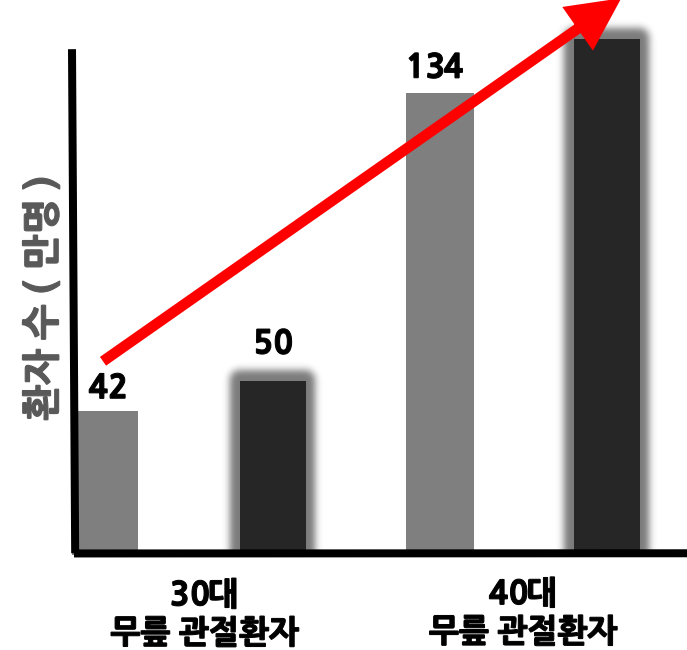


고령자를 위한 컴플라이언트 메커니즘 무릎 보조기

아주르륵 : 김건우, 조민성, 송현석

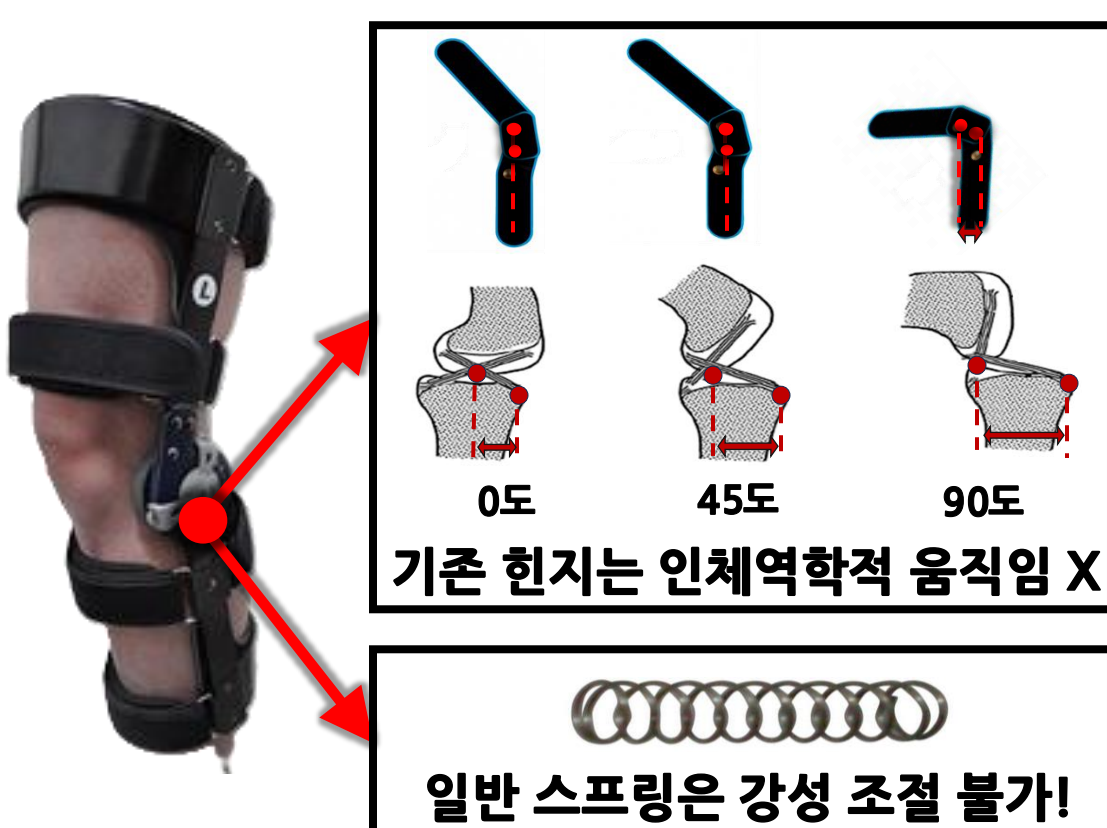
연구 배경

▶ 아이디어 필요성

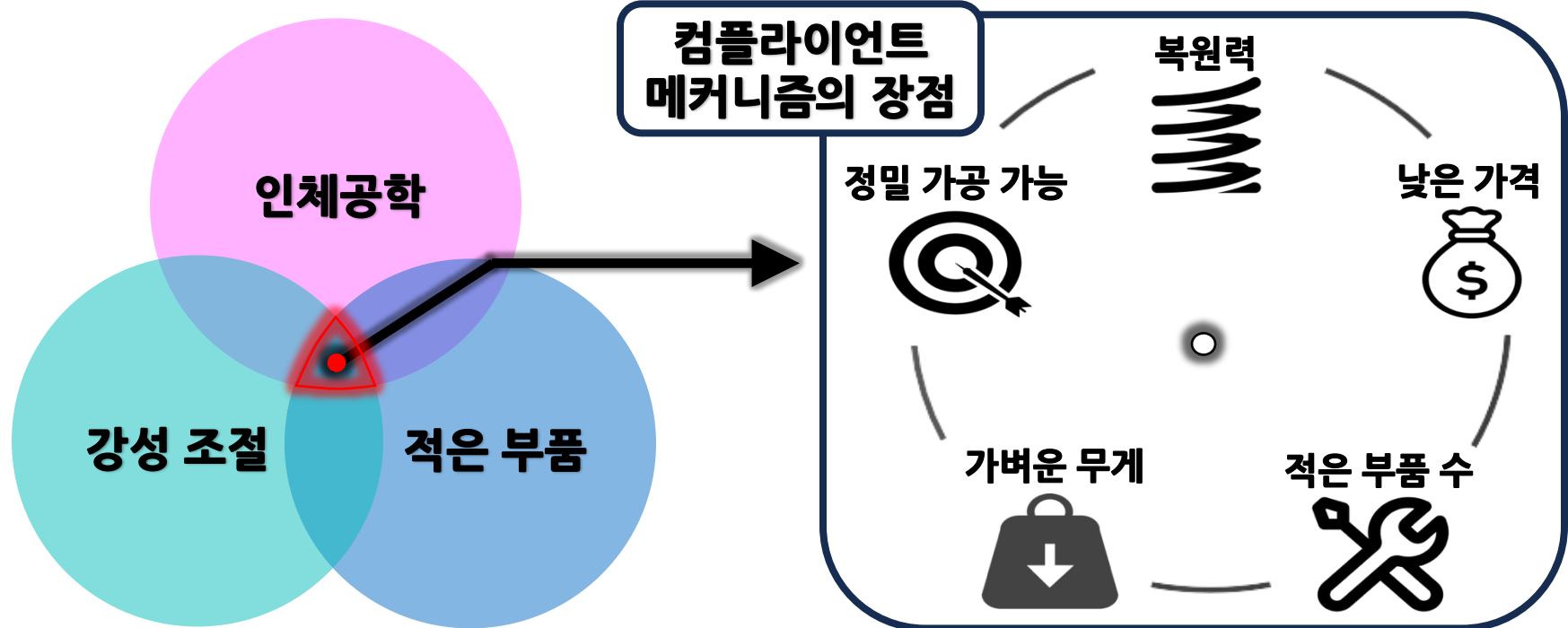


퇴행성 무릎 관절염 환자 수가 급증
→ 무릎 보조기의 필요성 대두

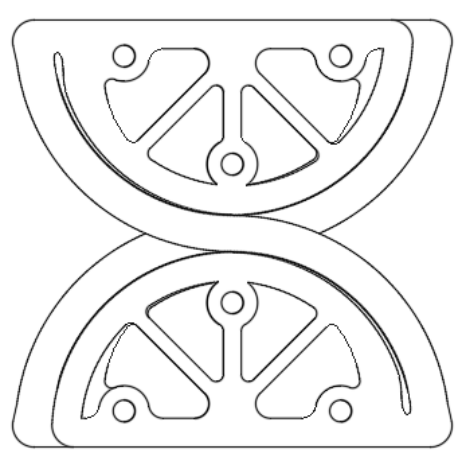
▶ 기존 무릎 보조기의 문제점



∴ Solution = 유연하고 정밀한 운동이 가능한 3D 프린팅 기반 **컴플라이언트 메커니즘**



아이디어 개요



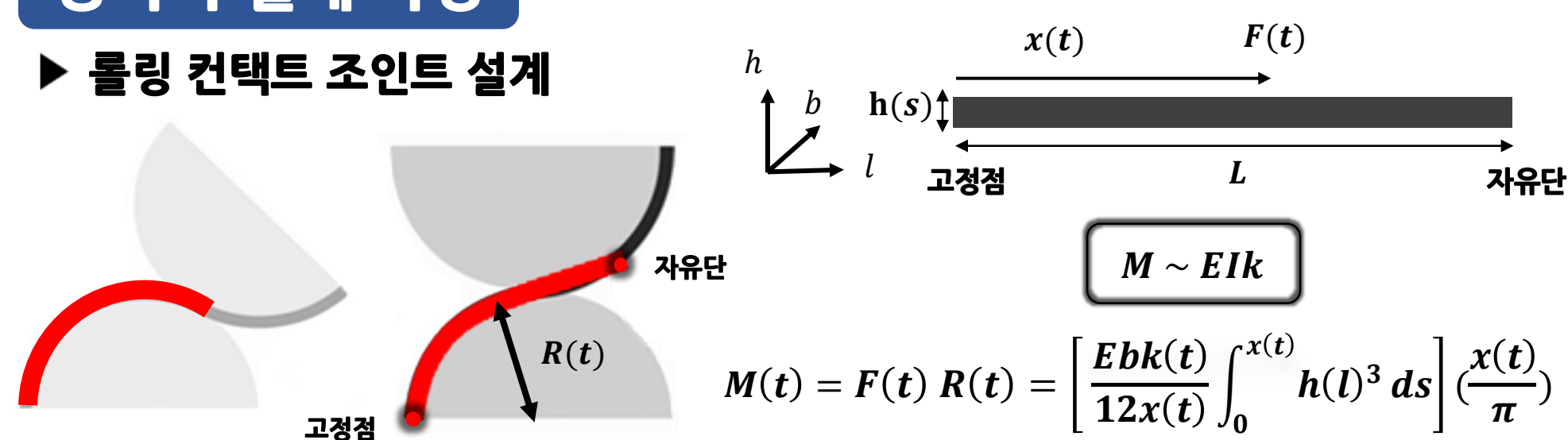
▶ 컴플라이언트 롤링 컨택트 조인트

“구름 운동과 탄성 변형을 이용하여 굽힘 각도에 따라 회전 중심이 자연스럽게 이동하는 **인체 관절 운동 모사**”
→ 인체공학적 설계 적용

1. 기존 무릎 보조기의 관습적인 힌지 구조에서 벗어나 **컴플라이언트 메커니즘**을 적용
2. **전동기 및 센서 없이** 단순하고 효과적인 탄성 변형만으로 적합한 보조력 구현
3. 무거운 금속 힌지 및 스프링 구조 대신 **가볍고, 마찰이 없는** 비금속 유연 구조

공학적 설계 과정

▶ 롤링 컨택트 조인트 설계

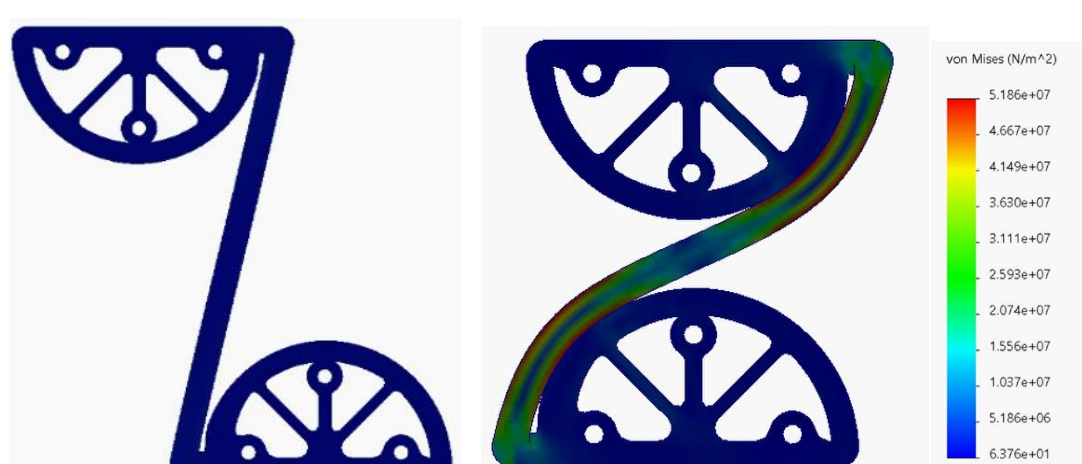


롤링 컨택트 조인트 밴드의 두께를 조절하여 개인에게 **적합한 보조력 설계**가 가능하다.

▶ 3D 프린팅 재료선정



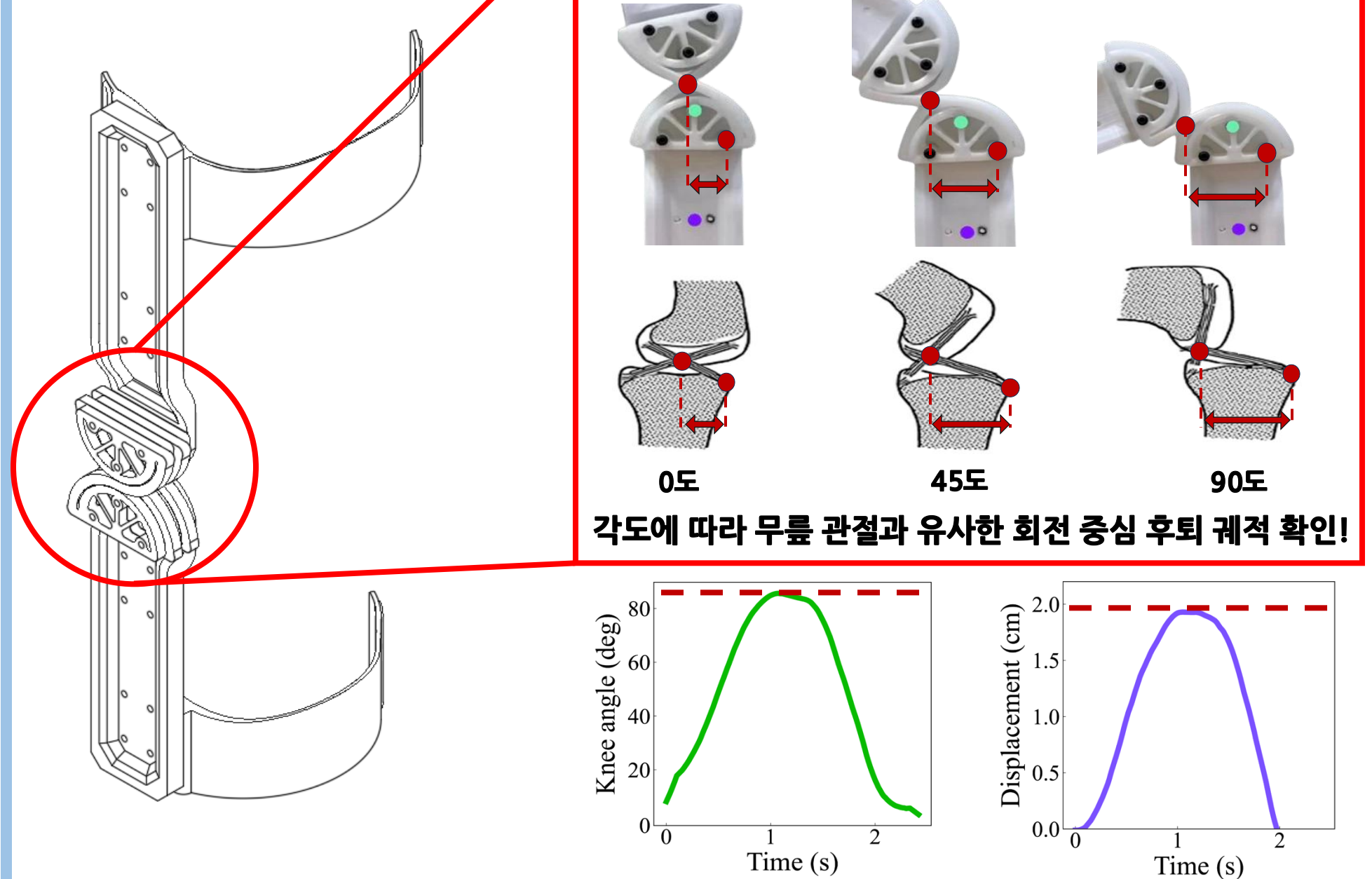
▶ 구조해석 시뮬레이션



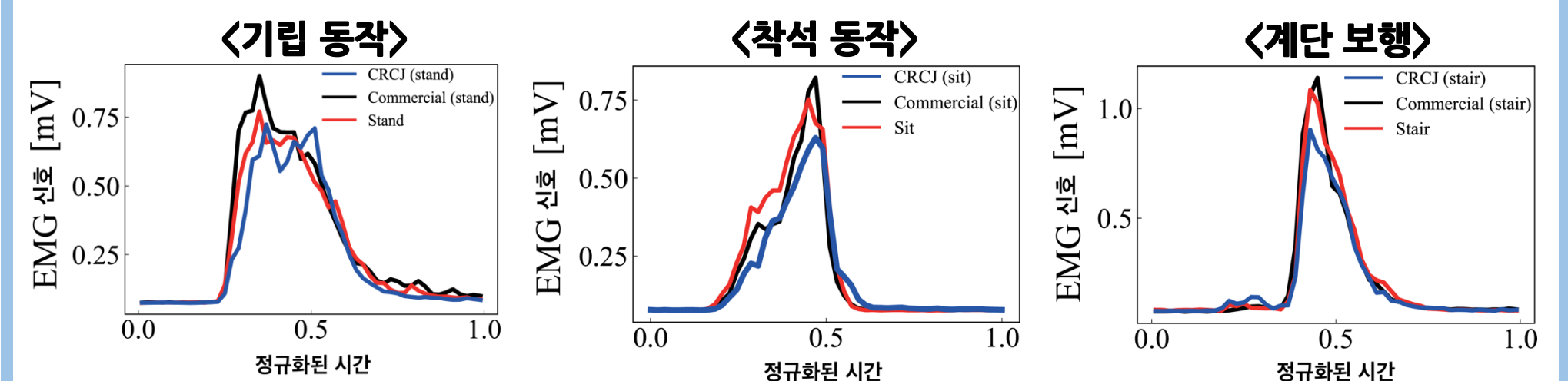
1. 구조해석 시뮬레이션을 통한 롤링 컨택트 조인트의 하중 분포와 응력 집중 부위를 분석
2. 구조적 취약점을 명확히 파악하여 설계 보강 방향을 도출

설계 결과 및 검증

▶ 인체공학적 설계 결과



▶ 근전도 센서 기반 일상 동작 시 무릎 보조기 성능 검증



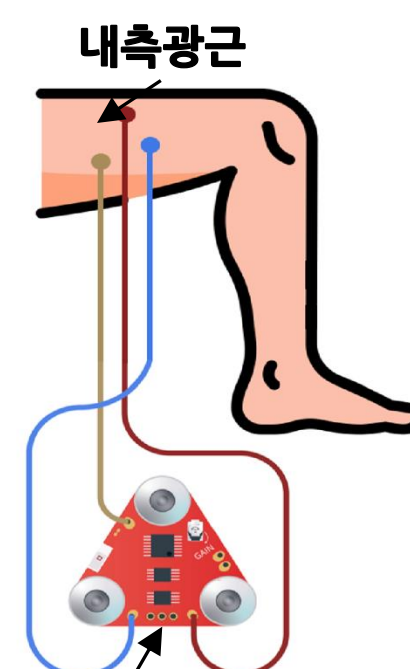
→ 근활성도 **7.1%** 감소

→ 근활성도 **14.1%** 감소

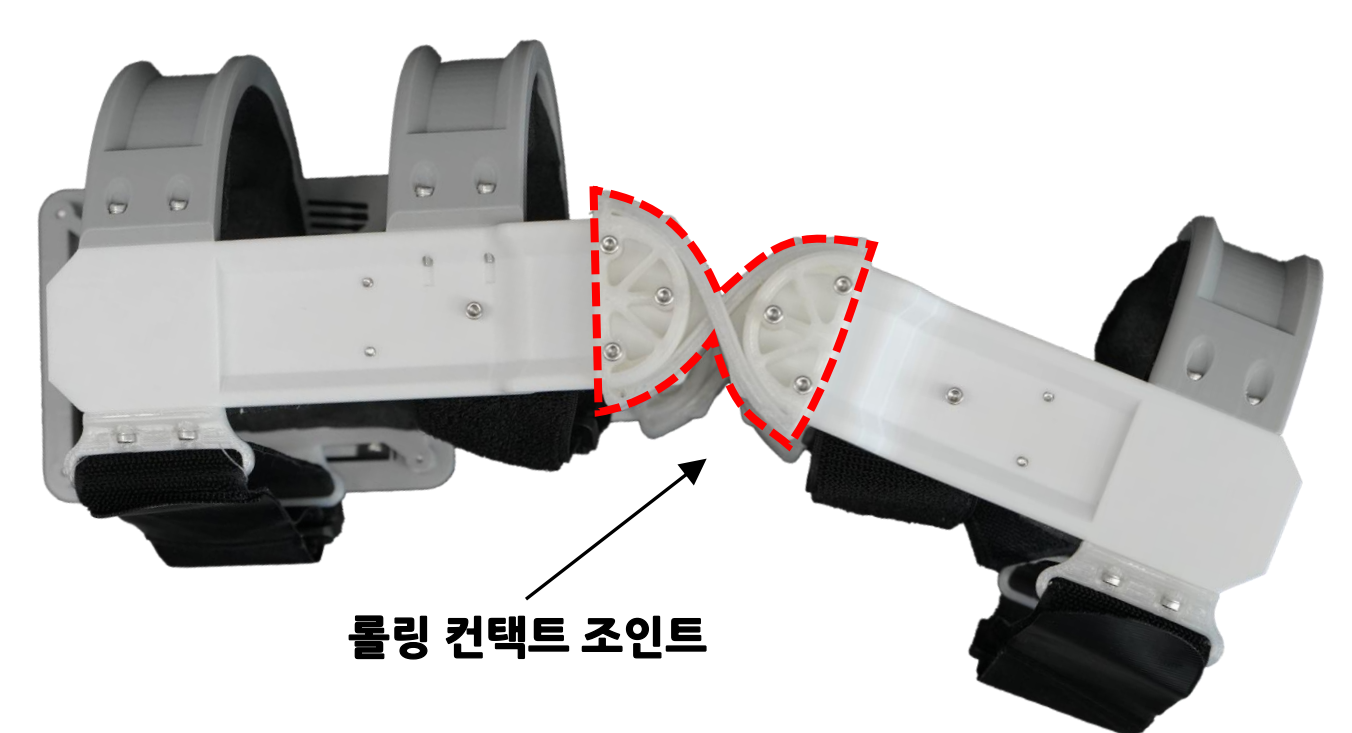
→ 근활성도 **9.0%** 감소

기립, 좌석, 계단 보행 모두 상용 제품 대비 근육 부하가 **감소하는 것으로** 나타났다.

▶ 실험 구성

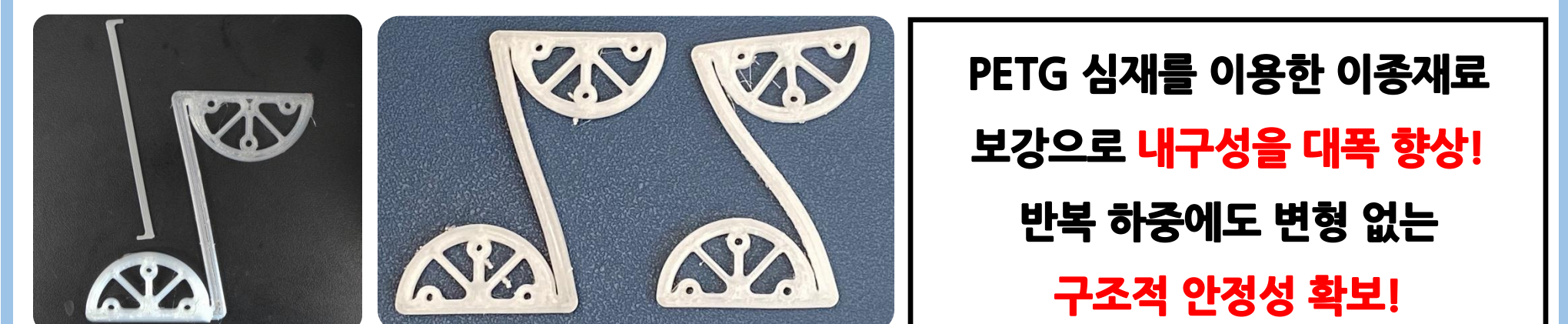


▶ 최종 결과물 구성



안전성 및 유지 보수성

▶ 이종재료 보강이 적용된 롤링 컨택트 조인트



▶ 모듈형 롤링 컨택트 조인트



▶ 착용감 개선



결론 및 기대 효과

1. 실험을 통한 성능 검증 → 근육 부하 13% 감소 → 퇴행성 관절염 예방
2. 실제 무릎 관절의 운동을 재현 → 피부 밀림 감소, 압박 분산, 관절 피로도 저감
3. 이종재료 보강을 통한 안정성 및 내구성 확보
4. 외부 동력 없이 보조력 제공 → 경량화 ↑ + 휴대성 ↑