



운동역학 연구의 현황과 성장

2

글 ■ 서 국 응 / 부산대학교 체육교육과 교수
e-mail ■ kwseo@pusan.ac.kr

이 글에서는 시대적 흐름에 따라 스포츠 과학화에 산파 역할을 할 수 있는 스포츠 공학이라는 분야의 필요성이 날로 증가하는 시점에서 스포츠공학의 역할과 전망에 대해서 설명하고자 한다.

운동역학은 영문으로 'Sport Biomechanics'라 불리며, 초창기 학문의 국내 도입기에는 '바이오메카닉스', '생체역학'이라 불렸다. 바이오메카닉스의 광범위한 뜻은 "유기체의 운동이나 정지상태를 다루는 과학"이라고 정의할 수 있으며, 어원은 생체(bio)와 역학(mechanics)의 결합어로 생물의 연구에 역학을 응용하는 것으로서 생리학, 해부학 등에 의한 생체 그 자체의 해명과 생체의 운동현상을 역학을 이용하여 해석하는 응용과학이다. 헤이(Hay)에 의하면 바이오메카닉스는 생물학적 근육활동의 역학적 기초와 거기에 포함되는 원리에 관한 연구, 움직이는 생체에 대한 역학적 법칙의 적용과 인체이동의 운동체계에 관한 연구 등의 개념을 내포하고 있다.

즉 생체역학은 인간신체에 작용하는 대내외적인 힘과 이 힘에 의해 발생하는 효과를 연구하는 학문이라고 했다.

생체역학이라는 용어를 사용한 것은 지금으로부터 1000여 년 전이지만 인간운동에 관한 연구는 기원전 2,600여 년 전에도 행하여진 것으로 추정된다. 레오나르도 다빈치(Leonardo da Vinci, 1425~1519)는 인체의 구조와 밸런스의 문제에 관심을 가졌으며, 또한 건물이나 기계의 안정에 대해서도 큰 관심을 가졌다. 특히 중심 문제에 대해서는 많은 관심을 가지고 연구하였는데, 그의 '신체측정도'는 생체역학에 큰 도움이 되었다.

이 중 스포츠분야에 활용이 된 '스포츠 생체역학', 즉 운동역학은 그 대상을 체육과 스포츠에

종사하는 사람들과 환경 등을 포함하고 있으므로, 인간 생체의 기본 구조와 기능을 연구하는 것뿐만 아니라 스포츠 시설, 스포츠 장비, 인체의 안전을 위한 장비 그리고 이들 기구들과 인간과의 상호작용을 이해하려는 학문이라고 정의할 수도 있다. 그리고 운동역학은 해부학, 역학, 생리학, 생화학, 공학, 컴퓨터학, 통계학 등이 결합된 응용과학이라고 할 수 있다.

운동역학의 발전은 연구방법의 발달과 긴밀한 관계가 있으며, 그 방법의 발달은 자연과학 또는 공학 전반의 발달 상황에 많이 의존하고 있다. 특히 운동역학 학자인 밀러(Miller)와 넬슨(Nelson)에 의해 잘 묘사된 컴퓨터와 새로운 개발기구는 종전의 수동적인 자료처리를 신속하게 하였다. 운동역학의 지식은 체육이나 운동역학에서 즉시 명확한 해답을 줄 수는 있지만, 복잡한 생체의 매커니즘을 해명하려면 좀 더 많이 관련 연구가 이루어져야 할 것이다.

1973년에 국제생체역학회(ISB:International Society of Biomechanics)가 발족되었으며, 제1회 국제생체역학회 학술대회가 1967년 스위스 취리히에서 개최되었다. 그 이후 2년마다 학술대회가 개최되고 있으며, 매 학술대회마다 논문집이 발간되어 생체역학 및 운동역학을 전공하는 연구진에게 귀중한 연구자료로 활용되고 있다.

우리나라에 운동역학이 도입된(신인식과 정철수, 1996) 후 30여 해가 지난 현재 운동역학은 각 대학 체육학과의 학부는 물론 대학원 과정의 중요한 분야로 자리잡고 있다. 오늘날 전국의 체육

표 1 한국 운동역학 연구 현황

연 도	내 용
1960년대 후기	· 한국에 운동역학 소개 · 1969년 한국체육학회지에 최초의 운동역학 논문이 소개됨
1970년대 초반	· 운동역학 시작(by 미국에서 연수 받은 이공세를 포함한 극소수의 학자) · 미국학계의 동향 소개와 교재 강의를 통한 내용 전달이 주가됨
1979년	· 한국운동역학회 창립 · 운동역학 지도교수들이 모여 강의 내용의 교류를 가졌으나 활동 미비 · 운동역학 과목 학부 필수 교과목으로 채택
1980년대	· 초기 : 연구를 위한 실험기기의 미비, 훈련을 받은 인력의 부족 등으로 저조한 상태 · 태능선수촌 내에 체육과학연구소 설립으로 연구활동 자극 · 연구 인력증가에 의해 운동 역학이 더욱 보급되기 시작함
1990년대	· 1990년 6월 한국운동 역학회지 발간 시작 · 연간 4회 이상의 학회활동
2000년대	· 운동역학 전공자의 스포츠산업체 진출 · 운동역학 전공자에 의한 동작분석 활발, 삼성스포츠지원단 설립 등
2002년도	· 아시아운동역학회 창립

관련 대학 또는 학과에서 운동역학을 전공하는 교수는 교육대학과 전문대학을 제외하면 70여 명으로 전체 체육계 교수 총 900여 명 중 약 8%에 달하고, 1996년부터 2000년 사이에 한국운동역학회지 및 한국체육학회지에 매년 발표된 논문 수는 평균 50편에 이르러 우선 수적으로는 괄목할 만한 변화를 이루고 있다. 우리나라 운동역학의 성장과 현황을 살펴보면 표 1과 같다.

운동역학을 포함한 체육학의 대부분의 하부 학문 분야는 대학 환경에서 형성되어 왔다. 따라서 대학의 교육 및 연구 여건은 학문 후속 세대의 양성 그리고 학문 자체의 지식체계 구축과 밀접한 관계가 있음은 주지의 사실이다. 한편, 이렇게 축적된 지식은 세상을 이해하기 위해 활용되는데 체육 교육을 포함하는 스포츠 활동과 대학 및 연구소의 연구 활동은 지식의 소비와 생산의 관계에 있게 된다(Kroll, 1982). 인체의 동작을 생물체에 작용하는 힘과 그 결과로 일어나는 운동으로

보려는 분야는 비단 운동역학뿐만 아니라 기계공학, 우주공학, 정형학, 의공학, 산업공학 등 매우 다양한 분야에 걸쳐 있다. 이들 분야는 응용의 측면에는 상호 경쟁 관계에 있지만 학문의 측면에서는 보완 관계에 있다.

따라서 정보의 유통이 광범위하고 고속으로 이루어지는 미래에 운동역학이 인접 유사 학문 분야와의 경쟁에 대비하여 살아남아 선도적인 위상을 확보하려면 전문성과 탁월성이 이루어지는 방향으로 변모해야 한다. 그 동안 많은 체육학과가 안주해 있던 교사 자동 임용제도는 체육학의 발전을 더디게 한 면이 있다. 체육계 학과의 교과과정은 소속 대학이 사범대학이든 아니든 교사 양성을 위해 짜여진 틀로 오랜 동안 시행되어왔는데 그 결과 체육학의 연구 활동에 종사할 학자 양성보다는 교육이라는 지식 응용 활동에 인재를 집중시키게 되어 교육 현장에서 활용할 지식과 대학에서 학습하는 지식과의 괴리를 더욱 깊게



그림 1 보행 동작분석 실험장면 및 축구촬영비디오 분석 장면

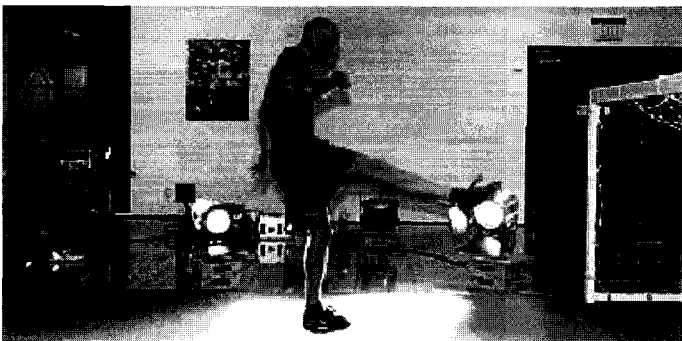


그림 2 축구동작 킥잉 움직임의 동작 분석(나이키스포츠과학연구소(NSRL), 2002)

기능의 이해와 더불어 수학과 물리학에서 운동역학에 필요한 부분이 다루어질 수 있도록 체육학과 교과의 구성되어야 한다. 이는 생체역학을 다루는 인접학문 분야와 경쟁 및 교류 과정에서 개념을 공유하기 위해 필수적인 변화이다.

운동역학이 도입된 이후의 연구 동향과 방법론을 보면 1980년대 중반을 경계로 의미 있는 차이가 나타난다. 한국체육학회의 학회지에 운동역학 분야의 논문이 처음 게재된 해는 창립된 2년 후인데 당시 이철희(1969)의 논문은 이론적 제안에 그친 정도였다. 그 이후 약 15년 동안 주종을 이룬 논문의 주제는 스포츠 동작 분석이었다.

1970년대 초기에는 8mm 촬영기를 사용했고(김정환과 김상국, 1974), 경우에 따라서는 일반 사진기 및 vibration chronoscope를 동원하고(임용규와 김종훈, 1975), 1970년대 후기

했다. 그 자동 임용제도의 폐지는 체육학에 대한 매력을 크게 떨어뜨린 사건이었지만 이것은 오히려 체육학의 발전의 계기가 될 수 있다. 체육학과를 직업과 학문을 위한 두 기능의 학부 체제로 재편하면 대학원 과정에 가야 시작하는 학문 연구 준비를 그것을 애초에 목표로 공부하고자 하는 학생을 대상으로 학부 때부터 실시할 수 있다. 이러한 변화는 대학의 제도와 구조 조정을 전제로 하지만 이루어진다면 운동역학 분야의 내실과 경쟁력을 크게 증진시키는 획기적인 사건이 될 것이다.

신체 운동은 체육학의 핵심에 항상 있어야 하지만 운동역학적 관점에서 신체 운동을 이해하는 능력을 신장시키려면 인체의 해부 구조적 특성과

에는 16mm 촬영기도 사용했지만(손태열, 1978) 그것의 분석은 트레이싱 종이에 영상을 투영하여 윤곽을 나타낸 그림에 의존하였다(신인식과 정철수, 1996). 한 대의 카메라와 트레이싱 종이에 그린 윤곽선에 의존한 동작분석 방법은 1980년대 말 도입된 정밀한 필름분석 시스템과(백일영, 장기준, 황인승, 1986), 3차원 영상 분석법의 도입으로(신보상, 1986 ; 김종택, 신인식, 전태원, 1988 ; 권영후, 1994) 획기적인 전기를 맞이하였다. 아직도 주종을 이루고 있는 동작분석 형태의 연구는 그 방법의 태생적인 굴레를 극복하기 어려운 점이 있다. 동작을 담아내는 도구의 속도와 정밀성의 한계와 디지털이징을 요하는 방대한 장면 수의 부담은 연구자가 유혹을 느끼는 일반화의 파

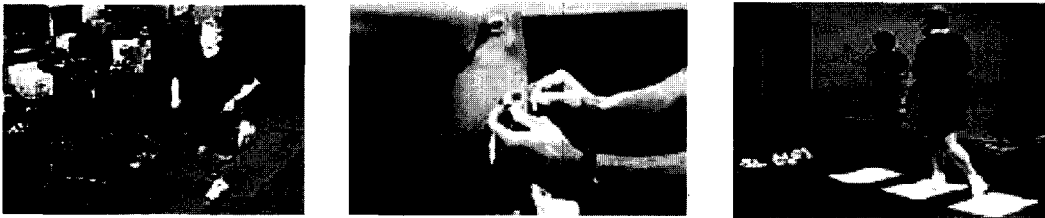
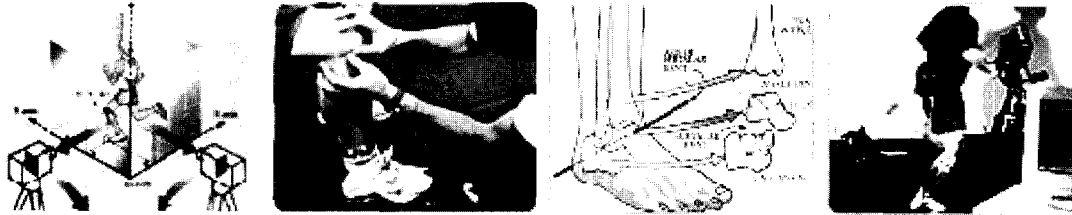


그림 3 하지의 근전도 시험 및 동작분석(나이키스포츠과학연구소(NSRL), 2002)

위를 현저히 약화시켜왔다(신인식과 정철수, 1996). 그러나 실상 우리나라 운동역학이 변화를 기해야 할 부분은 하드웨어가 아닌 소프트웨어에 있다. 촬영기와 동작분석기는 전자공학의 발달과 더불어 곧 괄목할만한 진전이 기대된다. 비록 비용이 문제이지만 인체 분절의 3차원적 위치를 직접 입력하는 도구는 이미 사용되고 있고, 사람이 생각하는 것처럼 인체 특이점의 위치를 결정하는 방법도 속속 개발되고 있다. 우리 운동역학자가 추구해야 할 연구가 아니라 인체의 운동을 설명하는 이론을 쌓아 나가는 방향으로 설정되어야 한다. 이 점에 있어서 Cavanagh(1976)와 Hay(1978)의 20여 년 전 지적을 이제 우리가 실감하는 충고로 받아들인다.

우수 선수의 단일 동작 분석은 이제 지양하고 운동 수행력에 영향을 주는 요인의 구분과 그 양

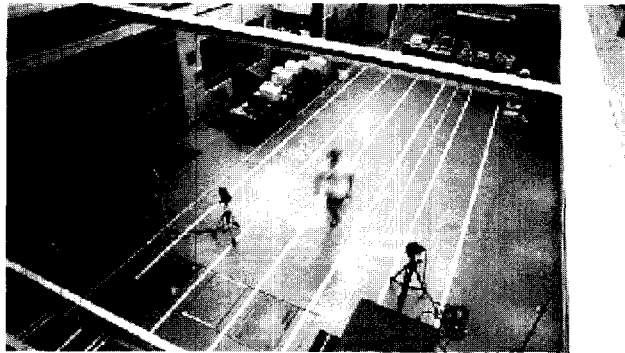


그림 4 런닝의 운동역학 실험 장면(지면반력기, 영상분석기 설치)

상의 파악에 관심을 기울여야 한다. 그러한 지식이 운동역학의 교재에 주로 채워지고 역학의 기본 개념 설명을 부록으로 보내도록 구성하는 때가 오기를 기대한다.

자연과학적 기초 지식을 튼튼한 배경으로 하고 운동역학에서 축적된 이론에 친숙한 운동역학 전공자가 운동역학적 분석 방법에 익숙하다면 흑자



는 그 관심을 굳이 스포츠에만 제한할 필요가 없다. 극한 상황에서 때로는 효율성을 희생하고 부상을 감수하고서라도 극대화한 운동 선수의 동작을 이해하는 이 분야의 전공자는 당연히 일반 생활에서의 움직임, 산업현장의 작업 활동, 재활 운동, 등의 활동에서 발생하는 문제도 파악하고 해결할 수 있도록 교육되고 훈련되어야 한다.

지난 2000년 미국 시카고 일리노이 대학에서 개최된 미국 생체역학회 학술대회에는 조직역학, 보행, 노화, 정형학, 척추, 무릎, 근육, 자세, 보조기구, 발과 발목, 골격, 스포츠 모델링의 13개 분과에 150여 편의 논문이 발표되었다(ASB, 2000). 분과별 발표 논문수가 10여 편이 되므로 특정 주제별 전문가 집단이 이미 형성되어 있음과 심포지움을 통해 특별 주제의 다양한 접근 방식을 나누고 있는 점은 매우 인상적인 학회 활동이었다.(신인식, 2000)

최근 국내외적으로 운동역학과 관련된 연구 방향이 기존의 스포츠 기술분석 및 동작 분석 연구 방식에서 벗어나 스포츠 용품의 연구개발 분야로 확대되어 매우 고무적인 경향을 띠고 있다.

특히 스포츠화 개발 및 스포츠용 기구 등의 연구개발시 운동역학의 학문적 중요점이 더욱 더 인식되어 가고 있다. 또한 인간 공학 및 스포츠 공학?의용공학 등의 인접 학문과의 공동 연구가 활발해져 갈 전망이다.

참 고 문 헌

- 김석관(2000), 「신발산업의 기술혁신 패턴과

- 전개방향」, 과학기술정책연구원.
- 신인식과 정철수 (1996). 운동역학의 발전과 과제. 서울대학교 체육교육과 창설 50주년 기념 논문집. 서울대학교 사범대학 체육교육과. pp. 153-160.
- ASB Conference Proceedings (2000). Twenty-Fourth Annual Meeting of the American Society of Biomechanics. ASB.
- Athletic Footwear Association(SGMA/AFA)(1998, 1999), *The U.S. Athletic Footwear Market Today* North Palm Beach: Athletic Footwear Association.
- Cavanagh, P. R. (1976). Recent advances in instrumentation and methodology of biomechanical studies, In P. V. Komi(Eds.): *Biomechanics V-B*. Baltimore: University Park Press.
- Hay, J. G. (1978). Biomechanics: The present and future state of the discipline in the United States and other western countries, In F. Landry & W. A. R. Orban(Eds.), *Biomechanics of Sport and Kinanthropometry*, Miami: Symposia Specialists, Inc.
- Kroll, W. P. (1982). *Graduate Study and Research in Physical Education, Human Kinetics, Inc.* Champaign: Illinois.
- Rossi, William A.(1994), *The Complete Footwear Dictionary*, Malabar: Krieger Publishing Company.

기계용어해설

◇ 복사(Radiation)

복사란 열의 이동이 어떤 매개체가 없이 이루어지는 것을 일컫는다 이는 열 전달에 있어서 매개체가 필요한 전도, 대류와는 달리 열원과 열을 받는 대상 사이에서 전자기파 형태로 열이 전달 되는 현상을 말한다.