

생체역학의 개요

윤 용 산

<한국과학기술원 기계공학과 교수>

1. 정 의

생체역학(biomechanics)은 생물(bio)과 역학(mechanics)의 합성어로서 글자 그대로 생명체에 관련된 역학을 다루는 학문이다.

일반적으로 공학자들은 모든 자연 현상이 몇 가지 기본 법칙에 의하여 좌우된다는 확신하에 관심의 대상이 되고 있는 물체의 수학적 모델을 만들어 이를 풀어 나감으로써 현상을 이해하고 예측하며 지식의 영역을 확장하여 나간다. 그러나 생명체는 우리가 흔히 접하는 인조물들과는 달리 형상이나 기능, 거동 등이 매우 복잡하며 현상을 지배하는 요인이 너무 많아 그 특성을 이해하는 것이 용이하지 않으며 해석을 위한 수학적 모델화가 어렵다. 따라서 주로 경험에 바탕을 둔 직관에 의하여 문제들이 다루어져 왔고 각각의 상황에 따르는 사례 연구에 근거를 둔 대량의 정성적인 자료의 습득을 통한 실용적인 지식이 강조되었으니 의학, 생물학, 체육학 등이 이러한 범주에 속한다. 그러나 이러한 경험주의에 입각한 문제의 해결은 발전에 한계성이 있으며 따라서 여기에 공학적인 방법론의 도입이 필요하게 되었다. 그러나 공학자들은 문제의 본질을 충분히 이해하지 못하며 문제의 해석에 급급한 나머지 실제 현상을 지나치게 단순화하거나 수학적 이론에만 치우쳐 실용적 의미가 없는 부질없는 결과를 얻게된다. 이러한 문제의 해결을 위하여 두 영역의 학문의 충분한 상호협동이 필

요하게 되는데 어떤 교량적인 역할이 필요하기도 하겠지만 좀 더 나아가 두 영역이 생체역학이라는 공동영역으로 확장되어 나감이 필요하다. 즉 생체역학자는 역학적 이론의 배경과 해부학, 생리학 등의 생물학적 지식을 가지고 복잡한 생물학적 현상을 해석함에 있어 문제의 본질을 상실치 않는 범위내에서 문제를 모델화하여 역학적 해석을 가능케 한다.

생체역학의 역사는 레오나르도 다빈치가 혈액 순환에 대하여 관심있게 관찰한것이 효시가 되겠지만 본격적인 생체역학은 Alfonso Borelli 가 1680년에 “동물의 동작에 관하여”(De motu animalium)라는 책을 출판한 것이다. 생체역학은 공학의 발달 및 인류의 건강복지 향상에 대한 관심의 증가로 장족의 발전을 하고 있으며 정형외과학, 재활의학, 체육학, 산업공학, 상해예방, 생리학, 외과학등 다방면에 응용되고 있다.

2. 적용 분야

2.1. 정형외과학

정형외과학은 신체의 자세 및 동작기능을 올바르게 하여주는 외과학적 방법을 다루는 학문이다. 예로서 동작이나 자세에 장애가 되는 뼈, 인대, 힘줄, 근육등을 변형시키거나 제거 혹은 다른 것으로 대체시켜 기형을 바로잡으며 기능을 재생시키고 사고등에 의하여 파손된 부분을 외적 혹은 내적 고정장치등을 이용하여 자세의 안정성을 유지케하여 치료하며 질병등으로 인하

여 손상된 관절등을 인공관절이나 다른 관절등을 이식하여 고통을 없애주며 관절의 기능을 살리고 정상적인 자세를 유지하게 한다.

종래에는 정형외과 의사들이 이러한 문제들을 경험과 직관 그리고 약간의 역학적 지식으로 해결을 시도하였으나 실제적으로는 이러한 문제들이 고도의 역학적 지식을 요구하며 따라서 전문적인 공학자들의 도움이 필요하게 되었다. 즉 환자의 진단, 수술방법 및 도구의 개선, 체식장치(implant device)의 개발이나 성능시험등 다방면에 생체역학이 활용되고 있다.

2.2. 재활의학

절단수술 및 보철구의 개발은 2차대전을 기점으로 상당한 발전을 보았으며 한국전과 월남전을 통해 더욱 발달되었다. 전쟁으로 인한 많은 상이 군인들을 위하여 적절한 보철구의 개발이 필요 하였으며 이를 위하여 역학 및 인체운동학(kinesiology)에 대한 기초적 연구가 필요하게 되었다. 이렇게 하여 생체역학 또는 재활공학 연구소가 미국을 선두로 캐나다, 영국, 독일 등 선진국들에 설립되고 이 방면의 연구가 활발히 진행되었다. 신체 부자유로 인해 도움이 필요한 사람들은 전쟁으로도 많이 발생하지만 산업재해, 교통사고, 환경오염, 조산 등 많은 요인들이 우리 주위에도 사리고 있다.

재활공학에서의 생체역학은 주로 신체 부자유자들의 기동을 자유로이 함이 목적이며 의수족, 의자차의 개발 등이 있겠다. 의수족의 경우에는 외관 및 기능, 내구성, 편이성, 경제성 등이 과제이며 이를 위하여 재질의 개발, 경량화, 동력화, 전자식 조정등에 초점을 맞추고 많은 연구가 진행되고 있다. 의자차의 경우에는 환자의 특성 및 주위 환경에 맞는 다양한 제품의 개발이 시도되고 있고 가능한 한 모든 환자들이 남의 도움을 받지 않고 스스로 활동할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

2.3. 체육학

체육학에서의 생체역학은 주로 인체의 운동을

다루며 신체의 각 부위의 운동을 역학적 법칙에 의하여 다루는 인체운동학에 근간을 두고 있다.

방법은 골격과 근육, 인대, 관절의 현상등 해부학적 자료 및 근육의 수축, 에너지 소모, 신경조직의 역할 등에 관한 생리학적 지식을 바탕으로 신체의 운동을 근육들에 의한 골격의 기구학적 운동으로 다룬다. 응용으로서는 선수들의 동작을 분석, 평가하며 시뮬레이션이나 최적설계 기법을 이용하여 기록 향상을 위한 자세 및 동작교정을 시도하고 적절한 훈련방법을 모색하며 장신구를 개선하고 유능한 인재의 발굴, 사고의 미연 방지, 선수의 보호 등에 대한 개선책이 마련될 수 있다. 같은 원리가 대중 스포츠에도 적용되며 스포츠 산업에 이용된다.

2.4. 인간공학

인간공학이란 인간이 사용하는 도구나 설비를 인간의 특성에 알맞게 편리하고 책적하며 능률적이고 안전하도록 개발하는 것을 연구하는 학문이며 인간과 기계의 특성을 살려 주어진 목표를 효율적으로 달성케하는 시스템 관점에서의 최적통합체계의 설계 개념이나 또는 작업조건 및 환경의 개선등 인간의 가치 보호에 관심을 두고 이들을 개발, 시험, 평가한다.

인간공학에서의 생체역학은 공구나 조정장치의 설계, 작업장 및 작업기계들의 이용 및 배치 작업방법 및 절차 등을 계획함에 있어 근육이나 뼈, 신경 계통 등의 작용 및 육체활동에 따른 에너지 소모, 동작의 속도와 정밀성, 근력 및 지구력 등의 자료에 바탕을 둔다.

2.5. 상해 예방 및 처리

종래에 상해대책에 흔히 사용되는 자료들 중에는 신체에 손상이 가해지는 조건들에 대한 것이 있지만 이러한 자료는 일반적으로 뼈나 인대 근육 등에 대한 물리적 성질이나 사고 당시의 물리적 상황을 대표하는 정량적인 자료를 바탕으로 한것이 아니며 또한 그러한 상황을 지배하는 역학적 현상을 충분히 이해하지 못한 상태에서 얻어진 부정확한 것이다. 따라서 이러한 자

료에 근거를 둔 시설이나 장신구 등의 설계가 운동선수나 작업자들의 신변을 충분히 보호할 수 없는 것은 자명하다.

또하나 중요한 것은 어떻게 신체가 상해로부터 회복되는가 하는 것이다. 하중이 뼈, 인대, 힘줄 등의 손상회복에 어떠한 영향을 미치는지를 명확하게 안다면 손상회복에 해가 되는 하중을 가능한 한 제거하여야 할 것이고 도움이 되는 하중은 적절하게 유도되어야 할 것이다.

2.6. 생리학

생리학은 바이러스로 부터 포유동물에 이르기까지 모든 종류의 생명체의 거동을 기능적 측면에서 연구하는 학문으로 여러가지의 형태와 생존경쟁에 이겨 나가기 위한 다양한 환경에의 적응구조 등에도 불구하고 주요 생리학적 조직의 근간이 되는 구성요소 및 원리들은 거의 유사하며 이러한 것이 관심의 대상이 된다.

생리학자들은 생명체의 구조와 기능간의 상관관계를 이해하고자 노력하며 현상학적 측면에서 거동을 지배하는 요인들에 대한 실험적인 연구가 지배적이었으나 수학 및 역학에 근거를 둔 기본현상의 엄밀한 해석이 새로운 활력소가 되고 있다. 예로서 연속체 역할을 이용한 연조직(soft tissue), 뼈 등의 물리적 특성연구, 자율신경 및 신경조절기능의 실험, 근육수축의 원리 등이 생체역학적 연구의 대상이 되고 있다.

2.7. 외과학

심장의 박동시 형상과 응력 간의 상호관계,

혈관에서의 압력과 유동과의 관계, 박동시의 음향과 심장의 작동과의 관계등에 대한 연구 및 이들을 이용한 인공심장 및 심장 기능의 진단장치의 개발, 수술 도구 및 봉합방법의 개발, 청정수술실의 개발등에 많은 생체역학자들이 활약하고 있다.

참 고 문 헌

- (1) 박경수, 인간공학(작업경제학), 영계문화사, 1980
- (2) 이공세, 바이오메카닉스(신체운동의 과학), 체육과학전서, 동화문화사, 1982
- (3) J.V. Basmajian, R.L. Kirby, Medical Rehabilitation, Williams and Wilkins, 1984
- (4) A.H. Burstein, From Fairbank Cranes to Finite Elements—The Maturation of Orthopaedic Biomechanics, Advances in Biomedical Engineering, Winter Annual Meeting of ASME, p.3, 1980
- (5) J.F. Davis, An Overview—Past, Present and Future, Medical Engineering, Edited by C. D.Ray, Year Book Medical Publishers, pp.3~4, 1974
- (6) D.N. Ghista, R. Roaf, Orthopaedic Mechanics, Procedures and Devices, Academic Press, 1978
- (7) V.T. Inman, H.J. Ralston, F. Todd, Human Walking, Williams and Wilkins, 1980
- (8) R.W. Mann, Biomedical Engineering Design, Advances in Biomedical Engineering, Winter Annual Meeting of ASME, pp.1~25, 1974
- (9) T.A. McMahon, Muscles, Reflexes, and Locomotion, Princeton University Press, 1984

