alignment technique이 갖는 longterm implant survival에 대한 우려를 반영한다. 그러나 이러한 safe zone에 대해서 역시 정해진 바가 없는 실정이다.^{5,6} 현재로서는 Howell 등이 발표한 noncomparative series가 유일한 long-term study이고, tibia component의 varus가 contact stress 및 bone-implant load의 증가를 야기한다는 biomechanical evidence를 감안하면⁷ kinematic alignment technique에 있어선 아직 신중한 접근이 필요할 것으로 보인다.

Kinematic alignment technique에 기대되었던 임상적 결과에 있어서의 우월성도 엄밀히 검증된 것은 아니다. Mechanical alignment technique과 kinematic alignment technique을 직접 비교한 몇 건의 randomized controlled study들은 엇갈린 결론을 내리고 있는데 양측 눈가림(double blind)을 시행했음에도 임상적 결과의 차이를 보고한 경우는 Dossett 등이 시행한 연구뿐이었다.⁸ 하지만 양 group간 추시 기간에 차이가 있고 대부분의 환자가 퇴역 군인임을 고려하면 결론을 일

반화시키는 데 한계가 있다. Young 등이 최근 발표한 double blind randomized controlled study에선 5년째 임상적 및 방사선학적 결과에서 유의한 차이가 관찰되지 않았으며,⁹ Waterson 등이 시행한 연구에서도 마찬가지였다.¹⁰ 게다가 kinematic alignment technique에 대한 long-term study가 없고 따라서 longevity가 불확실한데 유사했던 술기(anatomic alignment technique)의 전철을 상기하면 그 장기 결과가 매우 우려되는 것이 사실이다.

| 결론 |

인공 슬관절 전치환술에서 kinematic alignment의 개념을 적용하기엔 아직 풀어야 할 숙제들이 남아 있다. 수술 후 malalignment가 일부 남을지라도 받아들인다고 하나 어느 수준까지 허용 가능한지에 대해선 이를 뒷받침할 수 있는 long-term study가 아직 보고된 바 없다. 한편, kinematic alignment technique으로 수술하였을 때 기대되었던 임상적 결과의 우월성 역시 논란의 여지가 있다. 따라서 implant survival에 있어서 불량한 예후 인자로 알려진 malalignment를 의도적으로 허용하는 kinematic alignment technique이 거부감 없이 임상에 적용되기 위해선 그 효용성과 장기 결과를 증명할 수 있는 추가 연구가 선행되어야 할 것으로 보인다. [JoinOS](#)

References

1. Patil, S., McCauley, J. C., Pulido, P. & Colwell, C. W. How do knee implants perform past the second decade? Nineteen- to 25-year followup of the Press-fit Condylar design TKA. *Clin. Orthop.* 473, 135–140 (2015).
2. Collins, M., Lavigne, M., Girard, J. & Vendittoli, P.-A. Joint perception after hip or knee replacement surgery. *Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR* 98, 275–280 (2012).
3. Howell, S. M., Papadopoulos, S., Kuznik, K., Ghaly, L. R. & Hull, M. L. Does varus alignment adversely affect implant survival and function six years after kinematically aligned total knee arthroplasty? *Int. Orthop.* 39, 2117–2124 (2015).
4. Vanlommel, L., Vanlommel, J., Claes, S. & Bellemans, J. Slight undercorrection following total knee arthroplasty results in superior clinical outcomes in varus knees. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. Off. J. ESSKA* 21, 2325–2330 (2013).
5. Hirschmann, M. T. et al. Functional knee phenotypes: a novel classification for phenotyping the coronal lower limb alignment based on the native alignment in young non-osteoarthritic patients. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. Off. J. ESSKA* 27, 1394–1402 (2019).
6. Almaawi, A. M., Hutt, J. R. B., Masse, V., Lavigne, M. & Vendittoli, P.-A. The Impact of Mechanical and Restricted Kinematic Alignment on Knee Anatomy in Total Knee Arthroplasty. *J. Arthroplasty* 32, 2133–2140 (2017).
7. Li, Z. et al. Polyethylene Damage Increases With Varus Implant Alignment in Posterior-stabilized and Constrained Condylar Knee Arthroplasty. *Clin. Orthop.* 475, 2981–2991 (2017).
8. Dossett, H. G., Estrada, N. A., Swartz, G. J., LeFevre, G. W. & Kwasman, B. G. A randomised controlled trial of kinematically and mechanically aligned total knee replacements: two-year clinical results. *Bone Jt. J.* 96-B, 907–913 (2014).
9. Young, S. W. et al. No Difference in 5-year Clinical or Radiographic Outcomes Between Kinematic and Mechanical Alignment in TKA: A Randomized Controlled Trial. *Clin. Orthop.* 478, 1271–1279 (2020).
10. Waterson, H. B., Clement, N. D., Eyres, K. S., Mandalia, V. I. & Toms, A. D. The early outcome of kinematic versus mechanical alignment in total knee arthroplasty: a prospective randomised control trial. *Bone Jt. J.* 98-B, 1360–1368 (2016).

Navigation Assisted Total Knee Arthroplasty: Pros & Cons

배지훈 고려의대 고려대학교구로병원



AT A GLANCE

현재 슬관절 전치환술에서 내비게이션은 치환물/하지 관상면 정렬의 정확도 및 재현성은 전통적인 수술 방법에 대해 더 신뢰할 수 있는 방법으로 보고되고 있으나, 임상 결과가 더 우월한지는 입증하지 못하였다. 하지만 인공 자능과 같은 과학 기술이 통합된다면 내비게이션 성능은 획기적으로 발전할 수 있으며, 미래의 디지털 시대에 최소 침습 수술, 환자 맞춤형 수술, 교육, 연구 등에서 내비게이션의 사용 가치는 매우 높아 보인다.

| 서론 |

슬관절 전치환술에서 컴퓨터 보조 항법 장치(Computer assisted navigation, 이하 내비게이션이라 기술한다)는 치환물 및 하지 정렬의 정확성과 정밀도를 향상시키기 위해 개발되었으며, 1990년대에 도입되어 현재까지 많은 발전을 이루었다. 내비게이션을 이용하는 것이 전통적인 슬관절 전치환술에 비해 더 정확하고, 치환물의 생존율을 높이고, 임상 결과가 더 우월한가에 대해서는 여전히 논쟁 중이지만, 지난 20여 년 동안 슬관절 전치환술에서

내비게이션을 사용한 경험은 그 가치가 단순히 치환물 및 하지 정렬의 정확도를 높이는 것 이상으로 훨씬 더 크다는 것을 입증했다. 저자는 내비게이션의 현주소와 개인적인 사용 경험, 미래 방향을 기술하고자 한다.

1. 내비게이션의 역할 및 종류

슬관절 전치환술에서 사용하는 내비게이션은 자동차 내비게이션의 길 안내처럼 수술 시 골절제량, 치환물 및 하지의 정렬 상태, 인대 균형에 대한 정보를 실시간으로 제공해준다. 수술은 수술자에 의해 모두 시행되고 내비게이션은 수술 정보만 알려주기 때문에 수술자에 의한 오류가 발생할 수 있지만, 수술자는 내비게이션에서 제공해주는 정보를 실시간으로 확인할 수 있어, 수술 중에 발생할 수 있는 다양한 오류들을 예방하고 교정하여 부정 정렬의 빈도를 줄일 수 있다. 이를 위해서는 환자의 해부학적 정보를 컴퓨터에 정확하게 등록을 하는 것이 중요하고, 골절제 및 인대 균형 상태를 실시간으로 추적할 수 있는 시스템이 필요하다. 내비게이션은 환자의 해부학적 정보를 등록하기 위해 수술 전 자기공명영상 또는 컴퓨터 단층 촬영 영상을 이용하는 방법으로 개발되었으나 과정이 복잡하고 수술 전 영상을 얻어야 하는 번거로운 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 수술 전 영상을 등록하는 방법대신 수술

중 관절 운동을 통하여 고관절/슬관절/족관절 중심을 계산하고 관절 표면의 해부학적 중요 위치를 지침자로 등록하여 컴퓨터가 환자의 관절 모양을 구현하는 역학적 등록 방법이 개발되었다. 내비게이션 장비는 대형 콘솔의 형태로 컴퓨터, 모니터, 추적 시스템 카메라가 장착되어 있고, 환자의 슬관절 주위 대퇴골 및 경골에 추적기를 고정하여 수술이 진행되는 동안 골절제량, 정렬상태, 인대 균형에 대한 정보를 생성하게 된다(그림1A). 최근에는 대형 콘솔 모니터없이 OrthAlign(OrthAlign Inc., Aliso Viejo, 그림1B) 및 iASSIST(Zimmer CAS, Montreal)와 같은 가속도계-기반 휴대용 내비게이션 시스템이 개발되어 사용되기 시작했다. 휴대용 내비게이션은 아직은 정확성과 정밀도에 대한 검증과 개선이 필요하지만, 수술 필드 외부에 대형 콘솔 및 가시선 등이 필요 없어 좀 덜 복잡하고, 상대적으로 저렴한 장비 비용 등의 장점이 있다.

2. 내비게이션의 장점

슬관절 전치환술 시 중립 정렬이 치환물의 생존에 유리한 지에 대해서 여전히 논쟁의 여지가 있지만



그림 1. (A) Typical large console computer navigation systems; (B) OrthAlign handheld computer navigation system

*출처: The Journal of Arthroplasty 33 (2018) p1989 -1993, Fig 2

최근 연구 결과들에 의하면 내비게이션을 이용한 슬관절 전치환술이 기존의 골수내/외 정렬 가이드를 이용한 술기에 비해 목표로 하는 하지 정렬(특히 관상면 정렬)을 달성하는 데 있어 더 신뢰할 수 있다. 수술을 진행하는 동안 여러 단계(정렬 가이드 및 골절제 가이드 설치, 골절제, 인대 균형, 치환물 고정 등)에서 오류가 발생할 수 있고, 최종적으로 치환물/하지 정렬이 정확하지 않을 수 있는데, 전통적인 슬관절 전치환술에서는 각 단계의 정확도를 객관적인 방법으로 확인할 수 없고, 수술자의 눈과 손의 느낌(?)으로 판단할 수밖에 없다. 경험이 많은 수술자도 오류가 발생할 수 있는데 내비게이션은 슬관절 전치환술의 각 단계에서 실시간으로 골절제량, 정렬 상태, 인대 균형 상태를 제공함으로써 수행되는 술기의 정확도를 확인할 수 있다(그림2). 내비게이션을 사용하면 초심자도 부정 정렬의 빈도를 줄이고 오차 범위내에 인대 균형을 맞출 수 있다. 이외에도 골수의 가이드를 사용하므로 수술 시 출혈이 적고 지방색전증의 빈도가 적다는 보고가 있으며, 제거가 어려운 고정물이 있는 경우, 관절의 변형이 심한 경우 등 골수내 정렬 가이드를 사용하기가 어려운 경우에 내비게이션을 사용하여 수술을 시행할 수 있다.



그림 2. 대퇴골 절제 전, 신전/굴곡, 대퇴 치환물의 크기, 회전 정렬에 대한 정보를 보여주는 사진

또 다른 중요한 장점은 전공의 및 슬관절 전치환술을 시작하는 초보자들에게 수술의 방법을 이해하고 정확하게 수행할 수 있도록 교육할 수 있는 시각적인 정보를 제공하는 것이다. 느낌과 말로 전달되어 머릿속으로 상상하는 것보다는 시각적인 데이터를 보고 해석함으로써 수술 방법에 대한 이해를 높일 수가 있다. 또한 수술 시 발생한 방대한 데이터들은 컴퓨터에 저장되어 슬관절 전치환술 관련 연구에 사용할 수 있다. 미래에는 교육과 연구를 위한 다양한 응용프로그램이 개발되어 교육/연구 도구로 더 자주 사용할 수 있을 것이다.

3. 내비게이션의 단점

내비게이션을 이용한 슬관절 전치환술의 단점은 장비 사용에 대한 추가 비용, 수술 시간 증가, 수술 설정을 복잡하게 하는 광학 추적 및 가시선 문제, 수술에 참여하는 인력에 대한 필수 전문 교육 필요, 시상면 정렬과 회전 정렬에 대한 정확도 부족 등이다. 무엇보다도 임상 결과의 우월성이 불확실한 것인데 새로운 기술을 도입하는 목적은 수술의 오류를 줄이려는 것도 있겠지만 환자가 느끼는 만족도 및 기능 개선, 치환물의 장기 생존을 향상이 중요하다. 내비게이션이 치환물/하지 정렬을 목표 범위내로 달성하는 데 정확하고 재현성이 좋다고 보고되고 있지만, 대부분의 연구에서 단기 또는 장기적인 임상 결과가 전통적인 방법에 비해 더 우월한지는 입증되지 않았다. 숙련된 수술자도 수술 오류가 발생할 수 있다고 했지만, 빈도는 낮으므로, 임상 결과에 있어 우월한 점이 없다면 비용-효용 측면에서 비싼 비용과 추가 시간을 들여 사용할 만한 의학적 근거가 부족한 것이다.

내비게이션을 사용하더라도 여러 단계에서 오류가 발생할 수 있다. 수술 중 컴퓨터 시스템의 오류로 인해 역학적 등록이 잘 안 되거나 부정확하게 등록

이 되는 경우, 수술 중 내비게이션이 잘못된 정보를 제공해줄 수 있다. 또한, 역학적 등록 방법에서 관절 운동의 중심이 역학적 중심과 달라 시상면에서의 치환물 정렬이 과신전되는 경향이 있고, 회전 정렬에 대한 정확도는 낮아 개선이 필요하다. 실시간 추적을 위해 콘솔내 카메라를 장착하고 환자 신체에 추적기를 부착해야 하는데, 두 장치 사이에 반응하는 가시선이 제한되어 있어 수술에 참여하는 사람들에 의해 가시선이 방해받거나 추적기 및 카메라의 위치에 따라 신호가 전달이 안 되는 경우, 수술이 지연될 수 있다. 두 장치를 유선으로 연결하는 시스템인 경우, 수술 필드가 복잡해지기도 하고 소독의 문제도 발생한다. 또한 추적기 부착을 위해 대퇴골 및 경골에 핀을 삽입하는 시스템은 통증, 상처 배액, 감염, 드물게 발생하는 골절을 포함한 핀 부위 합병증을 유발할 수 있다. 환자가 비만인 경우, 골다공증이 있어 핀고정이 불안정한 경우 등에도 추적 시스템의 문제로 내비게이션 사용이 어려울 수 있다. 내비게이션은 정보만 알려줄 뿐 수술은 수술자에 의해 진행되므로 내비게이션을 이용하는 수술도 여전히 수술자의 지식, 술기의 정확성, 문제가 발생했을 경우 해결 능력 등에 따라 수술의 결과가 달라질 수 있다.

4. 필자의 내비게이션 사용 경험

필자는 군의관 복무를 마치고 슬관절 전임의를 시작할 무렵, 지도교수이신 임홍철 교수님께서 내비게이션을 이용한 수술(슬관절 전치환술, 근위경골 절골술)을 열정적으로 하셨기 때문에 자연스럽게 내비게이션을 접하게 되었다. 수술 중 실시간으로 제공되는 정보는 슬관절 전치환술을 본격적으로 배우는 필자에게 수술 방법을 이해하는데, 특히 적절한 굴곡/신전 간격을 위해 인대 균형을 맞추는 다양한 술기를 이해하고 습득하는 데 많은 도움이 되었다. 전임의를 마치고 독립적으로 슬관절 전치환

술을 시작할 때부터 연수를 가기 전까지 약 7년간 대부분의 슬관절 전치환술을 내비게이션을 이용하여 시행하였다. 내비게이션을 사용하면서 치환물/하지 정렬은 대부분 목표 범위내에 달성할 수 있었고, 내비게이션 사용으로 인한 심각한 합병증은 발생하지 않았다. 전통적인 방법으로 슬관절 전치환술을 거의 하지 않았기 때문에 내비게이션을 이용한 슬관절 전치환술의 수술 시간이 더 많이 든다는 것을 체감하지는 못하였다. 물론, 임상 결과가 더 우월하다는 느낌도 체감할 수 없었다. 간혹 등록 과정에 오류가 생기거나 골절제 후 내비게이션에서 보여주는 정보가 예상과 달라 시간이 더 소요되는 증례도 있긴 하였지만, 극히 드물었다. 수술 중 저장된 방대한 데이터는 전통적인 방법으로 할 수 없는 연구를 하는 데 도움이 되었다. 당시에 내비게이션을 사용하면서 가장 아쉬웠던 점은 소프트웨어가 타회사 제품과 호환이 되지 않아 내비게이션 장비를 제작하는 회사에서 만든 치환물만 사용할 수 있었다는 것이다. 연수를 다녀온 이후부터는 다른 제품들을 사용해보고 싶은 마음에 내비게이션 없이 수술을 하게 되었고, 익숙해지다 보니 현재까지 내비게이션 없이 수술을 하고 있다. 사용했던 시기는 다르고 객관적인 데이터를 분석한 것은 아니지만 필자의 경험도 앞서 기술한 내비게이션의 장단점과 크게 다르지 않다. 다만 수술 증례가 과거보다는 많아지면서 수술 시간에 대한 부담이 생겨 내비게이션 사용을 주저하게 되었고 경험이 많아지면서 필자의 느낌을 더 믿게 되는 오만함이 생긴 것 같다. 다양한 제품을 사용할 수 있다는 것과 수술 시간을 단축할 수 있는 것, 내비게이션 수술을 위한 여러 복잡한 과정을 거치지 않는 것들이 현재 전통적인 방법을 고수하는 이유인 것 같기도 하다. 최근에는 ‘인대 균형을 어떻게 잘 맞출 수 있을까?’ 고민을 하며 수술을 하고 있는데, 내비게이션을 계속 사용하였다면 지금 현재 필자의 인대 균형을 맞추는 술

기가 더 발전했을 수도 있겠다는 생각이 들기도 한다. 이 원고를 작성하면서 과거의 경험들이 새록새록 떠오르며, 스마트 디지털 시대에 내비게이션의 발전 가능성은 높기 때문에 향후 내비게이션 사용을 고려해보고 있다.

5. 내비게이션의 미래

슬관절 전치환술에서 내비게이션에 대한 현재의 평가는 치환물 및 하지 정렬을 맞추는 데 분명하게 도움이 되지만 정확하고, 최적의 슬관절 기능을 얻고, 내구성 있고, 성공적인 수술 결과를 얻는데 반드시 필수적인 것은 아니라는 것이다. 그러나 지난 20여 년 동안 개발 및 사용된 내비게이션 기술을 기반으로 하드웨어 및 소프트웨어는 점점 진화해가고, 장비가 간소화되고 딥러닝과 같은 인공 지능 기술이 더해지면 내비게이션 시스템은 획기적으로 발전하여 슬관절 전치환술의 일부가 될 수 있을 것이다. 하드웨어 측면에서는 전자기와 같은 기술을 사용하는 무선 시스템의 도입으로 컴퓨터와 하지 사이에 가시선을 유지해야 하는 문제점을 해결하고, 추적기 크기 및 부착 방법 개선 등으로 휴대용 내비게이션이 사용되어 수술 필드가 덜 복잡하고 자유롭게 수술할 수 있도록 해야 한다. 소프트웨어 측면에서는 해부학적 정보를 등록하는 방법의 개선, 치환물의 회전 정렬의 정확도 및 인대 균형을 더 정밀하게 맞추는 방법 등 현재 내비게이션으로 시행할 수 없는 부분들에 대한 개선이 필요하다. 인공 지능 및 딥러닝 기술이 통합되어 다양한 증례가 내비게이션 시스템에 인식이 되고 수술의 결과가 인공 지능에 의해 학습이 된다면 향후 유사한 증례를 수술할 때 내비게이션이 완벽한 인대 균형을 위해 정확한 골절제량과 연부조직 유리술 정도를 제시해줄 수 있을 것이다. 또한 단일 내비게이션 시스템에 여러 회사의 제품을 수용할 수 있는 소프트웨어 허용, 환자 맞춤형 수술, 최소 침습적 수술 등 정형외과의

사에게 좀 더 사용 편리한 도구로 발전해야 한다. 교육, 연구를 위한 보조 도구로써도 다가오는 미래에 내비게이션의 사용 가치는 높고, 관련된 다양한 응용프로그램 개발을 위해서는 정형외과 의사와 개발자간에 적극적인 협력이 필요하다. 내비게이션 사용이 보편화되고 활성화된다면 장비 개선과 프로그램 개발을 위해 더 많은 투자가 가능해질 것이다. 현재 진행 중인 많은 개발이 이러한 예측을 조만간 현실화할 수 있을 것으로 생각되고, 현재 시스템보다 더 스마트하고, 덜 번거롭고, 더 효율적이고, 친숙한 내비게이션의 출현을 기대해 본다. [JoinOS](#)

References

1. Bouche PA, Corsia S, Dechartres A, Resche-Rigon M, Nizard R. Are There Differences in Accuracy or Outcomes Scores Among Navigated, Robotic, Patient-specific Instruments or Standard Cutting Guides in TKA? A Network Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2020;478:2105-2116.
2. Budhiparama NC, Lumban-Gaol I, Ifran NN, Parratte S, Nelissen R. Does Accelerometer-based Navigation Have Any Clinical Benefit Compared with Conventional TKA? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res* 2019;477:2017-2029.
3. Jones CW, Jerabek SA. Current Role of Computer Navigation in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2018;33:1989-1993.
4. Lee SY, Lim HC, Jang KM, Bae JH. What Factors Are Associated With Femoral Component Internal Rotation in TKA Using the Gap Balancing Technique? *Clin Orthop Relat Res* 2017;475:1999-2010.
5. Lei K, Liu L, Chen X, Feng Q, Yang L, Guo L. Navigation and robotics improved alignment compared with PSI and conventional instrument, while clinical outcomes were similar in TKA: a network meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2021.
6. Li JT, Gao X, Li X. Comparison of iASSIST Navigation System with Conventional Techniques in Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis of Radiographic and Clinical Outcomes. *Orthop Surg* 2019;11:985-993.
7. Lim HC, Bae JH, Kim SJ. Postoperative femoral component rotation and femoral anteversion after total knee arthroplasty in patients with distal femoral deformity. *J Arthroplasty* 2013;28:1084-1088.
8. Sezer HB, Bohu Y, Hardy A, Lefevre N. Knee Prosthesis in the Computer Era. *Orthop Surg* 2021.
9. Shatrov J, Parker D. Computer and robotic - assisted total knee arthroplasty: a review of outcomes. *J Exp Orthop* 2020;7:70.
10. van der List JP, Chawla H, Joskowicz L, Pearle AD. Cur-

rent state of computer navigation and robotics in unicompartmental and total knee arthroplasty: a systematic review with meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24:3482-3495.

Robotic TKA의 현재와 미래



안 지 현 성균관의대 강북삼성병원

AT A GLANCE

로봇을 이용한 슬관절 전치환술은 실시간으로 슬관절 정렬에 대한 정보를 제공하며 보다 정확한 각도 및 위치에서의 골 절삭을 가능하게 한다. 이러한 로봇 전치환술은 기존 수술 방법보다 수술 시간이 더 길어지고 수술 비용이 증가할 수 있다. 하지만, 수술 전 세워진 계획대로 정확한 수술이 가능하며, 특히 관절 외 변형 등이 동반된 특수한 경우에서의 슬관절 전치환술에서 예상치 못한 오류를 줄일 수 있다.

| 서론 |

슬관절 전치환술 후 환자 만족도와 장기적 생존율을 높이기 위한 필수적인 조건 중 하나가 정확한 슬관절 정렬이다. 기본적으로 하지의 기계적 축에 대하여 직각으로 골 절삭을 시행하여 전치환술 후 중립정렬(neutral alignment)을 얻기 위하여 기존의 골수강 내 및 골수강 외 가이드를 이용하여 대부분의 전치환술이 시행되어왔다. 하지만 기존의 수술에서 10~20% 내외의 수술 후 부정정렬이 보고되어져 왔으며 이를 극복하기 위하여 computer

assisted surgery(CAS)가 도입되었으며 로봇 전치환술이 대표적인 예라고 할 수 있다.

로봇 치환술의 과거

로봇을 이용한 슬관절 전치환술은 1986년도에 처음 보고되었다. 1990년대 들어서도 유사한 방법의 로봇 전치환술이 시행되었는데 기본적인 방법은 수술 전 CT 검사를 이용하여 대퇴골 및 경골의 삼차원 영상을 구성하여 골 절삭을 위한 가이드의 위치를 결정하고 실제적인 골 절삭은 수술자가 기존의 기계적 톱을 이용하여 시행하는 방식이었다.

2000년에 독일에서 ROBODOC과 CASPAR라는 기존과는 다른 개념의 로봇 치환술이 개발되었다. 이는 골 절삭 과정을 수술자 대신에 능동형 로봇이 대신하여 수행하게 되며, 산업용 로봇을 기반으로 수정 개발되었다. ROBODOC 시스템은 가장 먼저 개발되었으며 실제 임상에서도 상용화에 가장 성공한 모델이다(그림1). ORTHODOC이라는 컴퓨터 프로그램이 수술 계획을 수립하고 이에 따라 로봇암이 실제 수술을 시행하는 형태로 구성되어 있다. 수술 전에 CT 검사를 이용하여 환자의 해부학적 형태에 따라 ORTHODOC이 치환물의 크기와 적정 위치를 결정하고 이를 바탕으로 ROBODOC의 로봇암이 능동적으로 골 절삭을 하게 된다.



그림 1. 로봇 슬관절 치환술의 초기 발전을 이끌었던 ROBODOC 시스템

*출처: http://www.curexo.com/english/medical/sub01p01.php?P_HPSESSID=dbd1219d44b69574e8813cbe851b3e93

이러한 ROBODOC 시스템의 장점은 수술 전 계획을 정확하게 실현할 수 있고, 수술 후 이상적인 하지의 역학적 축을 제공할 수 있으며 치환물의 크기나 배치도 이상적인 방향으로 설정할 수 있다는 점이다. 수술자가 기존의 기계적 톱을 이용하여 절삭하는 경우 발생 가능한 신경 및 혈관 손상 등도 로봇암의 능동적 골 절삭을 통하여 거의 피할 수 있다. 특히, 후방십자인대 보존형 치환술에서 후방십자인대 부착부의 견열 골절을 최소화 할 수 있다. 정확한 수술 전 계획에 의하여 절삭되는 뼈도 최소화하여 향후 재치환술을 보다 용이하게 할 수도 있다. 가장 큰 장점으로서는 네비게이션 시스템을 이용할 수 있어서 관절 외 골 변형 등의 기존 질환이 있는 환자에서 발생 가능한 수술 후 부정정렬을 최소화 할 수 있다는 점이다.

단점으로는 수술 시간의 지연과 고비용을 들 수 있다. 다수의 연구에서 기존 치환술에 비하여 약 30분 이상의 추가 시간이 필요하다고 하였으며 로봇암의 작업 공간 확보를 위하여 비교적 큰 절개창이 필요할 수 있다고 하였다. 또한 추가적인 비용이 발생하게

되어 이러한 단점들을 고려 시 기존 치환술 방법과 비교 시, 큰 장점이 없다는 다수의 의견도 있어 왔다.

ROBODOC 시스템의 효용성에 대한 여러 반론이 있었지만, 비교적 상용화에 성공한 로봇 치환술로 알려져 있으며 지금도 다수의 국내외 기관에서 실제 수술에 이용되고 있다.

로봇 치환술의 현재와 미래

최근에 주목받고 있는 로봇 치환술은 반능동형 시스템이다. 로봇암이 직접 골 절삭에 참여하는 노동형 시스템과는 달리, 반능동형에서는 수술자가 로봇암을 직접 다루어서 절삭부위로 이동 시켜 골 절삭이 이루어진다. 반능동형 로봇은 수술 전 계획된 범위 안에서 절삭 도구가 작동할 수 있게 제어하며 제한 범위를 넘어서는 위치로 수술자기 로봇암을 이동하는 경우에는 골 절삭이 즉시 중단되도록 설계되어 있다. 최근 소개되어 사용되고 있는 대표적인 반능동형 로봇 시스템은 MAKO 시스템(그림2)과 NAVIO 시스템(그림3) 등이 있다. 대표적인 인공관절 제작사인 Stryker와 Smith&Nephew company에서 로봇 시스템 제조사를 각각 인수하여 자사 제품에 특화된 형태로 개발되었다. 초기 로

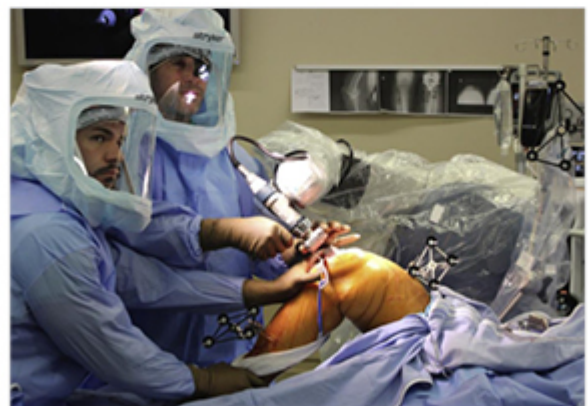


그림 2. 반능동형 로봇인 MAKO 시스템을 이용한 슬관절 전치환술

*출처: Arthroplast Today, 2019 Jun 27;5(4):465-470, doi: 10.1016/j.artd.2019.04.007, eCollection 2019 Dec.



그림 3. 반능동형 NAVIO 로봇 치환술 시스템

*출처: <https://www.smith-nephew.com/professional/microsites/navio/navio-7/navio-7/>

봇 수술에서 로봇이 수술 계획부터 시행까지 전담하는 것과 달리 이러한 반능동형 로봇 수술은 로봇의 프로그램을 이용해 집도의가 환자맞춤형 수술을 설계하고, 의료진이 직접 로봇 팔을 잡고 주도적으로 수술을 집도하는 것이 특징이다. 후발주자라고 할 수 있는 NAVIO 시스템은 자체 이미지 플랫폼을 이용하여 실시간으로 골조직에 대한 3차원 영상 데이터를 수집하여 수술 전 CT 검사 없이도 수술 전 계획을 완성할 수 있다는 특징이 있다. ROBODOC 시스템과 비교 시, 반능동형 로봇 시스템은 실제 골 절삭을 시행하는 로봇암이 작은 가동범위 내에서도 수술 시행이 가능하여 보다 작은 절개창을 가지고도 전치환술을 가능하게 하여 최소침습 전치환술에서도 적용 가능하다는 장정도 있다. 하지만, 수술 시간의 지연과 추가적인 비용 발생 등은 여전히 단점으로 알려져 있고, 골조직에 대한 정보 등록을 위하여 추가적인 핀 고정이 필요하다는 점도 해결되지 않은 문제점이다.

현재까지 사용되어온 로봇 슬관절 치환술을 바탕으로 미래의 로봇 수술은 다음과 같은 관점에서 발전될 것으로 기대된다. 첫째, 증강현실 기법과의 기술적 접목으로 현재 대부분의 로봇 수술에서 필요한 추가적인 핀 고정 없이도 가능한 로봇 치환술의 개발이다. 둘째, 현재까지의 로봇 치환술이 정확한 골

절삭을 주요 관점으로 발전하였다면 향후 로봇 시스템의 발전은 이상적인 인대 균형을 위한 시술과 평가도 가능하도록 개발될 가능성이 크다. 셋째, 많이 간소화되었지만, 아직도 상당한 크기를 유지하고 있는 치환술 로봇의 소형화가 발전 방향이 하나가 될 것이다. 넷째, 기존 수술에 비하여 여전히 긴 수술 시간을 줄이기 위하여 골조직 정보 등록이나 골 절삭 과정을 보다 빠르게 진행할 수 있게 발전될 가능성이 크다. 다섯째, 수술 전 계획에서 결정된 적절한 치환물의 크기나 적정 위치를 바탕으로 기존의 인공관절 제조사에서 수치화시킨 일물적인 크기가 아닌 환자 개개인마다 다른 맞춤형 치환물이 개발될 가능성이 크다. 이는 로봇 수술의 발전과 함께 물류비용을 최소화할 것이다.

| 결론 |

최근 로봇을 이용한 슬관절 전치환술은 실시간으로 슬관절 정렬 정도를 알려주고, 수술 전 계획을 통하여 기존 수술과 비교 시, 보다 정확한 치환물의 크기와 위치 선택이 가능하도록 하였다. 비록 대다수 연구에서 로봇 수술과 기존 치환술의 수술 후 임상적 결과에서는 큰 차이가 없다고 보고하고 있지만, 슬관절 정렬 등의 평가 지표에서 허용 범위를 벗어나는 수술 후 오류를 최소화 할 수 있다는 로봇 치환술의 장점도 부정할 수는 없다. 향후 수술용 로봇이 간소화되고 대량 사용에 의하여 전체적인 비용이 낮아진다면 로봇 치환술이 보다 보편화 될 것으로 기대된다. JoinOS

References

1. Early experiences with robot-assisted total knee arthroplasty using the DigiMatch ROBODOC surgical system. Liow MH, Chin PL, Tay KJ, Chia SL, Lo NN, Yeo SJ. *Singapore Med J*. 2014 Oct;55(10):529-34. doi: 10.11622/smedj.2014136.18
2. Robot-Assisted Total Knee Arthroplasty Does Not Improve Long-Term Clinical and Radiologic Outcomes. Jeon SW, Kim KI, Song SJ. *J Arthroplasty*. 2019 Aug;34(8):1656-1661. doi: 10.1016/j.arth.2019.04.007. Epub 2019 Apr 9.
3. Robotic-assisted total knee arthroplasty may lead to improvement in quality-of-life measures: a 2-year follow-up of a prospective randomized trial. Liow MHL, Goh GS, Wong MK, Chin PL, Tay DK, Yeo SJ. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Sep;25(9):2942-2951. doi: 10.1007/s00167-016-4076-3. Epub 2016 Mar 26.
4. Robot-assisted total knee arthroplasty accurately restores the joint line and mechanical axis. A prospective randomised study. Liow MH, Xia Z, Wong MK, Tay KJ, Yeo SJ, Chin PL. *J Arthroplasty*. 2014 Dec;29(12):2373-7. doi: 10.1016/j.arth.2013.12.010. Epub 2013 Dec 14.
5. Accuracy of Bone Resection in MAKO Total Knee Robotic-Assisted Surgery. Sires JD, Craik JD, Wilson CJ. *J Knee Surg*. 2019 Nov 6. doi: 10.1055/s-0039-1700570.
6. MAKO CT-based robotic arm-assisted system is a reliable procedure for total knee arthroplasty: a systematic review. Batailler C, Fernandez A, Swan J, Servien E, Haddad FS, Catani F, Lustig S. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020 Sep 25. doi: 10.1007/s00167-020-06283-z.
7. The three-year survivorship of robotically assisted versus non-robotically assisted unicompartmental knee arthroplasty. St Mart JP, de Steiger RN, Cuthbert A, Donnelly W. *Bone Joint J*. 2020 Mar;102-B(3):319-328. doi: 10.1302/0301-620X.102B3.BJJ-2019-0713.
8. Preliminary experience with an image-free handheld robot for total knee arthroplasty: 77 cases compared with a matched control group. Bollars P, Boeckxstaens A, Mievis J, Kalaai S, Schotanus MGM, Janssen D. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020 May;30(4):723-729. doi: 10.1007/s00590-020-02624-3. Epub 2020 Jan 16.
9. Initial Experience with the NAVIO Robotic-Assisted Total Knee Replacement-Coronal Alignment Accuracy and the Learning Curve. Collins K, Agius PA, Fraval A, Petterwood J. *J Knee Surg*. 2021 Jan 28. doi: 10.1055/s-0040-1722693.

슬관절 전치환술에 있어서 관절 절개술 방법의 비교 (고식적 내측 슬개주위 관절 절개술과 최소 침습 관절 절개술과의 비교)

이 대 희 성균관의대 삼성서울병원



| 서론 |

최소 침습 슬관절 전치환술은 기존의 슬관절 전치환술 직후 발생하는 동통 및 불만족스러운 기능 회복 속도를 극복하기 위하여 고안된 슬관절의 연부조직 절개 방법이다. 1990년대 초에 John A. Repicci¹ 등이 단구회 슬관절 치환술에 최소 침습 수술법을 최초로 시도하였고, 2002년에 Tria² 등에 의하여 개발된 대퇴사두근 보존형 최소 침습 수술 방법이 소개되었다.

현재는 절개 방식에 따라 고식적 내측 슬개주위 관절 절개술(Conventional medial parapatellar arthrotomy) 보다 근위부의 절개를 최소화하는 제한적 내측 슬개주위 관절 절개술(Limited parapatellar arthrotomy), 내측 광근 중간 절개술(Mid vastus arthrotomy), 내측 광근하 절개술(Subvastus arthrotomy), 대퇴사두근 보존형 절개술(Quadriceps-sparing arthrotomy) 과 같은 다양한 최소 침습 수술 방법들이 가장 널리 시행되고 있다.

하지만, 이러한 최소 침습 수술 방법들이 정형외과 의사들뿐만 아니라, 일반인들에게도 다양한 매스컴의 보도나, 병원 및 기구 회사들의 광고 등을 통하여 많이 알려진 지 20여 년이 지난 지금에도 수술법

의 선택에 따른 예후나 결과에 대하여 충분히 알려져 있지 않다고 생각되어, 다양한 연구 문헌들을 바탕으로 고찰하여, 독자들의 임상 술기 선택에 도움이 되고자 한다.

수술 기법

가장 널리 이용되는 수술 방법인 내측 슬개주위 관절 절개술(Medial parapatellar arthrotomy)은 슬관절의 근위부에서 대퇴사두건을 따라 내측 광근의 봉합을 위해 3~4mm 정도의 여유를 두고 절개를 하며, 경골의 전내측으로 3~4cm 정도까지 연장되도록 한다(그림 1).³ 또한, 고식적인 방법에 따른 합병증을 감소시키고, 수술 이후 대퇴 사두근의 기



그림 1. 고식적 내측 슬개주위 관절 절개술(Conventional medial parapatellar arthrotomy)

능을 보존하기 위하여 개발된 내측 광근하 절개술(Subvastus arthrotomy)은 대퇴 직근을 내측근간 격막(medial intermuscular septum)으로부터 분리 후 외측으로 견인하여 관절을 노출시키게 한다(그림 2A~D).³ 내측 광근 중간 절개술은 내측 광근하 절개술과 달리 내측 광근을 무릎뼈의 상내측 경계에서 시작하여 내측 광근의 근섬유 방향을 따라 절개하여 분리하는 것에 차이가 있다(그림 3A~B).³ 그리고, 대퇴사두근 보존형 절개술(Quadriceps-sparing arthrotomy)은 절개를 가장 최소화할 수 있는 방법으로, 내측 광근이 대퇴 사두근에 부착하는 부위 혹은 슬개골의 상극(superior pole)까지만 절개하여 관절을 노출시킨다(그림 4).³ 특히, 이 수술법은 시야가 좁은 만큼 이에 맞게 고안된 절골 기구가 필요하며, 공간 확보를 위하여 슬개골의 절제 및 치환이 필요로 한다.

결과 및 고찰

최소 침습 슬관절 전치환술이 소개될 당시 진행되었던 대다수의 무작위 대조 시험 연구들에서 최소 침습 슬관절 전치환술을 통하여 연부 조직 절개의 감소에 따른 수술 직후 통증의 감소, 실혈량의 감소, 관절 운동의 빠른 회복 및 수술 상처에 대한 미용적 효과가 있으며, 입원기간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다고 보고되었다. 하지만, 수술법에 따른 기구 및 수술 방법의 개선으로 인하여 최근에는 이제까지 알려진 바와 다른 결과를 보고하는 논문들이 있어 이에 대한 세부적인 항목에 대하여 확인하고자 한다.

수술 후 통증 및 무릎의 기능

2010년 Cheng 등⁴ 은 13개의 무작위 대조 시험(827명의 환자)을 이용한 메타 연구(Meta-analysis)에서 3개월 이내의 단기 추시 결과상, 수술 부위 통증의 감소 및 무릎의 기능 회복에 최소 침습 수술법이 고식적인 방법보다 효과적임을 확인하였고, 2011년

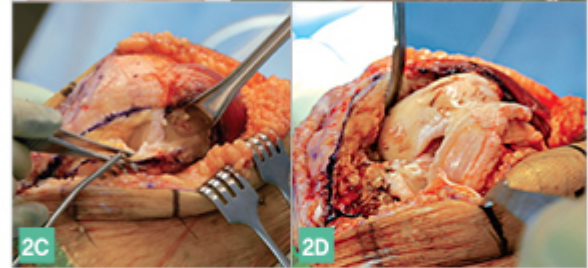
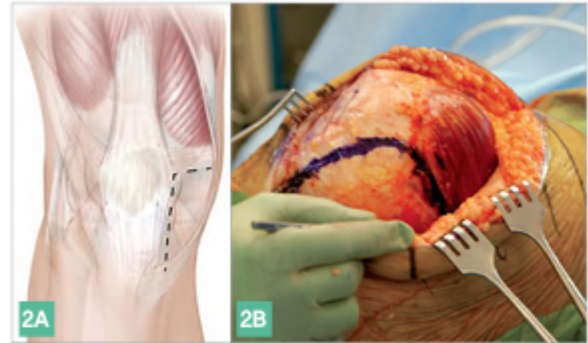


그림 2A,2B,2C,2D. 내측 광근하 관절 절개술(Subvastus arthrotomy)

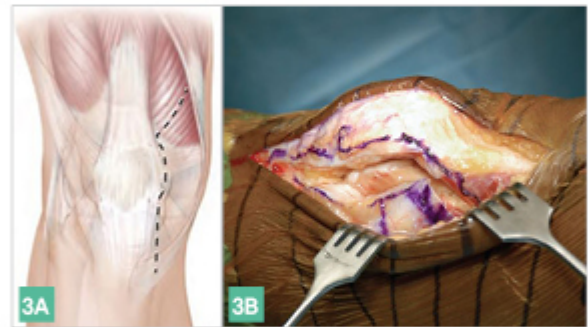


그림 3A,3B. 내측 광근 중간 관절 절개술(Midvastus arthrotomy)

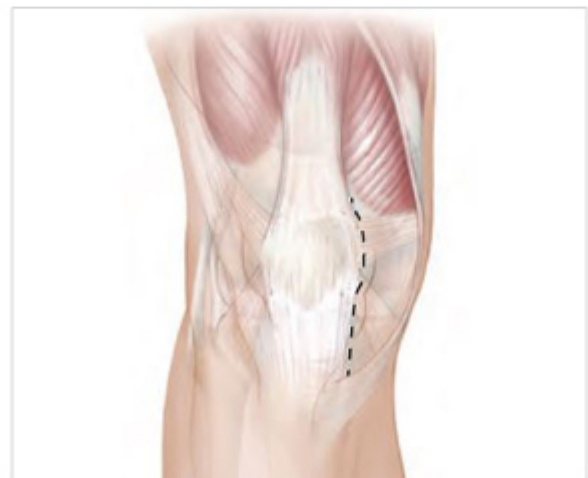


그림 4. 대퇴사두근 보존형 관절 절개술(Quadriceps-sparing arthrotomy)

Li⁵ (30개의 무작위 대조 시험, 2,477명의 환자), 2014년 Xu⁶ (18개의 무작위 대조 시험, 937명의 환자) 및 2020년 miglioni⁷의 메타 연구(38개의 무작위 대조 시험, 3,296명의 환자) 또한 같은 결과를 확인하여, 수술 초기의 통증 감소와 초기 무릎의 기능 회복에 있어 도움이 됨을 확인할 수 있었다.

하지만, 수술 3개월 혹은 그 이후에 시행한 중기 혹은 장기 추시 연구들에 있어서는, 단기 추시 결과와는 다른 결과를 확인할 수 있다. 2011년 Gandhi 등⁸이 시행한 메타 연구(9개의 무작위 대조 시험, 858명의 환자) 뿐만 아니라, 2014년 Xu⁶의 메타 연구(18개의 무작위 대조 시험, 937명의 환자)에서도 수술 3개월 이후에 환자가 느끼는 수술 부위 통증이나 무릎의 기능에는 수술 방법의 선택에 따른 차이가 없다고 보고하였다.

기계적 정렬의 이상

최소 침습 수술법에 대한 초기 연구들에서 단점으로 지적되어왔던 하지의 기계적 정렬 이상 및 그에 따른 장기 추시 상 재치환술의 증가 가능성에 대해, 2010년 Cheng 등⁴은 13개의 무작위 대조 시험(827명의 환자)을 이용한 메타 연구에서 최소 침습 수술법과 고식적인 방법과 비교하였을 때 삽입물과 수술 과정으로 인한 하지의 부정 정렬의 차이가 없다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 2011년 Gandhi⁸ (9개의 무작위 대조 시험, 858명의 환자), 2011년 Li⁵ (30개의 무작위 대조 시험, 2,477명의 환자) 및 2020년 miglioni⁷ (38개의 무작위 대조 시험, 3,296명의 환자) 등의 여러 메타 연구에서도 반복적으로 확인되는 결과로, 이는 최소 침습 수술법을 위한 기구 및 수술 방법의 개선이 진행됨에 따라 최소 침습 수술의 치명적인 단점으로 지적되어왔던 기계적 정렬의 이상이 상당 부분 극복되어 왔다는 것을 의미할 수 있다.

수술 시간의 연장 및 합병증

기존의 방법에 비해 최대 2배까지 연장되는 최소 침습 수술법의 수술 시간은 대부분의 저자들이 공통적으로 보고해왔던 단점으로, 이제까지 보고된 최소 침습법과 고식적 수술법의 비교에 관한 모든 메타 연구들에서도^{4-7, 9} 수술 시간이 길어지는 것을 확인할 수 있었다.

수술 시간의 연장과 관련하여 추가적인 단점으로 지적될 수 있는 부분은 감염이다. 수술 시간이 연장됨에 따라 필연적으로 국소적, 전신적 감염의 이환 확률이 높아질 수 있다. 2010년 Cheng 등⁴은 13개의 무작위 대조 시험(827명의 환자)을 이용한 메타 연구에서 최소 침습 수술법을 받은 환자들에게서 수술 부위 회복의 지연 및 수술 부위 감염과 같은 합병증이 증가됨을 보고하였고, 2011년 Li⁵ (30개의 무작위 대조 시험, 2,477명의 환자) 연구에서도 같은 결과를 확인할 수 있었다. 따라서, 수술 시간이 연장되는 상황이 예상된다면 국소적, 전신적 감염을 낮출 수 있는 충분한 준비가 필요하고 주의가 필요할 것으로 보인다.

또한, 2011년 Gandhi 등⁸은 9개의 무작위 대조 시험(858명의 환자)을 이용한 메타 연구에서 최소 침습 수술을 받은 환자들에게서 골, 연부조직의 수술 중 추가적인 손상, 상처 회복의 지연 등과 같은 합병증이 통계적으로 유의하게 증가됨을 확인하였다. 수술의 과정 중 슬관절의 여러 구획을 넘나들며, 굴곡 및 신전상태를 변경하며 최대한의 시야를 확보하기 위하여 견인하게 되는데, 이때 과도한 견인력으로 인하여 혹은 시야의 제한으로 인하여 골, 연부조직의 추가적인 손상이 발생하는 것으로 생각된다. 따라서, 이러한 합병증을 줄이기 위해서는 수술 중 연부조직의 보호를 최우선적으로 생각하고, 절개 길이에 연연하지 않고, 수술 중에 언제라도 추가

적인 절개의 연장을 할 수 있다는 자세가 필요할 것으로 생각된다.

| 결론 |

최소 침습 수술법은 고식적인 방법에 비해 장점과 단점이 명확하여, 일률적인 수술 방법의 선택보다는 여러 가지 선택할 수 있는 방법 중의 하나라는 것을 감안하여, 각 수술법의 적응증 및 금기증에 해당하는 환자인지를 면밀히 판단하고, 술자의 능력과 환자 개개인의 전신 상태를 고려하여 수술 방법을 선택하는 것이 도움이 될 것으로 생각한다. JointOS

References

1. Repicci JA, Eberle R. Minimally invasive surgical technique for unicondylar knee arthroplasty. *Journal of the Southern Orthopaedic Association*. 1999;8:20-7; discussion 7.
2. Tria Jr AJ, Coon TM. Minimal Incision Total Knee Arthroplasty: Early Experience: Early Experience. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 2003;416:185-90.
3. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopaedics, E-Book*: Elsevier; 2020.
4. Cheng T, Liu T, Zhang G, Peng X, Zhang X. Does minimally invasive surgery improve short-term recovery in total knee arthroplasty? *Clinical Orthopaedics and Related Research*[®]. 2010;468:1635-48.
5. Li C, Zeng Y, Shen B, et al. A meta-analysis of minimally invasive and conventional medial parapatella approaches for primary total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015;23:1971-85.
6. Xu S-Z, Lin X-J, Tong X, Wang X-W. Minimally invasive midvastus versus standard parapatellar approach in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2014;9:e95311.
7. Migliorini F, Eschweiler J, Baroncini A, Tingart M, Maffulli N. Better outcomes after minimally invasive surgeries compared to the standard invasive medial parapatellar approach for total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020:1-13.
8. Gandhi R, Smith H, Lefaiivre KA, Davey JR, Mahomed NN. Complications after minimally invasive total knee arthroplasty as compared with traditional incision techniques: a meta-analysis. *The Journal of arthroplasty*. 2011;26:29-35.
9. Liu Z, Yang H. Comparison of the minimally invasive and standard medial parapatellar approaches for total knee arthroplasty: systematic review and meta-analysis. *Journal of International Medical Research*. 2011;39:1607-17.

Fixed vs mobile TKA에 대하여 (고정형과 운동형 인공관절에 대하여)



나 경 옥 인제의대 일산백병원

AT A GLANCE

무릎 인공관절술의 기구는 많은 시간에 걸쳐 임상적 결과를 보면서 인체에 맞게 교정되어 디자인해 왔다. 그리고 더 오래 사용할 수 있도록 재질도 변화되어 왔다. 그 중에서 polyethylene(PE)의 고정 방법에 따라 Fixed vs mobile TKA 로 나누며 서로 장단점이 있다. 메타분석을 리뷰해 보면 양측 모두 좋은 임상적 결과를 보고하고 있다.

| 서론 |

인공관절의 디자인 방향

1) 가능한 뼈를 많이 보존하여 넓고 평편한 해면골을 남겨놓아야 한다. 2) 해리의 빈도를 줄일 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 경골부와 대퇴부간에 어느 정도의 운동성이 있어야 하고 치환물간의 마찰이 적어야 하며, 과신전을 방지해야 하며 치환물에서 뼈로 전달하는 힘이 널리 퍼져야 한다. 3) 마모가 적어야 하고 마모된 입자가 가능한 인체에 안전해야 한다. 4) dead space 를 줄이는 등 감염의 소지를 줄여야 하고 5) 관절의 안정성과 운동성을 높여야 한다.

디자인은 해부학적 형태가 슬관절의 형태에 따른 생역학하게 맞추는 것이 좋은지는 디자인에 있어서 가장 중요한 갈림길이라고 할 수 있다. 인체의 형태를 전혀 무시할 수 없으나 세상에 똑 같은 무릎은 하나도 없으므로 해부학적 구조에 유사하게 만들었어도 무릎의 퇴행성관절염은 이미 정상 해부학적 구조와는 많이 달라지게 되고 수술 시에도 이미 구조는 달라지므로 수술을 아주 정확하게 하지 않으면 오히려 더 큰 문제를 일으킬 수 있다. 그래서 대부분의 디자인은 구조적 적합성(congruency), 치환물간의 운동제한성(constraint) 및 고정방법(fixation)에 맞추어 있다.

1) 치환물의 구조적 적합성(congruency) TKA design 에서 구조적 적합성은 가장 중요한 합병증인 마모 및 해리화와 밀접한 관계가 있다. 적합성이 좋으면 Polyethylene (PE) 모양이 round 할수록 접촉면이 넓어 PE로 가는 스트레스가 줄고 이로 인해 마모의 빈도는 줄어드는 반면, 뼈와 TKA 사이의 응력은 증가하여 해리의 빈도는 높아질 수 있다. 그러나 적합성이 줄면, 즉 PE가 납작할수록 해리의 빈도는 감소하나 마모가 빨리 와서 마모된 입자들이 골용해를 일으킬 수가 있다 2) 치환물간의 운동제한성(constraint) 인위적으로 unconstrained, semiconstrained, constrained로 세가지로 나눈다.

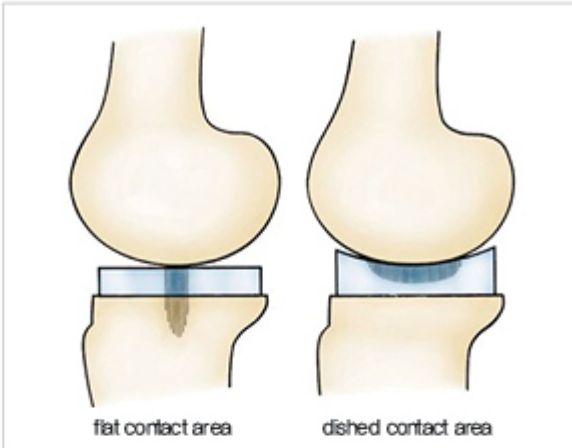


그림 1.

*출처: 구글이미지

3) 고정방법(fixation)은 현재 모두 대퇴골 및 경골 모두 시멘트로 고정하고 있다.

| 본론 |

1. Mobile bearing TKA

치환물간의 운동성이 매우 좋은 형태를 말한다. 엄격한 의미의 unconstrained는 존재하지 않지만, mobile TKA 가 여기에 속한다고 볼 수 있다. 즉 전후 또는 회전운동이 가능한 공간이 있다. 이것의 역사는 1970년대에 O'connor 에 의해 소개되었는데 곧이어 현재 가장 많이 쓰는 LCS(low contact stress) TKA 가 개발되었다.

이것의 이론은 TKA 수명에 가장 큰 영향을 미치는 마모와 해리를 줄이는 데 있다. 마모는 conformity 를 크게 하여 대퇴부와 PE의 접촉면을 넓혀서 응력의 분산을 줄일 수 있으나, 이렇게 하면 운동성의 감소가 implant-bone interface에 과도한 힘이 작용하여 해리를 촉진시킨다. 만약에 PE가 움직이게 된다면 응력이 줄어들어 해리의 빈도는 감소할 것이다. 그러나 이는 PE의 과도한 운동으로 인한 탈구나 PE의 파손이 발생할 가능성이 있다.

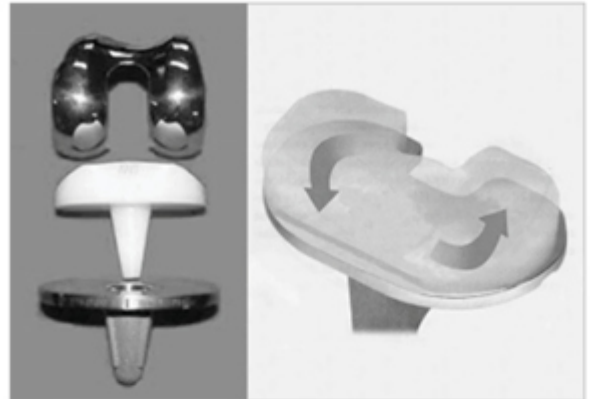


그림 2.

*출처: 구글이미지

장점

Fixed bearing에서는 경골부가 불량 회전되면 PE가 고정되어 응력이 상당히 증가하는데 반하여 mobile bearing은 불량회전이 자동적으로 교정되므로 응력이 그리 크게 증가하지 않는다. 역학적으로 비교적 자유로운 회전운동을 허용하므로 정상적인 운동역학을 가능하게 한다. 특히 슬관절은 terminal extension 시에 정상무릎에서는 경골이 외회전을 하는데 mobile bearing은 운동시 회전이 용이하므로 정상과 같이 자연스러운 외회전이 가능하다. 그러나 fixed bearing에서는 경골의 회전이 생체역학에 맞지 않아 PE에 과도한 힘이 가해지는 불균형을 초래할 수 있다.

단점

근본적으로 bearing의 운동 제한이 주위 인대조직의 기능에 달려 있다. 즉 ligament balance가 이루어지지 못하면 불안정성을 야기하기 때문에 탈구가 올 수 있다. 즉 수술성공 관건은 ligament balance에 있다. 또한 PE subluxation이 일어날수도 있고 마모입자가 치환물사이에 끼어들 수도 있다. 마모는 articular 또는 undersurface wear로 나뉘는데, mobile bearing은 undersurface 마모가 증가될 우려가 있으나 실제로는 큰 문제가 일어나지 않는다고 보고한다.

단점의 보완

이러한 mobile TKA 의 탈구를 막기 위해서는 ligament balance가 관건이다. 즉 치환물이 관절을 이루는 모양으로 볼 때 대퇴부가 single radius로 되어있으면 bearing이 너무 뒤쪽으로 가서 탈구가 될 수 있으므로, 후과부의 radius를 줄여서 flexion - extension 시 축이 bearing의 중심에 있게 하는 것이 중요하다. 즉 경골부도 AP translation을 조절하여 너무 뒤쪽으로 이동되는 것을 막음으로 탈구를 줄이게 고안돼 있다(그림 3). 또한 PE가 얇아진 경우 회전축의 불량정렬 및 파손이 올 수가 있고 edge가 너무 sharp 하지 않도록 개선되었고 lift off를 방지하기 위하여 모양의 변화가 점진적으로 이루어지고 있다.

저자의 경험(그림 4)

Mobile bearing TKA 는 PE의 두께가 충분해야 파손을 방지할 수 있다. 그리고 회전축의 공간이 PE의 어디에 있느냐가 중요하다. LCS는 경골 금속 내에 PE를 넣는 것으로 두꺼워서 파손이 덜 될 수 있으나, PE내에 구멍을 파서 mobile bearing을 만드는 디자인은 이곳이 약한 지점이 되어 파손된 것을 본 경험이 있다.

저자는 mobile TKA를 좋아하고 많이 사용하는데 LCS의 경우 tibia cutting 후에 C arm을 보고 tibia에 직각으로 잘렸나를 보고 그 후 기구를 이용하

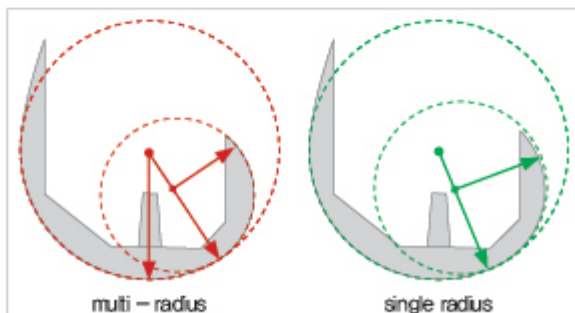


그림 3.

*출처: 구글이미지



그림 4.

*출처: 구글이미지

여 femur cutting을 하게 된다. 즉 instrument가 flexion - extension gap을 자동으로 만들어 주어 한번 성공하면 수술이 쉬어져서 자주 사용하게 된다. 그러나 마지막으로 ligament balance는 술자의 경험이 매우 중요하다. 보고에 의하면 탈구율이 0.5~9.3%로 다양하게 보고하기도 한다.

결과

10년 이상 장기추시에서 95% 이상의 만족도와 97%의 10년 생존율을 보고하고 있다.

2. Fixed TKA: semi constrained type(반구속형)

현재 가장 많이 쓰이는 형태이다. 역학적으로 flexion - extension - rotation 축이 어디에 있으며 rolling & gliding이 어떻게 이루어지느냐에 따라 후과부의 구경 및 내외측의 동형여부가 달라지게 된다. 관절의 운동량을 높이기 위해 roll back을 원활히 하기 위한 방법과 뒤쪽의 impingement를 줄이기 위한 시도를 해왔다. 현재 PCL retaining(CR) type 보다는 PCL sacrificing(PS) type을 많이 사용하고 있다. 즉 PCL 제거를 할 경우 1) 수술이 쉬워지고 2) 변형의 교정이 용이하며, 3) PS type에서는 Conformity를 크게 할 수 있으므로 해리 및 마모가 줄어들다(그림 5).

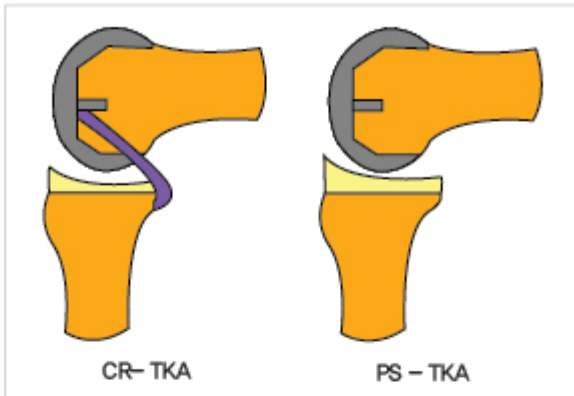


그림 5.

*출처: 구글이미지

최근에는 PCL을 제거한 경우 대부분 PE에 post & arm을 가지고 있어서 PCL기능을 보완하고 있다. PS type에서 간혹 post에 문제가 발생하여 PE 앞쪽을 보강하는 제품이 나오고 있다. PCL 제거의 단점은 1) Flexion gap이 커져서 관절선이 올라갈 가능성이 있고 2) Flexion > extension gap 불안정성 3) Patellar clunk syndrome 빈도가 높아지고 4) Post 마모 및 골절 5) 뼈를 더 제거하고 6) 관절의 탈구가 발생할 수 있다. 장점은 1) 수술이 쉽고 2) 변형이 심한 환자에 유용하다.

결과

90% 이상 우수한 결과를 보고하고 10년 생존율 역시 92~97%를 보고하고 있다. 저자도 대부분 PS type TKA를 사용하며 수술이 쉽고 변형을 교정하기 용이하지만, Flexion - extension gap의 차이가 있어서 ligament balance를 잘 맞추어야 한다.

| 결론 |

Mobile or fixed TKA는 모두 우수한 결과를 보이고 있으며 수술 시 ligament balance를 잘 맞춘다면 두군 모두 좋은 결과를 보인다. 최근의 메타 논문에서도 두군 간의 임상적이 차이는 거의 없다고 보고하고 있다. JoinOS

References

1. Fransen BL, Burger BJ et al. No difference between fixed and mobile bearing TKA. KSSTA 2017
2. Moskal JT, Capps SG. Rotating platform TKA no difference from fixed bearing TKA regarding survivorship or performance: a meta analysis. CORR 2014
3. Capella M, Dolfin M, Saccia F. Mobile & fixed bearing TKA. Ann Transl Med. 2016
4. Poirier N, Graf P, Dubrana F. Mobile vs fixed bearing TKA. Results of a series of 100 randomised cases after 9 years follow up. Ortho Trauma Surg Res. 2015
5. Voort P, Pijls BG et al. A systematic review & meta regression of mobile vs fixed bearing TKA in 41 studies. Bone Joint J. 2013
6. YL, L, Feng SQ et al. No difference in clinical outcome between fixed vs mobile bearing TKA: a meta analysis. KSSTA. 2014
7. 무릎의 인공관절술 - 조우신, 엄윤석 저자 - 2015. 04. 영창출판사

Article Review

Golf Shafts: Myth or Mechanics



김성환 연세의료대 강남세브란스병원

골프가 어떻게 시작되었는지에 대해선 아직 확립된 정설이 있다고 보기 어렵다. 다른 운동과 같이 그 창시자나 정확한 기록은 없으며 고대 로마 시대 병사들이 즐겼던 파가니카라는 게임에서의 기원설, 네덜란드에서 시작된 kolf라는 경기에서 비롯되었다는 설 등이 있다.^{1,2} 하지만 현대적 의미에서 골프의 시작은 15세기 스코틀랜드에서부터 발전해왔음은 자명한 사실이다. 실제 골프(golf)란 스코틀랜드 고어로 '치다인' 'gouft'가 그 어원으로 알려

져 있다.³ 골프클럽은 최초에는 나무망치처럼 생긴 mallet 형으로 시작하였으며 현대골프로 이어져 온 형태는 자연에서의 가시나무의 형태(즉, 나뭇가지의 꺾인 부분이 자연스럽게 라이각 형태로 헤드와 샤프트 형상을 한 것)에서 이어져 온 것이라 짐작한다. 샤프트는 초기 가시나무(thorn wood), 개암나무(hazel)를 거쳐 물푸레나무(ash) 등을 사용되었으며 이후 북미산 호두나무(hickory) 재질의 샤프트가 1900년대 초까지 주로 사용되었으나 이후 더

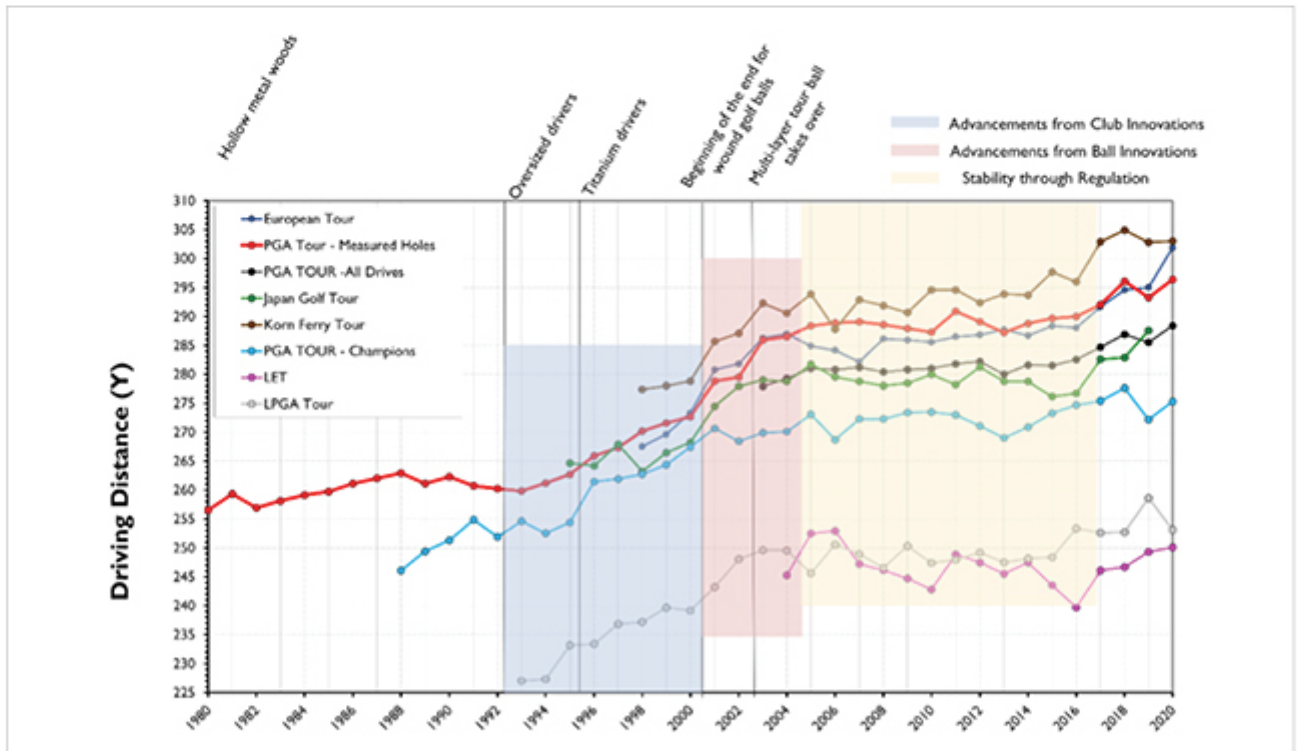


그림 1. Average driving distance on the major tours with significant innovation milestones overlaid

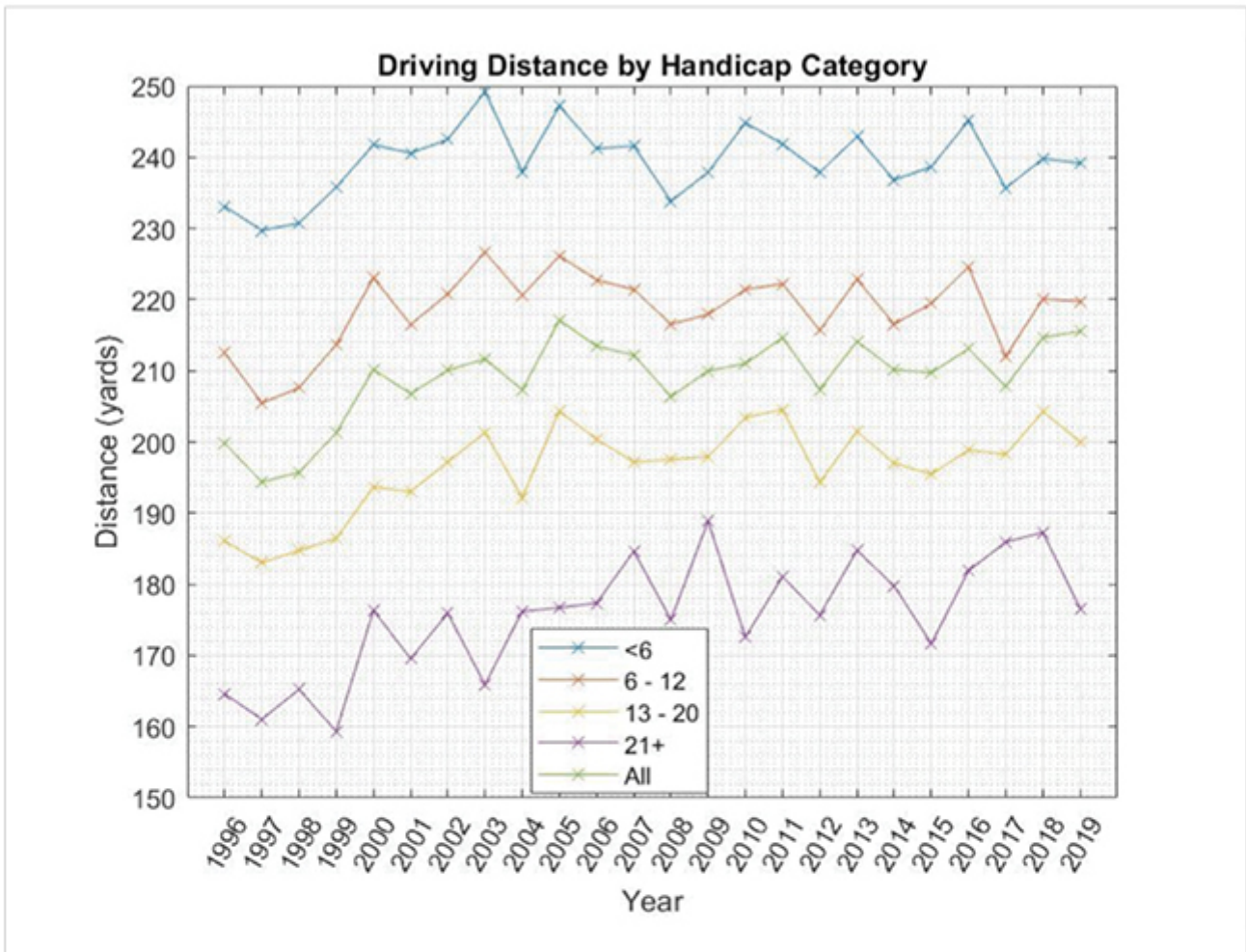


그림 2. Driving Distance for the different handicap groups vs. Year

단단하고 균질한 스틸샤프트의 시대가 도래하게 된다. 1973년 더 가볍지만, 스틸 못지않은 강성으로 그래파이트(graphite) 샤프트가 소개되었다. 현대 골프의 발전에 있어서 스윙과 함께 장비의 개선은 빼놓을 수 없는 주제이다. 특히 1990~2000년대 초반의 비약적인 비거리의 향상은 골프장비의 기술적 진보에 어느 정도 기인한다고 분석되며(그림 1). 이러한 변화는 비단 프로페셔널 골퍼뿐 아니라 일반 아마추어 골퍼들에게도 해당된다(그림 2).⁴ 다만 이번 컬럼에서는 그중에서도 샤프트 분석에 흔히 사용되는 용어와 이에 적용되는 기술의 특성 중 몇 가지에 대해서 아마추어 골퍼의 입장에서 아주 알기 쉽게 서술해보고자 한다.

| 샤프트의 운동특성 |

골프클럽의 그립에서 움직임의 접선 방향으로 특히 초기 및 중기 다운스윙 시 샤프트는 deflection(편향, 편위)가 생기게 되며 크게 toe-down, lead deflection이라 불린다(그림3).⁵

이는 정상시의 클럽 길이에 비하여 임팩트 순간 길이가 약 1/4인치 정도 짧아지는 효과를 일으키며 라이각과 임팩트 시 클럽의 다이내믹 로프트에 영향을 주게 된다.¹ 단, 보통 스윙 정지사진에서 보이는 과도한 휨 현상은 실제 발생하지 않으며 이는 focal plane shutter distortion으로 실제보다 과장되게

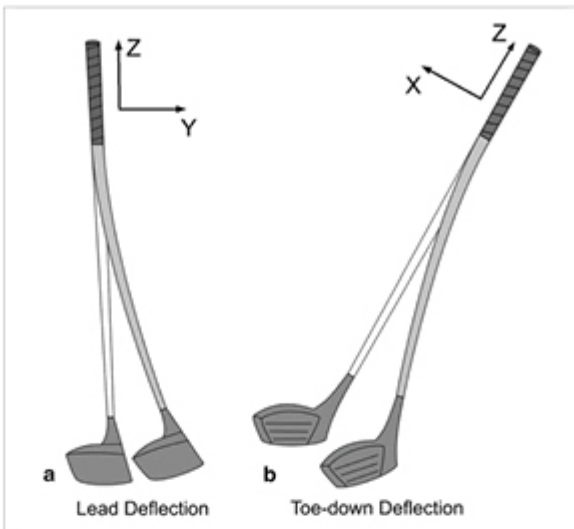


그림 3. Lead deflection 과 Toe-down deflection



그림 4. 세계 장타대회 우승자 출신의 Jamie Sadlowski 의 스윙 사진. 일반적 사진(좌)에서는 과도한 lead deflection 이 관찰되나 focal plane shutter distortion 을 줄이기 위해 90도 회전하여 촬영한 사진(우)에선 lead distortion 이 덜한 모습이 관찰됨.⁷

보이는 것이다(그림 4). 프로페셔널 골퍼를 대상으로 한 연구에서 이러한 deflection에 의한 다이내믹 로프트의 증가는 약 3.3도로 보고된 바 있다.⁶

| 샤프트의 길이 |

골프 샤프트에서 헤드와 가까운 쪽을 tip, 그립과 가

까운 쪽은 butt로 명칭 한다. 최근 착탈식 샤프트가 흔하여 골프클럽에서 길이를 단지 샤프트의 길이로 혼동하기 쉬우나 실제 우드와 아이언의 길이는 헤드를 결합한 후 수평면에 60도의 각도를 이룬 상태(즉, 라이각대로 지면에 댄 상태를 고려)에서 바닥에서부터 그립의 끝까지 측정된 값을 일컫는다. R&A 와 USGA (United States Golf Association) 규정상 퍼터를 제외하고는 48.0인치(1.219 m)를 넘지 않아야 한다. 이론적 모델에서 무게를 포함한 모든 변수가 고정된 상태에서는 클럽길이가 47인치에서 51인치로 8.5% 증가할 경우 실제 헤드스피드는 약 2.4% 증가된다고 하며 실제 다양한 골퍼들을 대상으로 데이터를 바탕으로 optimal 샤프트 길이를 계산한 연구에서는 50.3인치가 나왔다고는 하나 실제 46 인치와 비교해서 비거리는 3야드 정도에 불과하였다고 한다.⁶ 이는 길이가 증가할 때 클럽헤드가 골퍼의 손보다 임팩트시 뒤쪽에 따라오는 래깅 현상이 샤프트가 길어질수록 증가하며 이를 위한 보상동작이 필요해 짐⁶ 을 고려한다면 무조건 적인 샤프트 길이의 증가가 해결책이 될 수 없음을 보여준다.

| 샤프트의 무게 |

가벼운 물건이 더 빨리 휘둘러지는 것은 당연한 것으로 그라파이트의 등장과 샤프트의 경량화는 헤드스피드 상승에 결정적인 영향을 끼친 것으로 알려졌다. 과거 스틸샤프트를 드라이버에 사용하였을 당시 골퍼가 발생시키는 운동에너지의 거의 25%가 샤프트에 사용되었다고 한다.⁶ 물론 120g 에서 50g 으로 샤프트 중량을 줄인 스윙모델에서 실제 클럽헤드 속도의 증가는 2%에 불과하고 실제 드라이버 거리의 증가도 3야드에 불과했다는 점 또한 주목할 만 하다.⁶ 실제 골퍼들을 대상으로 한 연구에서 헤드속도를 반영하는 볼스피드는 적은 중량의 클럽에

서 늘지만 다른 여러 복합적 요소(문치각도, 백스핀 등)들이 반영된 총 비거리는 오히려 가장 가벼운 중량에서 줄었다. 해당 연구자들은 헤드임팩트 지점은 중량과 상관없이 일정함을 관찰하였고 이는 클럽중량의 변화에도 인간의 경우 이에 적용하고 보상 조정한다는 것을 의미한다. 라고 지적하였으며 이 역시 샤프트 길이 변화 연구에서도 보이던 유사한 현상이라 볼 수 있다.

| 샤프트의 유연성 |

흔히 샤프트의 강도라고 표현되며 샤프트의 그립 부분(버트쪽)을 고정된 채로 헤드를 뿡겨 분당진동수(cycle per minute: CPM)을 읽어 표현된다. 일반적으로는 S(stiff), R(regular), L(ladies) 등으로 익숙하나 이는 각 제조사마다 기준점이 상이하고 실제 완제품으로 측정될 경우 수많은 변수들이 있어 다른 브랜드 또는 같은 브랜드라도 다른 제품끼리의 편차가 있다. 일반적으로 45인치 클럽길이를 기준으로 L: 205-210 CPM, R: 235-240 CPM, S: 245-250 CPM 정도이다. 다만 샤프트 절단하는 길이 조정 시 그 절단 위치(팁부위 또는 버트부위)에 따라 CPM 특성은 달라지는 경향이 있어 단지 길이 조정만으로도 샤프트 특성은 절단 전과는 다르게 변화될 수 있다.¹ 일반적으로 더 긴 비거리를 위

해선 스윙속도가 느린 골퍼에는 임팩트시 약간 높은 발사각도가 유리하고 빠른 골퍼의 경우 약간 낮은 발사각도가 유리한 것으로 알려져 있다. 따라서 lead deflection을 고려할 때 스윙이 느린 골퍼의 경우 더 유연한 샤프트를 스윙이 빠른 골퍼의 경우 더 강한 샤프트를 사용하는 것이 적절하다.

| 샤프트의 토크 |

샤프트의 버트쪽을 고정시키고 팁 끝으로부터 1.5인치 지점에 장비를 걸고 바깥쪽(radial)으로 15인치에 1lb의 추를 달아 회전된 각도로 표시하며 보통 4도 이하일 경우 low 토크, 이상일 경우 high 토크로 표시한다.¹ 실제 클럽헤드의 무게중심은 샤프트의 중심에서 몇 cm 정도 떨어져 있으며 이는 역시 다운스윙 시 클럽의 toe-down deflection과 함께 평균 0.5도의 클럽헤드의 닫힘이 발생시키는 것으로 알려져 있다.⁶ 이 또한 스윙스피드에 따라 그 정도가 좌우되며 따라서 스윙스피드가 빠른 골퍼들은 일관성을 위하여 낮은 토크의 샤프트를 선호한다.

| 샤프트의 벤드포인트 / EI Profile |

흔히 '킵 포인트'라고 알려진 벤드포인트는 현재 많은 제조사에서 샤프트의 특성을 표현하기 위하여

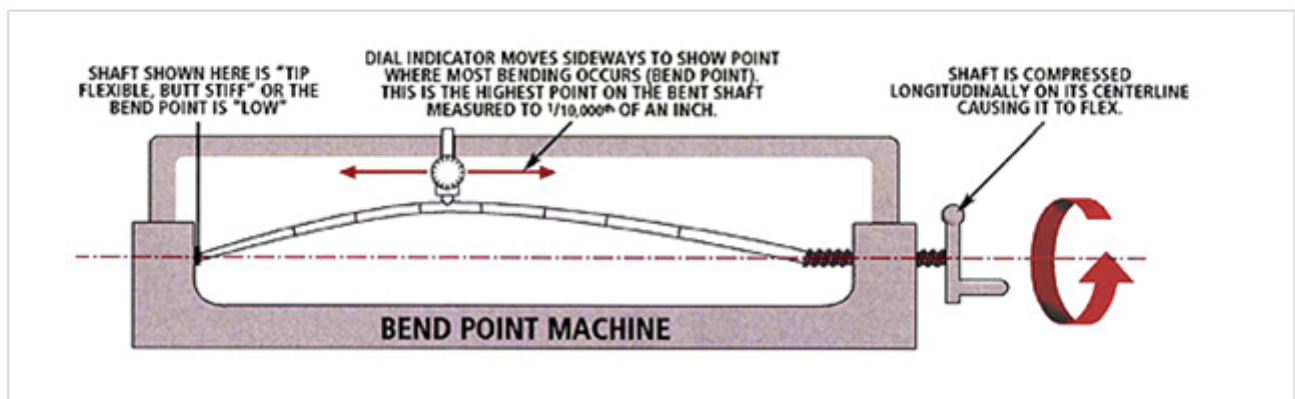


그림 5. 벤드포인트 측정기의 모식도⁹

사용한다. 원래 클럽제작 시 전체 샤프트에서 팁섹션의 특성(얼마나 부드러운지 얼마나 뻣뻣한지) 등을 구분하기 위한 도구로 사용되었다고 한다. 이는 실제 측정법 자체가 샤프트의 양쪽 끝에 약 1/4-1/2인치 정도 압력을 가하여 가장 많이 휘어지는 점과 그 전위 정도를 일컫기 때문이다(그림 5). 이 압착테스트에 의해 결정된 벤드포인트가 실제 다이내믹한 스윙 시 킥 포인트가 되는가로 연결시키기엔 변수가 너무 많다. 샤프트의 다른 특성이 완전히 동일한 상태에서 벤드포인트만 다르다면 흔히 설명되듯 하이킥 샤프트는 로우킥 샤프트에 비하여 낮은 탄도를 만들 것이다. 물론 벤드포인트가 실제 스윙 시 킥 포인트가 된다는 가정에서이다. 또 하나는 하이, 미들, 로우 킥 포인트가 실제로는 샤프트 팁에서 약 18~25인치 지점, 즉 샤프트의 중간부터 팁 쪽으로 치우쳐 좁게 존재한다는 사실이다.

최근 샤프트 EI profile 또한 소개되고 있다. EI profile이란 E(modulus of elasticity)와 I(area

moment of inertia) 두 용어의 조합으로 샤프트의 특정 지점에서의 샤프트의 강도이며 실제로는 팁에서 6인치부터 매 1인치마다 측정하여 각 지점의 휨을 그래프로 표시하게 된다(그림 6). 이는 미국의 유명 피터인 Russ Ryden에 의해 제작되어 판매되고 있다. 클럽을 제작하고 피팅하는 과정에서 일관성이 나 여러 클럽의 매칭 과정에서 이용되고 있으나 일반 골퍼의 입장에서 클럽간에 벤딩 특성을 비교 파악하는 데 도움을 줄 수 있다.¹⁰

| 결론 |

골프에서 꾸준한 연습과 교육을 통한 스윙메커니즘의 향상과 일관성의 유지가 그 무엇보다도 우선한다는 사실은 변함이 없음에도 장비에 대한 관심과 열정은 오히려 아마추어 골퍼가 더 높을 수 있다. 유명 골프회사들이 매년 새로운 기술로 출시하는 'new' 장비들과 최근 들어 월등히 관심이 증가하고 있는 피팅 시장 등이 이를 증명한다. 필자가 여기서

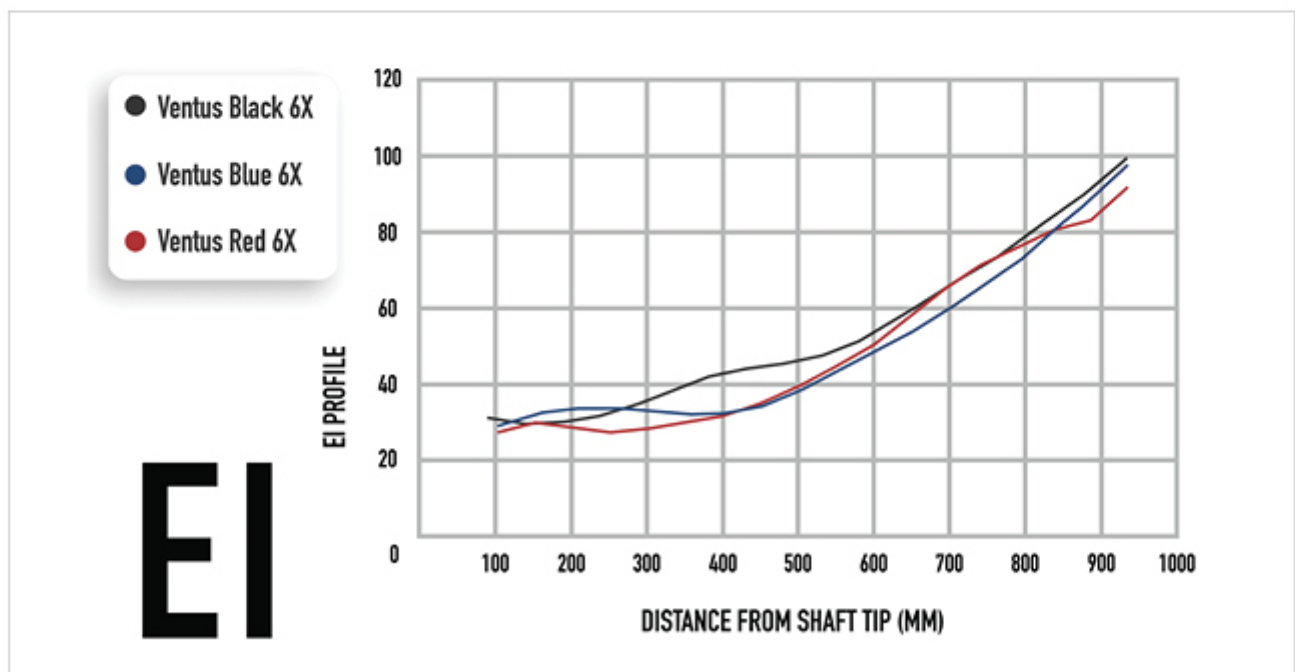


그림 6. Fujikura사의 Ventus 샤프트의 모델별 6X의 EI profile. Ventus Red 모델이 상대적으로 부드러운 tip 섹션을 가지며 black 모델의 경우 전체적으로 stiff함.¹¹

언급한 내용들은 골프 장비의 특성들 중 극히 일부
 분이다. 이외에 수많은 장비 및 부품들이 상호연관
 되고 특히 골퍼 자신이라는 실제 스윙에서 가장 주
 요한 변수가 존재하기 때문에 이들을 어떻게 조합
 하고 각 개인에게 적용하는가 하는 문제는 전적으
 로 전문가들의 영역이라 할 수 있다. 다만 실제 제
 품을 구매하거나 피팅 시에 용어와 설명들을 이해
 하는 데 도움이 될 것으로 기대한다. JoinOS

References

1. 박영진, 전재홍, 박성진, 김보식, 박경연, 김근환, et al. 골프기술 향상을 위한 클럽피팅: 대한미디어; 2017.
2. Sikri T. Mechanics of Golf Club and Ball Materials 2018.
3. 골프의 기원. Available from: http://kjga.or.kr/index/menu_outline/outline_history/history.
4. A Review of Driving Distance- 2020. 2021; Available from: <https://www.usga.org/content/dam/usga/pdf/RSI/distance-insights-2021-docs/2020%20Distance%20Report%2026-01-2021.pdf>.
5. Mackenzie S, Sprigings E. Understanding the mechanisms of shaft deflection in the golf swing. Sports Engineering. 2009 03/01;12:69-75.
6. Penner AR. The physics of golf. Reports on Progress in Physics. 2003 , 2002/12/20;66(2):131-71.
7. Tutelman D. Focal Plane Distortion of Shaft Bend. 2011; Available from: <https://www.tutelman.com/golf/measure/focalPlaneDistortion.php>.
8. Lacy TE, Yu J, Axe J, Luczak T. The Effect of Driver Mass and Shaft Length on Initial Golf Ball Launch Conditions: A Designed Experimental Study. Procedia Engineering. 2012;34:379-84.
9. Golf Club Building, Fitting, Repair. Available from: <http://bettergolfshot.com/shaft-flex-testing/>.
10. Ryden R. EI SHAFT PROFILING. 2015; Available from: <https://www.golfshaftreviews.info/golf-shaft-ei-profiling-korean/>.
11. Fujikura Ventus shaft. 2020; Available from: <https://fujikuragolf.com/woods/ventus>.



오늘 하루도 고생하신
의국원들에게
이태리에서 온
MISURA®
건강간식을
보내드립니다

움트매거진 홈페이지에서
신청하세요!



(주)명도물산

주소 : 서울특별시 구로구 디지털로30길 31 1212,1213호

전화번호 : 02-857-3140

홈페이지 : <http://www.mdglobal.kr>

E-mail : myungdo@mdglobal.kr

산양유단백등

소화를 고려한 5가지 단백질설계

근육, 뼈 건강에

정상적인 면역기능 등 8가지 기능성분



운동 후 단백질
보충이 필요한 분

평소 식습관이
불규칙한 분

부모님의 건강이
염려되는 분

이런 분들께
권해 드립니다!

소화 부담이 적은
프로틴을 찾는 분

근육·뼈건강이
걱정되는 분

내 몸을 위한 단백질 건강습관 하루 한 컵 하이문!

- 근육을 위한 단백질 밸런스 (동물성·식물성=6:4)
- 장건강, 배변을 위한 프리바이오틱스
- 정상적인 면역기능을 위한 아연
- 활발한 신진대사를 위한 비타민
- 뼈 건강을 위한 칼슘, 마그네슘, 비타민D
- 필수아미노산 류신 2000mg 콜라겐 500mg (부형료)

5대
균형
단백질

8종
기능성
영양소



장민호가 하이문을 권하는 이유, 전문상담사에게 물어보세요

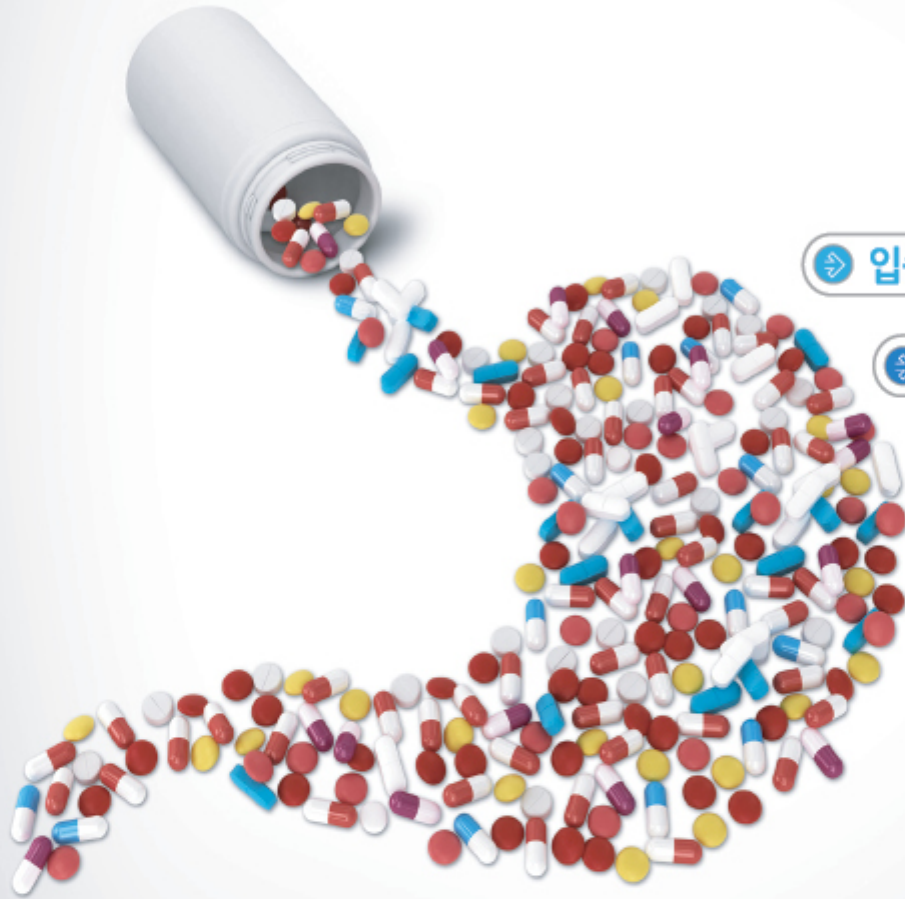
구입
상담 02-2049-2238

하이문 프로틴 밸런스

NSAID 장기 투여로 인한
궤양 및 소화불량 증상의 예방

오메드정

(Omeprazole 10mg, 20mg)



입증된 예방 효과⁴

우수한 비용경제성^{5,7}

편리한 용법·용량⁵

오메드정 제품요약정보

전문약약품 분류번호 : 232

【제품명】·오메드정(오메프라졸)·오메드정10mg(오메프라졸) **【원료약품 및 그 분량】** 이 약 1정 중·오메드정(오메프라졸) 유효성분: 오메프라졸(OP) 20.0mg ·오메드정10mg(오메프라졸) 유효성분: 오메프라졸(OP) 10.0mg **【효능·효과】** 위궤양, 십이지장궤양의 단기치료, 역류성 식도염 및 위식도 역류질환(GERD)의 증상(가슴앓이, 토출 등) 치료, 심한 역류성식도염과 잘 치료되지 않는 소화성궤양의 유지요법, 출렁거열리슨증후군, Helicobacter pylori에 감염된 십이지장궤양의 재발 방지를 위한 항생제 병용요법, 비스테로이드성 소염진통제(NSAID) 투여로 인한 위·십이지장궤양 또는 미란의 치료, 위·십이지장 병변의 병력이 있는 비스테로이드성 소염진통제(NSAID)장기투여 환자에서 NSAID 투여로 인한 위·십이지장궤양 또는 미란 및 소화불량증상의 예방, 역류성식도염의 재발방지 **【용법·용량】** 1) 위궤양: 오메프라졸로서 1회 20mg 1일 1회 경구 투여한다. (중략) 2) 십이지장궤양의 단기치료: 1회 20mg 1일 1회 경구 투여한다. (중략) 3) 역류성 식도염 및 위식도 역류질환(GERD)의 증상(가슴앓이, 토출 등) 치료: 1회 20mg 1일 1회 경구 투여한다. (중략) 4) 심한 역류성 식도염과 잘 치료되지 않는 소화성 궤양의 유지요법: 1회 20mg, 1일1회 경구투여한다. (중략) 5) 출렁거열리슨 증후군: 초기 용량은 1회 60mg 1일 1회 경구 투여한다. (중략) 6) Helicobacter pylori에 감염된 십이지장궤양의 재발 방지를 위한 항생제 병용요법: (2제요법) 이 약 20mg과 아목시실린 750~1,000mg을 1일 2회 2주간 병용투여한다. (3제요법) 항생제와 병용하여 이 약 40mg을 1일 1회 투여하거나 20mg을 1일 2회 투여한다. (중략) 7) 비스테로이드성 소염진통제(NSAID) 투여로 인한 위·십이지장 궤양 또는 미란의 치료: 1회 20mg 1일 1회 경구 투여한다. (중략) 8) 위·십이지장 병변의 병력이 있는 비스테로이드성 소염진통제(NSAID) 장기투여 환자에서 NSAID 투여로 인한 위·십이지장궤양 또는 미란 및 소화불량 증상의 예방 유지요법: 1회 20mg 1일 1회 경구 투여한다. 9) 역류성식도염의 재발방지: 역류성식도염의 재발방지를 위해 1회 10mg 1일 1회 경구 투여한다. (후략) **【사용상의 주의사항】** 1. 다음 환자에는 투여하지 말 것. 1) 이 약의 성분에 과민증이 있는 환자 2) 악성종양의 가능성이 있는 위궤양 환자 3) 이 약을 포함한 프로톤 펌프 저해제들은 아타자나비어와 병용투여할 수 없다 4) 필피비린 함유제제를 투여중인 환자 2. 다음 환자에는 신중히 투여할 것. 1) 간장애가 있는 환자 2) 고령자 **【제조자】** 에스케이케미칼(주) 충청북도 청주시 흥덕구 신당로 149 **【판매자】** 에스케이케미칼(주) 경기도 성남시 분당구 판교로 310 2019. 9. 12 개정

* 처방하시기 전 제품설명서 전문을 참고하십시오. 최신 허가사항에 대한 정보는 '식품의약품안전처 의약품안전나라(<https://nedrug.mfds.go.kr/index>)'에서 확인할 수 있습니다.

References. 1. 이준형 외. 대한소화기학회지 2009;54:309-317 2. Lanza FL et al. Am J Gastroenterol. 2009 Mar;104(3):728-38 3. Yeomans ND et al. N Engl J Med. 1998 Mar 12;338(11):719-26. 4. Lanos A et al. N Engl J Med. 2000 Sep 21;343(12):834-9. 5. 오메드정 허가정보, 의약품안전나라 [Cited 2019.11.14] Available from : <https://nedrug.mfds.go.kr/> 6. Pantoprazole, Lansoprazole, Rabeprazole, Esomeprazole 각 성분 Original 제품 허가정보, 의약품안전나라 [Cited 2019.11.14] Available from: <https://nedrug.mfds.go.kr/> 7. Park JH et al. J Neurogastroenterol Motil. 2013 Apr;19(2):219-26. Available from:<https://nedrug.mfds.go.kr/>

Join⁺OS 23호 설문 이벤트

정형외과 전문의 선착순 100분에게

스타벅스 기프티콘을 드립니다!

*선착순 진행으로 조기 마감될 수 있습니다.



Join⁺OS가 보다 나은 정보지로 거듭나기 위해
독자선생님들의 소중한 의견을 듣고자 합니다!



설문에 참여하시는 분들 중 선착순 100명에게
촉촉 초콜릿 생크림 케이크 + 진한 얼그레이 생크림 케이크 + 아메리카노 Tall 2잔
기프티콘을 발송해 드립니다. 언제나 선생님들의 의견을 기다리고 있습니다.

