

스포츠과학 및 지도법

스포츠 자연과학의 이해(제3주)

목 차

- I. 운동생리학
- II. 운동역학
- III. 운동해부학
- IV. 운동제어 및 운동학습
- V. 체육측정평가
- VI. 트레이닝론
- VII. 운동처방
- VIII. 스포츠영양학

- 운동생리학(運動生理學, exercise physiology)은 단시간 혹은 장시간의 운동자극에 대한 인체 반응 및 적응 과정을 분석하는 것
- 인체가 정상적인 상태에서는 자극에 대해서 적절하게 반응하고 이러한 반응과정에 의해서 적응하는 능력을 가지게 되는데, 이러한 반응과 적응이 운동 자극과 같은 특수한 조건하에서 발생하는 모든 현상은 운동생리학의 연구주제로 제시 됨
- 운동생리학은 운동이라는 자극(stress)에 대하여 정상적인 인체 기능을 바탕으로 반응(response)하여 나타나는 기능적인 변화와 규칙적이고 반복적인 자극 형태의 트레이닝 등에 의해서 나타나는 적응 현상(adaptation)을 다루는 학문
- 운동 자극시의 인체 기능은 물론 운동 자극과 환경, 신체적 조건과 능력 등의 관련성에 대해서도 포괄적으로 다룸
- 인체의 기능을 결정하는 다양한 계통들은 단시간과 장시간에 부가되는 운동 자극의 다양한 형태, 성과 연령을 비롯한 체격 및 체력적인 신체 조건과 적성수준, 고온 및 저온과 고지대 및 수중 등과 같은 환경적 특성 등에 의해서 적절하게 변화하여 다양한 반응과 적응을 일으키게 되는데 이러한 다양한 변화들이 모두 운동생리학의 중요한 연구대상이 됨

- 따라서 운동생리학은 인체 구조를 다루는 인체해부학을 바탕으로 주변의 많은 학문 분야와 밀접하게 관련성을 가지면서 발전 함

인체의 운동은 근육이 수축하는 힘에 의해서 이루어진다. 근육은 화학적 에너지를 기계적 에너지와 열로 직접 전환시킬 수 있는 기계라고 할 수 있다. 근세포에 자극이 전달되면 근세포에서는 화학적 변화가 일어나 수축운동을 수행하게 된다.

2-1. 근수축 기전

근원섬유 내에 직렬로 연결되어 있는 많은 근절(sarcomere)들이 단축된 결과로, 근수축시 근육의 길이가 짧아지면서 근수축이 일어난다. 미오신이나 액틴필라멘트 등의 길이는 변화가 없지만 미끄러져 들어가면서 중첩구간의 길이가 변화하게 된다. 즉 근원섬유 자체의 길이는 변화하지 않는데 근원섬유 간 겹치는 부분이 많아지면서 근육이 짧아지며 수축되는 것이다.

2-2. 근섬유의 종류

골격근섬유는 유전과 활동 기능에 의해 결정된다. 예를 들어 인체를 직립자세로 유지하기 위해 장시간 수축하는 다리의 근섬유는 점프를 하거나 100m 전력질주를 하기 위해 사용되는 근섬유와는 다른 특성을 지닌다. 그 주요 분류 기준은 전기적 자극에 대해 얼마나 빠른 수축 반응을 보이는가에 달려 있는데, 이것은 수축반응속도에 따라서 지근섬유와 속근섬유로 나누어지며, 속근섬유는 수축 반응속도가 지근섬유의 수축 속도보다 두 배 이상 빠르다. 지근섬유는 미오글로빈 함량이 높아서 붉은색을 띠고 있기 때문에 적근(red muscle)이라고도 하며, 속근섬유는 백근(white muscle)이라고 한다. 속근섬유 중에서도 지근섬유의 대사적 특성을 보다 많이 갖고 있는 섬유가 있는데, 이를 중간근섬유라고 한다. 속근섬유는 수축속도가 빠른 대신 지근섬유에 비해 쉽게 피로해진다. 또한 인체의 여러 부위에 있는 근육에 따라서 지근섬유의 구성비는 다르다. 종아리의 자세유지근육인 슬와근(soleus muscle)은 거의 지근섬유로 구성되어 있는 반면 눈의 깜박거리는 운동을 담당하는 모양체근은 거의 대부분 속근이다. 지근섬유는 속근섬유보다 대체로 더 적은 힘을 발휘한다. 그러나 지근섬유는 에너지 효율이 높아 동일한 에너지로 더 많은 힘을 생산한다. 그러므로 지근섬유는 에너지 공급량이 수행 제한 요소가 되는 장시간 운동에 보다 적합하다.

2-3. 근수축의 종류

근육은 적당한 자극을 가하면 수축하는데, 이러한 근수축은 일정한 강도 이상의 자극에 의해서만 발생한다. 이와 같이 근육이 수축을 시작하는 자극강도를 역치(threshold)라 하는데, 모든 근섬유는 역치 이상의 자극을 가하였을 경우 자극의 강도에 관계없이 동일 정도(최대)의 수축을 한다.

가) 등척성 수축

등척성 수축(isometric contraction) 또는 정적 수축이란, 근섬유 길이의 변화 없이, 즉 관절각의 변화 없이 장력(힘)이 발생하는 상태를 말한다. 예를 들어 양손으로 벽을 밀거나, 양손으로 무거운 상자를 운반하거나, 철봉에 턱을 걸고 매달린 상태를 유지하거나 역기를 들어 올린 상태를 유지할 때에는 등척성 수축을 하는 것이다.

나) 등장성 수축

등장성 수축(isotonic contraction)이란 근육에 가해지는 부하(저항)가 일정한 상태에서 근육의 길이가 짧아지는, 즉 관절각이 변화하면서 수축하는 운동을 말한다.

다) 등속성 수축

등속성 수축(isokinetic contraction)은 관절각이 동일한 속도로 운동하는 수축을 말한다. 즉, 등속성 수축시에 관절각은 정해진 속도($60^{\circ}\sim 300^{\circ}/\text{sec}$ 등)로 변화한다.

인간은 물이 없어도 며칠은 견딜 수 있지만 산소 없이는 단 몇 분도 살 수 없다. 따라서 생명유지와 신체활동을 위한 에너지를 얻기 위해서는 계속해서 코와 입을 통해 산소를 들이마셔야 한다. 그리고 노폐물인 이산화탄소는 호흡을 통하여 배출해야 한다.

3-1. 호흡기의 구조와 기능

호흡기는 기도, 폐포, 흉곽으로 구성되어 있다. 공기의 통로인 기도는 입 또는 코부터 시작되어 인두 → 후두 → 기관 → 기관지 → 세기관지 등 20회 이상의 분지를 거듭하여 포도송이와 같은 폐포를 이룬다. 폐포는 가장 작은 호흡기의 단위로 좌우의 폐에는 약 3억 개 이상이 있으며, 이들 폐포 주위에는 2000개 정도의 모세혈관이 둘러싸고 있어 가스 교환이 이루어진다.

3-2. 들숨과 날숨

폐포에서는 가스 교환이 이루어지려면 먼저 들숨에 의해서 공기가 체내로 들어와야 한다. 이를 위하여 인체는 횡격막과 외늑간근을 이용하여 폐 속의 압력을 낮게 하여 공기를 체내로 들어오게 한다. 이와 반대로 날숨은 폐 속의 압력을 높게 하여 대사과정에서 생긴 이산화탄소가 바깥으로 나가게 한다.

3-3. 외호흡과 내호흡

가스 교환을 위한 호흡은 외호흡과 내호흡으로 구분된다. 외호흡은 폐포 안에서 공기와 혈액 사이의 가스 교환 과정으로 폐포-모세혈관 막을 통한 교환이 이루어지기 때문에 폐호흡이라고도 한다. 내호흡은 혈액과 조직 세포 사이의 호흡으로 조직호흡이라고도 한다.

3-4. 폐 모세혈관에서의 가스 교환

만약 가스가 통과할 수 있는 막을 사이에 두고 양쪽의 압력이 같다면 가스는 평형을 이루고 움직이지 않을 것이다.

따라서 가스 교환이 이루어지려면 압력의 차이가 발생해야 한다. 가스의 이동은 압력이 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산되며, 이러한 기전에 의하여 폐 모세혈관에서 산소와 이산화탄소의 교환이 이루어진다.

심장과 혈관으로 이루어진 순환계는 산소뿐만 아니라 음식물을 통하여 섭취한 영양분을 근육세포로 운반하는 운반체 역할을 한다. 이렇게 운반된 산소와 영양분은 대사작용을 거쳐 몸에 필요한 에너지를 만드는데 이용된다.

4-1. 심장

가슴의 중앙에 위치한 심장은 크기가 자기 주먹만 하고 무게는 약 250~350g 정도로 흉곽에 의하여 안전하게 보호된다. 심장의 내부는 두 개씩의 심방과 심실로 이루어져 있다. 심방은 혈액을 받아들이고, 심실은 혈액을 내보낸다. 이러한 순환계는 혈액 흐름의 경로에 따라 폐순환과 체순환으로 구분된다. 심장의 우심실은 폐로 혈액을 뿜어내며, 좌심실은 폐를 제외한 신체 모든 부위로 혈액을 뿜어낸다. 따라서 목적지가 폐인 순환은 우심실 → 폐 → 좌심실의 순환 경로를 가지며, 목적지가 온몸인 체순환은 좌심실 → 온몸 → 우심방의 순환 경로를 가진다.

4-2. 혈관

인체의 혈관은 흔히 자동차가 다니는 도로나 물이 지나가는 배관에 비유되는데, 단단한 쇠로 된 배관과는 달리 혈관은 수축과 이완을 반복하는 역동적인 구조를 가진다. 이러한 혈관은 심장에서 나오는 동맥혈관과 들어가는 정맥혈관 그리고 직접 교환이 이루어지는 모세혈관으로 구분된다.

4-3. 혈액

혈액은 인체에 여러 세포와 조직 사이에 물질을 운반한다. 이러한 혈액의 양은 대략 체중 1kg당 79ml 정도로 남성이 평균 5~6L, 여성이 4~5L 정도 된다.

혈액의 주된 역할은 물질들의 운반이다. 따라서 혈액은 온몸을 순환하면서 모든 조직에 여러 가지 물질들을 공급한다. 구체적으로는 호흡 가스인 산소와 이산화탄소, 흡수된 영양분을 여러 세포로 운반한다. 또한 대사과정에서 생긴 노폐물을 신장으로 보내고 호르몬을 목적 기관에 운반하는 역할 등을 한다.

간은 물이 없어도 며칠은 견딜 수 있지만 산소 없이는 단 몇 분도 살 수 없다. 따라서 생명유지와 신체활동을 위한 에너지를 얻기 위해서는 계속해서 코와 입을 통해 산소를 들이마셔야 한다. 그리고 노폐물인 이산화탄소는 호흡을 통하여 배출해야 한다.

- 운동역학(運動力學, sports biomechanics)과 혼용하여 사용되고 있는 생체역학(生體力學, biomechanics)이라는 용어는 1970년대 후반부터 언급
- 우리말로는 두 용어 사이의 구분이 명확하지 않으나, 원어를 보면 생체역학 앞에 스포츠가 더 붙어있음을 알 수 있음
- 생체역학이란 모든 생물체의 운동에 물리학(物理學, physics)을 적용시켜 연구하는 분야
생물체를 뜻하는 Bio(生體)와 힘과 운동을 다루는 물리학의 한 분야인 Mechanics(力學)가 혼합된 용어
생체역학은 모든 생물체의 운동과 그 운동을 일으키는 힘을 다루는 학문 분야
- 생체역학에서 다룰 수 있는 대상이 너무 광범
인체의 운동, 그 중에서도 스포츠와 관련된 움직임을 전문적으로 다루는 분야를 한정하기 위하여 운동역학이라고 구분
- 생체역학이라는 용어가 사용되기 전에는 'Kinesiology'라는 용어로 사용
원래의 의미인 '인체기능학(人體技能學, body function studies)'에서 보다 광범위한 '운동과학(運動科學, exercise science)'의 의미로 발전
- 이와 더불어 체육(體育, physical education)은 1960~70년대 까지는 교육의 일부분이었지만, 그 후에는 스포츠과학(-科學, sport science)으로 급속도로 발전하면서 인체의 움직임을 과학적으로 연구해서 학문화하려는 움직임이 시작 됨

운동역학의 연구목적은 크게 동작의 효율적 수행을 통한 운동 기술의 향상, 동작 수행시 상해의 원인 규명 및 예방을 통한 안전성 향상, 그리고 위의 두 가지를 고려한 과학적인 스포츠 장비 개발에 있다고 할 수 있다. 이와 같은 연구의 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구내용은 다음과 같다.

2-1. 운동동작의 분석과 개발

운동역학적 지식이 가장 광범위하게 적용되는 분야가 운동 기술의 분석이다. 운동역학은 선수 개개인의 동작 분석이나 모델링을 통하여 현재 그 선수가 행하고 있는 동작이 적절하게 행해지고 있는가를 파악할 수 있게 해준다. 이러한 특징을 잘 나타내주는 예의 하나로 던지기 동작을 들 수 있다. 육상 경기에서 실시되는 던지기 종목은 크게 포환던지기, 창던지기, 원반던지기, 해머던지기 등이 있다. 이들 던지기는 던져지는 물체가 각각 다를 뿐만 아니라 최고의 퍼포먼스를 발휘하는데 사용되는 동작도 다르다. 이론적으로 볼 때, 투사각이 45° 일 때 투척물이 가장 멀리 날아가지만, 던지기가 지면과 일정한 높이에서 행해지는 경우에는 최적 투사각이 그보다 작게 된다. 또한 투사체가 날아가는 속도와 투사각의 변화에 따라서 투사거리에 영향을 미치기 때문에 이러한 요인들에 대해서도 잘 알아야 한다. 운동역학은 운동선수의 동작을 비디오나 고속 카메라를 이용하여 촬영한 후 분석함으로써 선수가 가지고 있는 동작의 역학적 특성을 알 수 있을 뿐만 아니라 동작 중에 발생하는 오류를 찾아낼 수도 있다. 지도자나 선수는 이러한 정보를 이용하여 경기에서 보다 나은 퍼포먼스를 발휘할 수 있도록 노력해야 한다.

2-2. 운동기구의 평가와 개발

운동기구를 개발할 때에는 대체로 운동수행능력의 증진과 선수의 상해 예방을 동시에 고려하게 된다. 야구 배트, 테니스 라켓, 탁구의 이질 라버의 개발 등은 주로 선수들의 경기력 향상에 목표를 둔 것이며, 미식축구 선수의 헬멧, 태권도 선수의 보호대, 라켓 볼 선수의 눈 보호 안경 등과 같은 보호기구의 개발은 경기력은 물론 상해 예방에 더 큰 비중을 둔 것이다. 운동기구의 개발이나 평가에 있어서 공학적 지식만을 적용하게 되면 장비를 운동선수가 현장에서 직접 사용할 때 불편을 초래하거나 동작 수행에 방해될 수도 있다. 이러한 점에서 운동선수, 지도자, 운동역학 전공자가 새롭게 개발된 기구나 장비에 대해 평가할 수 있는 기회를 갖는 것이 필요하다.

2-3. 측정 방법과 자료처리 기술의 개발

운동 기술의 개발이나 운동기구의 평가는 인체나 운동기구의 움직임을 정확하게 분석하지 않고서는 올바르게 할 수가 없다. 인체나 운동기구의 움직임을 바르게 분석하기 위해서는 이미 개발되어 있는 여러 가지 측정 장비를 운동선수가 적절히 응용할 수 있도록 하거나, 새로운 인체 측정 장비를 개발하여야 한다. 그리고 새롭게 개발된 측정 기구로부터 의미 있는 자료를 추출하기까지는 자료가 변화하는 과정을 여러 단계 거치게 되는데, 이때 적절한 조치를 취하지 않으면 원하지 않는 오류가 개입되어 최종 단계에서 얻어진 자료의 신뢰성을 크게 손상시킬 수 있다. 예를 들어 과거에는 인체 동작 분석과 관련된 대부분의 연구에 2차원 영상분석법이 사용되었으나 보다 정확한 자료의 필요성에 따라 3차원 영상분석법이 개발되어 적용되었다. 또한 3차원 영상분석법에서도 자료의 습득과 처리에 발생하는 오류의 크기를 최소화하고, 분석시간을 줄이기 위한 연구가 끊임없이 이루어지고 있는 실정이다. 또 다른 예는 달리기의 계시 방법이다. 달리기의 출발 신호와 계시를 모두 수동으로 사람이 처리할 때, 시간을 측정하는 사람이 화약연기를 보고 그에 반응하여 초시계를 작동시키면 그만큼 부정확한 시간이 측정되며 1/100초를 다투는 경기에서는 그 순위를 육안으로 파악하기가 거의 불가능하다. 따라서 요즘은 중요한 국내외 경기에서의 시간 측정을 전자 장비와 사진 판독으로 처리하는 것이 일반화되어 있다. 동역학의 연구목적은 크게 동작의 효율적 수행을 통한 운동 기술의 향상, 동작 수행시 상해의 원인 규명 및 예방을 통한 안전성 향상, 그리고 위의 두 가지를 고려한 과학적인 스포츠 장비 개발에 있다고 할 수 있다.

- 인체의 운동은 근골격계를 통해 이루어지므로 인체가 움직이는 원리를 올바르게 이해하기 위해서는 뼈, 관절, 근육 등 인체의 구조와 물리적 특성을 알아야 함
- 인체의 움직임을 정확하게 표현하기 위해서는 공통적인 용어를 사용하는 것이 바람직
- 운동을 일으키는 근육이나 골격 등의 기능과 역할 및 이들의 상호작용에 대한 이해를 통해서 운동의 기전을 보다 정확하게 이해하고자 하는 분야
- 해부학은 공부해 나가는 범위 및 대상에 따라 다시 몇 개의 하위 항목으로 분류
 - 맨눈으로 구조를 직접 관찰할 수 있는 범위 안의 구조물 내용을 체계화시킨 것을 육안해부학(肉眼解剖學, gross anatomy, macroscopic anatomy), 현미경 같은 광학기계를 통하여 관찰할 수 있는 범위에서 몸의 미세한 구조를 공부하는 해부학은 조직학(組織學, histology), 미세 해부학(microscopic anatomy)
- 해부학과 조직학은 모두 성장이 다 된 사람을 대상으로 하는 것
- 출생 이전의 발생 과정과 성장 과정을 공부하는 해부학은 별도로 태생학 또는 발생학 (發生學, embryology, developmental anatomy)

고대 그리스 문화가 한창일 때에도 인체의 해부가 금지되었기 때문에 인체 내부의 구조에 대한 지식은 매우 빈약하였으나 아리스토텔레스(Aristotle)가 동물을 해부하여 동물의 형태와 구조를 정리함으로써 해부학의 기초를 닦게 되었다.

최초의 인체 해부는 기원전 300년경 이집트의 알렉산드리아에서 헤로필로스(Herophilos, B.C 335 ~ 280)와 에라시스트라토스(Erasistratos, B.C 310 ~ 250)에 의해 시행되었다고 알려져 있다. 로마제국 시대에는 클라우디우스 갈레누스(Claudius Galenus, 130~201)가 주로 원숭이를 해부하여 얻은 지식을 기초로 한 해부학을 체계화하였고, 그의 해부학에 대한 이론은 16세기까지 서양의학을 지배하였다.

문예부흥시대에 이르러 인체 해부가 이루어지면서 해부학은 진보하기 시작하였고, 15세기에 레오나르도 다 빈치(Leonardo da Vinci)가 인체를 해부, 인체의 형태 및 내용들을 자세하게 묘사하여 정밀한 해부도를 많이 남겼다. 16세기에 근대 해부학은 근대 해부학의 아버지로 불리는 안드레아스 베살리우스(Andreas Vesalius)가 1543년 7권으로 된 획기적인 저서 "인체 해부에 대하여(*De humani fabrica libri septem*)"을 출간하면서 이전까지 해부학 이론을 이끌어 온 클라우디우스 갈레누스(Claudius Galenus)의 권위를 무너뜨리고 해부학의 면목을 일신하였다.

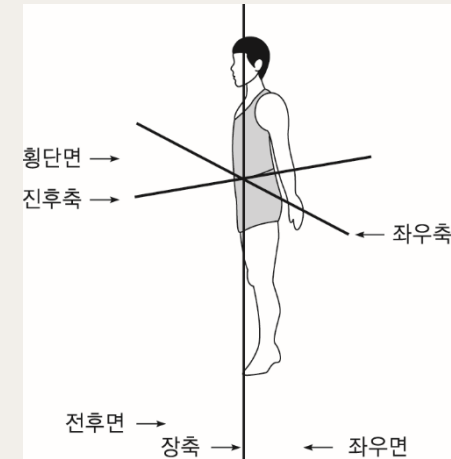
17세기에는 생리학의 아버지로 알려진 윌리엄 하비(William Harvey)가 혈액순환의 이론을 정립하였고, 그 당시 젠슨(Janson) 부자에 의해서 발명된 현미경은 생물체의 구조를 연구하는데 많은 도움을 주었다. 18세기에 들어와서는 조반니 바티스타 모르가니(Giovanni Battista Morgagni)가 병리해부학을, 윌프(Wolff, 1733~1794)가 근대발생학을, 마리 프랑수와 사비에르 비샤(Marie François Xavier Bichat)가 조직학을, 조르주 레오폴드 퀴비에(Georges Léopold Cuvier), 오웬(Owen) 등이 비교해부학을 체계화시키는데 공헌하였다.

19세기에 접어들면서 인체의 구조를 자세히 관찰할 수 있는 현미해부학의 발달은 생물체의 개체 발생 과정과 진화론 등을 연구하는 계통 발생학을 이끌었고 20세기에 이르러서는 생명의 기원에 대해서 관심을 가지고 유전학 및 생화학 분야에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다.

해부학적 자세(anatomical position)는 인체의 위치, 자세, 움직임 또는 구조를 쉽게 기술하고 설명할 때 필요한 기준 자세이다. 바르게 선 자세에서 정면을 바라보고 양팔을 몸통 양 옆으로 늘어뜨린 채 손바닥이 전방을 향하게 하는 자세이다.

해부학적 자세를 기준으로 세 개의 운동축과 세 개의 운동면을 설정하여 인체 동작을 표현한다.

운동축에서 전후축(anteroposterior axis, sagittal axis)은 인체를 전후로 통과하는 축으로 좌우면과 직교한다. 좌우축(mediolateral axis, transverse axis)은 인체를 좌우로 통과하면서 전후면과 직교하며, 좌우면과 수평면이 공유하는 축이다. 장축(longitudinal axis, vertical axis)은 인체를 상하로 통과하면서 수평면과 직교하며, 전후면과 좌우면이 공유하는 축이다.



인체의 운동면에서 전후면(sagittal plane)은 해부학적 자세에서 인체를 전후로 통과하여 좌우로 나누는 평면을 말한다.

이 면에서 좌우축을 중심으로 일어나는 운동은 분절운동으로는 굴곡과 신전이 있으며, 걷기, 달리기, 앞·뒤구르기 등이 대표적인 동작이다.

좌우면(frontal plane)은 해부학적 자세를 기준으로 인체의 측면을 통과하여 전후로 나누는 평면을 말한다. 이 면에서 전후축을 중심으로 일어나는 운동으로는 내전과 외전이 있으며 손 짚고 옆돌기, 허리 옆으로 굽히기, 다리 옆으로 벌리기 등이 대표적인 동작이다. 수평면(transverse plane)은 인체를 상하로 나누는 가상의 면을 말하며, 장축을 중심으로 이 면에서 일어나는 분절운동으로는 회내와 회외가 있으며, 대표적인 운동으로는 몸통비틀기, 좌우로 머리 돌리기, 상완골의 내외측회전 등이 있다.

- 운동제어(運動控制, motor control)는 인간 움직임의 특성과 그 움직임이 어떻게 조절되는지를 연구하는 학문 분야
 - 성공적인 운동수행의 주요 요인으로 신체적인 동작뿐만 아니라 지각 및 인지 요인이 강조됨
특히 지각은 인간이 발현하는 동작과 필수적인 상호 관계를 갖음
때문에 운동제어 분야에서는 특정한 목적이나 의도를 성취하기 위하여 조직된 지각과 동작시스템을 모두 포함이 필요
 - 운동학습(運動學習, motor learning)은 이론적 관점에 따라 다양하게 정의될 수 있으며 여러 가지 공통적인 특징을 지님
운동학습의 개념을 보다 명확하게 이해하기 위해서는 운동학습과 운동수행의 차이와 운동학습의 일반적인 원리에 대한 이해가 필요
 - 운동학습은 운동 과제를 반복적으로 수행함에 따라 나타나는 일반적인 능력의 변화
이러한 운동학습은 운동이 이루어지는 제어적 관점에 따라 다양한 개념적 차이가 존재
- 정보처리 관점에서는 운동학습을 주어진 운동 과제를 수행하는 데에 필요한 적절한 운동프로그램을 형성하여 기억 체계에 도식화하고, 운동 기술의 수행을 향상시키기 위하여 보다 효율적인 도식으로 재구성해 가는 과정이라고 보고 있다. 슈미트(Schmidt, 2000) 등은 이러한 운동학습을 운동 과제를 수행하는 데에 필요한 개인의 능력을 결정하는 내적인 과정의 변화라고 정의하였다.

- 반면에 다이나믹 시스템 이론에서는 운동학습을 주어진 운동 과제를 수행하기 위한 가장 효율적인 협응 구조를 형성하고, 환경과 주어진 과제의 특성적 변화에 대하여 적절하게 대처할 수 있는 적응성을 향상시키는 과정이라고 정의하고 있다. 그리고 생태학적 관점에서는 뉴웰(Newell, 1991)이 정의한 바와 같이, 연습이나 경험을 통하여 지각-운동 활동 영역(perceptual-motor workspace) 내에서 과제와 환경적 요구에 일치하도록 지각과 동작 간의 협응을 향상시키는 과정이라고 보고 있다.
- 공통적으로 적용되는 세 가지의 특성(Magill, 1993, 1998; Schmidt, 1991).
 - 첫째, 운동학습은 숙련된 운동수행을 위한 개인 능력의 비교적 영구적인 변화를 유도하는 일련의 내적 과정이다. 이러한 특징은 신경학적인 기전에서의 변화와 관련이 있으며, 이러한 중추신경계의 변화는 신경통로의 구조적인 변화와 신경 자체의 기능적인 변화를 포함한다. 실제로 많은 연구들이 학습에 따른 중추신경계의 형태학적(morphological) 변화와 관련된 연구 결과를 제시하고 있다.
 - 두 번째 특성은 운동학습 과정 그 자체를 쉽게 관찰할 수 없다는 것이다. 즉, 학습이 일어나는 현상을 외부적으로 관찰할 수 없기 때문에 실제로 학습에 대한 평가는 학습자의 수행을 반복적으로 관찰함으로써 유추할 수밖에 없다. 따라서 보다 타당성 있는 학습의 평가 방법을 계획하고 실천하는 것이 무엇보다도 중요하다.
 - 세 번째 운동학습은 반드시 연습이나 경험에 의해서 나타나는 현상을 말하며, 성숙이나 동기 또는 훈련에 의한 변화는 포함되지 않는다.
예를 들어 어린아이들은 나이가 들어감에 따라서 그들의 운동 수행력이 일반적으로 향상되며, 근력을 향상시키는 훈련을 받게 되면 근력이 필요한 특정한 운동 기술 수행력이 향상되기 마련이다. 그러나 이와 같은 성숙이나 훈련에 의한 수행력의 변화는 일시적으로 발생하는 경우가 대부분이다.
즉 훈련에 의해서 향상된 근력은 훈련을 그만두게 되면 곧 훈련하기 이전 상태로 다시 되돌아가게 된다. 따라서 이러한 일시적인 수행의 향상은 학습이라고 볼 수 없다.
- 운동학습은 개인적 특성을 바탕으로 연습이나 경험을 통하여 과제와 환경적 변화에 부합하는 가장 효율적인 협응 동작을 형성시켜 나가는 과정이라고 정의할 수 있다.

2-1. 운동제어에 대한 감각적 기여

폐쇄 회로 체계는 정확성 참조에 대비한 피드백의 처리, 오류의 결정, 그리고 이어지는 수정을 포함한다. 폐쇄 회로 체계로 공급되는 피드백을 위한 수용기에는 눈, 귀, 전정기관뿐만 아니라 골지건기관, 근방추, 관절 수용기, 그리고 피부의 다양한 부위에 있는 촉각 수용기들이 있다. 이러한 모든 정보원들은 중추신경계로 입력을 제공하며, 그러한 정보는 동작의 분석 목적을 위해 통합되는 것으로 보인다.

시각은 폐쇄 회로 제어를 위한 가장 풍부한 정보를 제공하고 시각은 다양한 방식으로 이용될 수 있으며, 동작의 오류뿐만 아니라 발생 가능한 오류를 예측하고 피할 수 있도록 예측정보까지 제공한다. 폐쇄 회로 제어 모형은 매우 느리거나 매우 높은 정확성 요구를 지닌 동작을 설명하는데 가장 큰 장점을 지닌 것으로 보인다.

추적 과제는 폐쇄 회로 과정과 가장 명백히 관련된다. 하지만 그러한 모형은 매우 신속한 동작에서 관찰되는 수정의 종류를 설명하는데 어려움을 지니며, 그러한 사실은 근본적으로 다른 두 가지 유형의 동작들, 즉 느린 동작과 빠른 동작이 존재한다는 것을 시사한다. 그렇지만 사지 동작의 반사적 폐쇄 회로 제어에 대한 강력한 증거도 존재한다. 그러한 연구들의 대부분은 근방추와 감마 회로의 개입을 제외하지만, 다른 수용기들도 마찬가지로 포함된다. 반사적 수정은 단일 연접 신장반사(잠복기: 30 ~ 50ms), 장기회로 또는 초피질성 신장반사(잠복기: 50 ~ 80ms), 유발반응(잠복기: 80 ~ 120ms), 그리고 RT(잠복기: 120~180ms 또는 그 이상)로 분류될 수 있다. 피드포워드 제어 모형은 제어체계에 하여금 투입될 감각정보 또는 전달될 운동 명령에 대해 '준비할 수 있도록' 제어체계의 다른 부분으로 정보를 전달하는 과정을 포함한다. 따라서 피드포워드 정보는 흔히 오류에 대한 예측에서 발생하는 오류의 탐지와 수정에서 중요한 역할을 수행한다.

2-2. 운동제어에 대한 중추적 기여

제임스(James, 1890)가 제의한 반응-연쇄 가설은 운동제어에 대한 첫 번째 개방회로이론이다.

이 이론에서는 동작 순서에 있는 각 활동이 바로 직전의 활동으로부터 입수되는 동작-생성된 피드백에 의해 개시된다는 입장을 취한다. 다양한 구심성 차단 조건하에서 동작 수행 시 피드백이 지닌 역할을 검토한 연구들은 움직이는 사지로부터의 감각이 비록 많은 활동들의 유연한 제어에는 기여하지만 운동수행을 위해 필수적인 것은 아님을 보여주는 경향이 있다. 따라서 동작 순서의 제어를 위해서는 반응하는 사지로부터의 피드백이 요구된다고 진술하는 반응-연쇄 가설은 정확하다고 볼 수 없다. 운동제어를 연구하는 학자들은 동작이 운동계획에 의해 제어된다고 믿을 만한 세 가지의 이유들을 지닌다. 정보처리단계들의 느린 속도, 동작을 미리 계획하는 데 대한 증거, 그리고 구심성 통로가 차단된 동물이나 인간이 약간의 기능저하만을 보일 수 있다는 발견, 이와 같은 사실들이 동작의 수행 시에 피드백이 이용되지 않는다는 것을 의미하지는 않는다. 피드백은 동작의 개시 전에는 사지의 초기 위치에 대한 정보로서 또는 척수 기관을 조정하는 데 이용되고, 동작 중에는 오류의 발생 여부를 파악하기 위해 '감시되거나', 동작을 반사적으로 조절하는 데 직접 이용되며, 동작의 종료 후에는 반응의 성공 여부를 결정하는 데 이용됨과 동시에 운동학습에 기여한다. 일반화된 운동계획은 동작이 수행되는 방식을 명시하기 위해 변수들을 필요로 한다. 그러한 변수들에는 동작의 전체 기간, 수축의 전체 힘, 그리고 동작을 수행하는 데 이용되는 근육(또는 사지) 등이 포함된다. 그와 같은 모형에서는, 서로 다른 많은 동작들이 동일한 계획에 의해 수행될 수 있으며 이전에 이용된 적이 없는 변수들의 선택을 통해 생소한 동작들이 생성될 수 있다.

3-1. 연습의 조건

사람들은 운동 기술을 몸으로 연습하기 전에 상당한 양의 학습을 할 수 있다. 이런 많은 학습은 학습자가 해야 할 것을 이해하려는 것이다. 연습을 하기 전에 감각을 통하여 정보를 제시하는 것은 일반적으로 말로 제시하는 것보다 더 효과적인 것처럼 보이지만 학습자가 문제 해결을 촉진시키는 정보처리 활동을 하는 방법은 연습 이전에 보강적인 정보를 이용하면 유리하다.

연습의 구조는 학습에 아주 중요한 영향을 미친다. 분산 연습은 집중 연습보다 이런 효과가 연속적인 과제의 학습에 특수하게 작용하는 것처럼 보일지라도, 수행과 학습을 촉진시킨다. 과제의 조건이 연습마다 미묘하게 변화된 연습 순서는 어른의 경우 고정 연습 조건보다 약간 더 효과적이고, 어린이들인 경우에는 훨씬 더 효과적이다.

무선적인 연습의 순서가 분산 연습에 비해 수행이 더 저조하나, 파지와 전이를 촉진한다. 정신 연습은 과제를 신체적으로 연습하는 것보다는 효과적이지 않을지라도, 신체 연습을 할 수 없을 때 학습을 촉진한다. 과제를 나누어서 요소별로 연습을 할 것인가, 그렇지 않으면 한 번에 과제 전체를 연습할 것인가는 주로 과제의 특성에 의해 결정된다. 만일 부분을 연습하는 것이 과제 자체를 변경하는 것을 의미한다면, 전체 연습이 더 효과적이다. 그리고 안내가 어떤 상황에서 유용한 보조수단이 될 수 있으나, 역시 이 방법을 지나치게 사용하는 것은 학습을 저해할 수도 있다.

3-2. 보강적 피드백

수행자와 환경 간의 상호작용 속에서 제공되는 정보가 새로운 협응 형태를 형성하여 운동 기술을 습득하는 데에 효과적으로 활용된다. 그러나 모든 상황에서 이러한 정보가 반드시 긍정적인 학습 결과를 유도하는 것은 아니다. 다시 말해서 수행자가 수많은 정보 중에서 운동수행에 반드시 필요한 정보가 무엇인지를 알지 못하거나 수행에 필요하다고 판단한 정보가 잘못된 운동수행을 일으켰다면 오히려 학습에 부정적인 영향을 주게 된다. 이러한 상황에서 피드백의 역할이 매우 중요하게 작용한다. 즉, 수행자가 인식하지 못하는 유용한 정보를 제공하고, 수행자가 잘못 인식하고 있는 정보를 올바르게 이끌어 준다는 측면에서 피드백 정보는 학습자의 운동 기술 수행과 학습과정에서 필수적인 요소로 간주된다. 운동학습에서 피드백이란 목표 상태와 수행 간의 차이에 대한 정보가 되돌려서 수행자에게 동작 그 자체, 또는 운동수행의 결과나 평가에 대한 정보를 제공하는 것을 말한다. 즉, 피드백은 운동 기술을 수행하는 과정에서 나타나는 오류를 탐지하고 수행하고자 하는 운동행동의 체계를 형성하는 데 필요한 정보뿐만 아니라 운동 동작이 끝난 후에 동작의 정확성 여부를 판단하기 위한 정보를 제공한다.

일반적으로 피드백은 학습자 내부의 감각 시스템으로부터 제공되는 감각 피드백(sensory feedback)과 학습자의 외부로부터 제공되는 보강 피드백(agmented feedback)으로 구분할 수 있다. 보강 피드백은 학습자가 수행하면서 스스로 감지하여 받아들일 수 있는 자연스런 정보가 아닌, 교사나 코치, 또는 동료들에 의해 제공되거나 영상매체 등을 통해 외부로부터 제공되는 정보를 의미한다. 이러한 보강 피드백은 학습자의 내부에서 제공되는 감각 피드백의 정보에 보충적으로 사용되는데, 세 가지의 중요한 특징을 지닌다. 첫째, 보강 피드백은 언어·비언어의 형태로 제공된다. 둘째, 움직임이 진행되는 동안이나 완료된 후에 제공된다. 마지막으로, 보강 피드백은 움직임의 결과나 움직임의 유형 자체에 대한 정보를 제공한다. 이러한 피드백은 학습자들에게 다양한 형태로 제공될 수 있다. 즉, 학습자 스스로가 피드백 정보를 직접 얻을 수도 있으며 교사나 코치들에 의해 피드백 정보를 제공받을 수도 있다. 그러나 운동학습이 효율적으로 이루어지기 위해서는 학습자 스스로가 정보를 획득하여 운동수행에 활용하는 것이 중요하다. 또한 운동학습 초기 단계에서는 외부로부터 받는 피드백 정보가 운동 기술 학습에 매우 효과적이라는 것이 일반적이다.

- 체육측정평가(體育測定評價, measurement and evaluation of physical education)는 체육과 스포츠 혹은 운동과학(運動科學, sports science)에서 이루어지는 교육과 연구에서 필수적인 학문
- 체육이 신체활동을 통하여 이루어지는 교육의 한 영역으로 간주할 때 학교 체육이나 사회체육 현장에서 측정평가는 교육목표 달성을 평가하기 위하여 어떤 형태로건 존재하는 실재이며, 체육학(體育學, physical education) 발전의 근간이 되는 연구에서 과학적 연구방법에 관한 학문인 연구법이 방법론적 관점에서 측정평가나 통계학 등과 무관하지 않다는 점에서도 체육측정평가의 본질적 가치를 찾을 수 있음
- 측정과 평가(measurement and evaluation)는 서로 밀접하게 관련된 과정
측정은 검사를 통하여 점수를 획득하는 과정이고 평가는 점수를 근거로 의사결정을 하는 것
따라서 평가는 측정을 포함하는 개념으로 해석됨



- 측정(measurement)은 관심의 대상이 어떤 사건이나 현상 혹은 속성이나 능력에 일정한 규칙에 따라 숫자를 부여하는 전반적인 과정
- 이러한 과정은 개인의 속성이나 사건 등으로 표현되는 측정의 대상, 질적 혹은 양적인 점수 부여의 수량화 과정 및 규칙이라는 세 가지 요인으로 요약 가능
 - 측정에 앞서 무엇보다도 먼저 측정하고자 하는 대상에 대한 명확한 조작적 정의(operational definition)가 이루어져야 한다.
 - 다음으로 측정도구를 선정하고 측정 과정의 전반적인 표준화 작업이 이루어져야 한다.
 - 이는 표준화된 검사 도구와 과정을 통하여 얻어진 측정치만이 어떤 속성이나 능력의 정도를 나타내는 신뢰도 높고 타당한 지수로 사용될 수 있기 때문이다.
- 체육측정의 연역은 검사 대상의 특징에 따라 측정 대상이 구체적인 개념일 때의 직접 측정과 측정대상이 추상적인 개념일 때의 간접측정으로 구분
 - 체육의 직접 측정은 양(量)의 정도로 표현될 수 있는 신장이나 체중 등의 체격적 측면과 관련된 측정이고,
 - 간접측정은 성격이나 태도, 마음가짐처럼 질(質)의 정도를 나타내는 정신적, 심리적 측면과 관련된 측정이라 할 수 있다.
- 측정은 측정자의 주관에 따라 측정의 결과가 다를 수 있는 주관적인 측정과 같은 검사 도구를 사용하여 유사한 결과를 얻게 되는 객관적인 측정으로 양분될 수 있음. 측정도구의 종류에 따라서 필기, 실기, 그리고 구두 검사로 구분될 수 있음

- 평가(evaluation)의 의미는 가치의 평가 혹은 가치의 판단(judgement)이라 할 수 있음
- 체육 현장에서 평가는 교육목표에 따른 학습효과의 정도나 교육과정의 장단점을 파악하는 일련의 과정
- 체육 연구에서는 연구과정이나 결과의 해석 등이 얼마나 논리적으로 이루어졌으며 연구결과의 일반화 정도를 알아보는 연구의 내적·외적 신뢰도의 문제로 볼 수 있음
- 평가는 측정 결과에 근거한 의사결정과정으로 요약할 수 있음(Gronlund, 1981).
 - 정해진 목표가 어느 정도 실현 되었는지 알아보는 가치판단의 근거는 일반적으로 측정의 결과 즉 자료에 근거하므로 측정과 평가는 불가분의 관계이다.
평가의 전반적인 과정은 평가하고자 하는 대상을 규명하는 것이다.
 - 가장 적절한 평가 방법의 선택과 여러 평가방법의 이해 그리고 선택된 평가 방법의 장단점 파악과 평가 결과의 효율적 이용으로 요약할 수 있다.
대상의 규명은 측정의 정의에서 설명되었던 측정 대상의 정의와 무관하지 않으며 평가 방법도 측정 방법을 포함하는 보다 포괄적인 의미로 해석된다.

- 트레이닝(traning)이라는 어원은 훈련, 연습, 단련이라는 뜻으로 스포츠 경기 분야 뿐만아니라 최근에는 일상생활 용어로도 사용
- 어원적으로 방법론적으로 광범위하게 활용되고 있는데, 스포츠에서 트레이닝은 체력 및 경기 수행능력의 강화 훈련이라고 하는 공통 개념을 포함
- 스톤하우스(A. H. Steinhaus, 1963)는 트레이닝에는 에너지적인 측면의 체력 향상 프로그램만을 포함시켜야 한다고 주장
체력 강화 훈련은 가변적인데 반해 스포츠 기술은 반영구적이기 때문에 전자는 트레이닝(traning), 후자는 연습(practice)으로 구별된다고 주장
- 반면, 이카이(M. Ikai, 1961)는 트레이닝에는 “에너지적인 측면의 체력 강화 훈련만이 아니라 기술 향상 프로그램도 포함시켜야 한다”고 하면서, 스포츠 기술에 관계되는 체력 요소를 조정력으로 묶어 생체공학적 입장에서 전자를 에너지적 체력, 후자를 인간 두뇌공학적 체력이라고 제안
- 트레이닝을 넓게 해석하면 기술 향상을 위한 연습도 포함되지만 체력 트레이닝과는 별도로 사용할 필요가 있음
트레이닝을 연습과 구별했을 때의 양자 차이를 이해하는 방법으로서
근력 향상을 위한 트레이닝을 진행 중에는 점점 그 효과가 높아지지만 트레이닝을 중단하게 되면 다시 트레이닝 전의 상태로 되돌아감
그러나 연습에서는 그 효과가 단계적으로 상승하여 연습을 그만두더라도 그 효과는 쉽게 떨어지지 않는데,
예를 들면 자전거나 스케이팅을 한번 익혀두면 그 후 얼마간 운동을 하지 않더라도 잊어버리지 않는 것과 같음
- 트레이닝은 운동의 종류와 관계없이 근세포나 기관 세포 비대에 의한 에너지양의 증가 효과이며, 연습은 주로 신경계통에 의해서 획득되는 기능 형성 과정
- 트레이닝이란 신체의 계획적인 강화 훈련을 통하여 체력과 기술을 포함한 모든 운동능력을 향상시키기 위한 과정
또는 합리적이고 계획적인 운동 자극에 대한 생체기능의 적응 능력을 이용하여 인간행동을 가능한 한도까지 발달시키고자 하는 과정

- 운동처방(運動處方, exercise prescription)이란 개인의 바람직한 체력 획득을 목표 함
- 사람의 현재 체력에 맞게 적절한 운동의 질과 양을 결정하는 것
즉 운동의 질과 양 그리고 실천방법을 가미해서 배합하는 행위를 의미
- 어떤 목적을 위해서 운동을 하려고 할 때, 그 목적을 수행하는 데 가장 적합하도록 운동의 내용을 결정하는 것

1. 운동 상해의 발생 원인

운동 상해는 준비운동의 부족, 지나친 훈련, 유연성 결핍, 잘못된 훈련법, 주의산만, 체격 상의 문제, 근력의 불균형, 반칙행위와 난폭 행위 등의 결함 등에 의해 발생한다. 운동 상해의 형태는 경기 중에 예측할 수 없는 상황이 많기 때문에 아주 다양하게 나타난다. 운동 상해는 근육과 관절 등 운동과 관련된 부위에서 주로 발생하지만 심한 경우에는 신경계나 내장기관에도 손상을 가져온다. 운동의 종목에 따라 동작의 특징이나 접촉 정도가 다르기 때문에 운동 상해의 종류도 다르게 나타난다. 운동 상해는 그 발생 양상에 따라 돌발적인 사고에 의해서 발생하기도 하고, 특정 근육이나 관절을 지나치게 많이 사용하여 발생하기도 한다. 사고에 의한 상해는 축구, 농구, 핸드볼 등과 같은 충돌이 잦은 운동이나 등산, 스키, 체조 등과 같은 추락 사고가 많은 운동에서 주로 발생하며 골절, 탈골, 염좌, 좌상 등이 있다. 과사용에 의한 상해는 운동강도나 운동량이 체력에 비해 지나치게 많은 경우에 잘 발생하고, 여기에는 건염, 근염, 관절염, 피로골절 등이 있다. 운동 상해를 일으키는 요인에는 내인적 요인과 외인적 요인이 있다. 내인적 요인이란 운동하는 사람 자신에 관련된 것으로 연령, 성별, 체력, 체격, 건강 상태 등이 있다. 이 중에서도 가장 중요한 원인이 되는 것이 근력과 유연성 등의 체력 요인이다. 즉 근력이 너무 약하거나, 좌·우 또는 전·후 근육 간의 근력이 균형을 이루지 못할 때, 그리고 관절의 운동 범위 즉 유연성이 나쁠 때 상해가 잘 발생하게 된다. 예를 들어 운동 상해 가운데 가장 흔한 허리 염좌는 대부분 배 근육의 힘이 약하거나 등 근육의 유연성이 부족할 때 잘 생기며, 무릎에 통증을 유발하는 슬개건염은 넓다리근이 약할 때, 아킬레스건의 통증이나 파열은 아킬레스건의 유연성이 부족할 때 잘 생긴다. 반면 외인적 요인이란 운동하는 사람 자신의 문제가 아닌 운동이나 장비, 시설 등 환경에 관련된 것들이다. 여기에는 운동 요인으로서 운동의 강도, 빈도, 지속시간 등이 포함되며 운동의 충격 정도, 동작의 안정성 등도 있다. 운동의 빈도를 예로 들면 운동을 매일 하는 경우에는 운동으로 인한 건강증진 효과보다는 과도한 운동으로 인한 상해 발생률이 높고 과로의 축적으로 인한 건강장애 등이 더 크기 때문에 오히려 건강에 나쁘다고 할 수 있다. 운동 상해의 발생 원인에 대한 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

가) 지나친 훈련

운동 상해의 가장 많은 원인은 신체조건이나 컨디션이 정상이 아닐 때 훈련을 지나치게 많이 하는 데 있다. 그러므로 훈련에만 너무 치우쳐 자신의 몸에서 나타나는 경고 증세를 무시해서는 안 된다. 지나친 훈련으로 체내에서 발현되는 가장 중요한 초기 경고 증세는 골격계통의 통증이다. 이 경고 증세는 적당한 휴식과 간단한 치료 또는 원인 제거로써 소멸될 수 있다. 그러나 이러한 초기의 경미한 상해가 지나친 훈련으로 발생되었는데도 계속해서 더 많은 훈련을 함으로써 스트레스를 가하면 더 큰 상해로 발전하게 되고, 치료시간도 더 필요하고 치료 후의 기능 감소도 감수해야 할 경우가 생긴다. 이러한 상태를 과훈련 또는 과사용증후군 (overtraining, overuse syndrome)이라 일컫는다.

나) 잘못된 훈련

좋지 않은 훈련법은 대부분 지도자에게 그 책임이 있다. 나쁜 훈련 방법으로는 운동량을 너무 빨리 증가시키고 운동의 강도를 급격히 올리는 식의 훈련 방법이 지적되는데, 일주일에 10% 이상의 운동량 또는 강도의 증가는 매우 위험한 것이다. 그리고 새로운 훈련법이 아무리 훌륭해도 적용시킬 때에는 서서히 시도하여야 한다. 너무 갑자기 적용하거나 훈련법에 급격히 변화를 주면 스포츠상해 발생의 중요한 원인이 된다.

다) 체격 상의 문제점

체격조건에 맞지 않은 운동을 계속하면 골격의 어느 한 부위에 스트레스가 집중되어 쉽게 상해가 일어난다. 예를 들어 발바닥 아치가 너무 높거나 편평족인 경우 척추변형 등 비정상적 체격조건을 가진 사람이 있다. 만일 편평족이 있는 선수가 달리기 등 체중 부하 운동을 계속하면 발뼈의 스트레스 골절이 쉽게 일어날 수 있고, 그 외 발관절, 무릎관절, 허리까지도 충격요인이 전달되어 내적 상해의 원인이 되기도 한다. 체격조건에 맞는 운동 종목을 선택하고 운동강도를 조절하는 것은 상해예방에서 매우 중요하다.

라) 유연성의 결핍

유연성이 없는 상태에서 행해지는 과격한 운동은 부상과 직결된다. 특히 근육, 인대 등은 운동 후 휴식 중에도 운동으로 인한 노폐물과 피로로 인하여 경직된다. 따라서 운동을 계속하는 선수는 휴식 후 운동을 하기 전에 반드시 충분한 스트레칭을 실시하여야 한다.

마) 근력의 불균형

한 관절을 움직이는 데는 두 가지 이상의 근육군이 관여하고 있다. 굴곡근이 있으면 신전근이 있고 내전근이 있으면 외전근이 있다. 이 두 근육군 간의 근력 차이가 클수록 약한 근육군에 상해발생의 위험이 높아진다. 또 좌·우 근육 간의 근력 차이가 클 때에도 마찬가지다. 따라서 근력 강화 운동은 주동근, 길항근 모두 균등하게 하여야 한다.

바) 기술 부족과 훈련 부족

모든 종류의 운동은 종목마다 특색있는 전문적인 기술이 있으며, 이 기술을 습득하려면 장기간의 훈련이 필요하게 된다. 이러한 훈련과 기술이 미숙할 때 상해가 발생하기 쉽다.

사) 과도한 긴장

흔히 경기를 앞두고 꼭 이겨야 한다는 책임감 또는 기록을 경신해야겠다는 의무감에 사로잡혀 너무 긴장하면 근육의 긴장을 초래하게 된다. 경기를 할 때 선수들이 평소의 실력을 발휘하지 못하고 실수하거나 다치는 경우가 그러하다. 또한 탈진하거나 땀 생각이 교차되어 주의가 산만해지면 갑작스런 외력에 적절하게 대응하지 못하여 상해를 입게 된다.

2. 운동 상해의 응급처치

운동 상해의 일반적인 증상에는 부종, 통증, 압통, 출혈 등이 있다. 상해가 심하거나 골절, 탈골, 상처의 출혈 상태나 증상이 심한 경우 등은 즉시 병원으로 가서 치료를 받아야 하지만, 그 밖의 가벼운 염좌, 건염, 근염, 좌상 등은 초기에 응급처치를 잘하는 것이 중요하다. 정도가 경미하면 적절한 응급조치를 취함으로써 증상이 상해가 더 악화되는 것을 막을 수 있고 치료기간을 단축시키거나 치유 경과를 좋게 할 수도 있다. 운동과 연관된 상해를 초기에 치료하는 목적은 통증을 감소시키고, 치유를 더디게 할 수 있는 종창과 과도한 염증을 억제하며, 상해의 악화를 예방하기 위한 것이다. 급성 상해 시의 이러한 목적들은 휴식, 얼음찜질, 압박, 상처 부위의 거상(높임)이 거의 동시에 이루어지면 좋다.

연부 조직에 상해가 있는 경우 출혈이 있다면 처음에는 지혈을 해야 하는데, 출혈은 통증이나 종창(부어오름) 혹은 파열을 초래하기 때문에 상처가 난 후 바로 지혈을 실시하도록 한다. 출혈을 포함하는 대부분의 문제들은 쉽게 처리할 수 있다. 그 다음 신속한 냉각 요법, 압박붕대의 사용, 상해 부위의 환부 높임, 그리고 휴식 등에 의해 출혈의 양을 줄여야 한다.

일반적으로 운동 상해의 초기에는 다친 부위를 움직이지 말고(안정), 얼음찜질을 해 주고(냉각), 탄력붕대 등으로 가볍게 감아주고(압박), 다친 부위를 심장보다 높게 올려 주도록(거상) 한다. 운동 상해의 이 4가지 초기 치료요법은 영어의 첫 글자를 따서 RICE 요법이라 한다.

가) 안정(rest)

안정은 운동을 중지한 채 상해 부위의 안정상태를 유지하는 것이다. 안정을 취하면 더 이상의 상해 진행과 염증 악화를 예방할 수 있다. 실제로는 부목, 테이핑, 탄성 붕대 등을 사용하여 상해 부위를 고정시킨다. 긴급한 경우에는 골판지나 판자도 부목으로 대용할 수 있다. 운동선수는 국소의 안정이 유지되면, 다른 부위의 트레이닝은 가능하다.

나) 냉각(ice)

냉각 요법으로 혈관을 수축시켜 부상 부위의 혈류량을 감소시키고 출혈이나 종창을 억제한다. 이로써 동통도 억제된다. 얼음(얼음주머니에 넣은 것) 또는 얼음팩을 사용하여, 피부에 직접 대지 말고 탄성 붕대나 타월을 사이에 두어 간접적으로 냉각한다. 1회의 냉각 시간은 약 20분으로, 피부감각이 없어질 때까지 냉각한다. 피부감각이 회복되면 냉각을 반복한다. 간격은 약 1시간이 기준이다. 수면시간을 빼고 24~48시간 동안 이것을 반복한다. 냉각을 할 때에는 동상을 일으키지 않도록 주의해야 한다. 특히 피부의 바로 아래에 신경이 주행하고 있는 팔꿈치(자신경) 등에서는 더 주의해야 한다.

다) 압박(compression)

압박은 조직 사이로 혈장단백질이 누출되어 일어난 종창이나 내출혈을 억제하기 위해 부상 부위에 적절한 압박을 주는 것이 효과적이다. 압박에는 탄성 붕대가 사용된다. 팔다리의 경우에 한 바퀴 돌아 강하게 압박하면 순환장애를 일으킬 수 있으므로 주의해야 한다.

라) 거상(elevation)

거상은 상해 부위를 높게 들어올려 내출혈을 경감시키는 것이다. 중력에 의한 조직간액의 드레인리지(drainage)나 림프액과 정맥의 환류촉진에 의해 종창이 억제되고, 종창의 개선도 촉진된다. 심장보다 높이 두면 더욱 효과적이다. 급성기 이후에도 종창 부위를 거상하는 것이 효과가 있다.

영양소는 생명을 유지하는데 필수불가결하며, 제지방 체중을 구성하는데 기여하고, 새로운 조직의 합성, 골격구조의 최적화, 손상된 세포의 치유, 산소 운반과 사용의 최적화, 최적의 수분과 전해질 균형의 유지와 같이 모든 생체내의 대사에 관련성이 있다. 다시 말하면 영양소가 결핍된 상황에서는 신체의 구조적, 기능적인 장애가 올 수 있다는 것을 의미한다. 세계보건기구(WHO)의 정의에 따르면 '생명이 있는 유기체가 생명의 유지, 성장, 발육, 조직의 정상적 기능의 영위나 에너지 생산을 위해서 식품을 이용하는 과정'이라고 정의하고 있다. 건강한 삶을 영위해 가는데 가장 중요한 것은 균형잡힌 영양소의 섭취라고 할 수 있다.

영양소는 신체활동의 기본 구조를 가지고 있으며, 식품에 포함되어 있는 에너지를 이용하여 생물학적인 에너지를 공급받게 된다. 다시 말하면, 식품에 포함되어 있는 영양소에 의해 일상생활뿐만 아니라 운동 중에 발생하는 생리적인 과정이 수행된다. 스포츠영양학(—營養學, sports nutrition)이란 운동능력을 최대화시킬 수 있는 여러 가지 영양소, 즉, 탄수화물의 저장량을 증가시킬 수 있는 영양소, 지질대사를 촉진시킬 수 있는 영양소, 혹은 운동 후 피로 회복을 촉진 시킬 수 있는 영양소 등을 선택하여 운동에 참가하는 개인이나 운동선수가 운동능력을 개선시킬 수 있도록 도움을 주는 학문이라고 할 수 있다. 또한 건강을 증진시키기 위해서 운동하고 있는 일반인들에게도 이용될 수 있다.

2-1. 탄수화물의 개념

탄수화물은 탄소, 수소, 산소가 다양한 형태로 결합된 유기화합물로서, 주로 식물체에 의해서 태양에너지를 이용한 광합성 작용을 통하여 형성된다. 이는 식품 에너지의 중요한 공급원이고 1g당 4kcal를 공급한다. 총 에너지 섭취량의 65% 정도를 탄수화물로 섭취하는 것이 바람직하다.

탄수화물은 크기와 종류에 따라 단당류, 소당류 및 다당류로 구분된다. 단당류는 포도당, 과당, 갈락토오스 등이 있으며, 단맛을 가지며 물에 잘 녹는다. 소당류는 좀 더 복잡한 형태로 맥아당(maltose), 유당(lactose), 자당(sucrose)이 있다. 모두 하나의 포도당과 다른 단당이 결합되어 있다. 맥아당은 포도당과 포도당, 유당은 포도당과 갈락토오스, 그리고 자당은 포도당과 과당이 결합한 형태이다. 다당류는 많은 포도당이 결합되어 있는 복합 탄수화물로서, 식물계에는 대부분의 전분으로 존재한다. 글리코겐은 동물체에 의해서 만들어지는 다당류로서 동물의 간과 근육에 존재한다.

2-2. 탄수화물과 운동

운동 중 에너지원으로 사용되는 탄수화물은 운동강도와 비례한다. 탄수화물은 휴식 시에 신체가 필요로 하는 에너지의 약 35~40%를 공급하며, 가벼운 운동을 할 경우에는 50% 이상을 공급한다. 운동강도가 70~80% 이상이 되면 탄수화물이 주된 에너지원으로 작용하며, 그 이상의 강도에서는 대부분의 에너지가 탄수화물에 의해 공급된다.

탄수화물 섭취 시기는 운동강도와 시간에 따라 달라진다. 단시간 운동을 시작하기 전에 포도당, 소당류 등의 탄수화물을 섭취하는 것은 별다른 효과가 없다. 이미 근육 속에 글리코겐이 다량으로 함유된 상태에서 추가로 섭취하는 것과 같다. 따라서 섭취한 탄수화물이 공급되기 전에 운동이 종료된다. 그러나 장시간 운동의 경우, 운동 전과 운동 중에 탄수화물을 섭취하는 것은 탄수화물 산화를 증진시켜 장시간 운동 중 탈진 시간을 증가시켜 경기력을 강화시킬 수 있다.

3-1. 지방의 개념

지방은 주로 산소와 수소로 구성되어 있으며 산소가 일부분인 유기화합물로서 물에 녹지 않는다. 탄수화물과 구성요소는 동일하나 구성 비율 측면에서 산소가 적은 특징을 가지고 있다. 지방은 1g당 9kcal의 에너지를 발생하여 탄수화물이나 단백질보다 약 2배의 열량을 낸다. 일반적으로 식이에서 지방함량은 총 섭취량의 30% 이내가 좋으며, 포화지방은 10%를 넘지 않아야 하며, 콜레스테롤은 하루에 300g 이내로 제한해야 한다.

우리가 섭취하는 지방은 중성지방이 대부분으로 약 95%를 차지하며 나머지 5%가 콜레스테롤과 인지질이다. 지방은 담즙과 리파아제의 작용에 의하여 유리지방산, 글리세롤 및 인지질로 분해되고, 주로 소장에서 소화되며 소장의 점막세포 속으로 흡수된다. 중성지방은 글리세롤 1분자에 지방산 3개가 붙어 이루어지고, 지방산의 화학구조에 따라 물리적 성질이 결정된다.

우리가 섭취한 지방은 유리지방산과 글리세롤로 변화되고 주로 중성지방으로 저장된다. 지방세포는 인체의 주된 에너지 저장고로서 피하, 복부 및 근육에 저장되어 있으며, 100,000kcal정도의 에너지를 보유하고 있다. 단식 상태에서는 지방산과 글리세롤이 근육으로 들어가 에너지원으로 사용된다. 그러나 고지방 식이를 하면 혈중 지질 수치가 높아지고, 이들이 저장되면 수치가 정상으로 돌아온다.

3-2. 지방과 운동

지방은 1g당 9kcal의 고에너지를 공급하는 주요한 에너지원이다. 그러나 화학구조 상 산소의 비율이 낮아서 산화에 요구되는 산소의 양이 탄수화물이나 단백질보다 많다. 따라서 산소 공급이 제한되는 격렬한 운동 상황에서는 비효율적인 에너지원이다. 또한 에너지 공급에 소요되는 상대적으로 길어서 3~5분 이상 지속되는 운동에 주로 사용되며 단시간의 고강도 운동 중에는 일부분만이 에너지원으로 사용된다.

심장혈관계의 질병, 특히 심장에 혈액을 공급하는 관상동맥의 질환(CAD: Coronary Artery Disease)은 전 세계적으로 가장 중요한 사망원인 중의 하나이다. 동맥경화증은 콜레스테롤과 지질로 구성된 플라크가 동맥벽에 침착되어 동맥의 내경을 감소시켜 혈류를 줄이는 질환이다. 관상동맥질환은 가벼운 불편함과 통증에서 사망에 이르기까지 다양한 증상을 유발한다. 관상동맥질환이 있는 사람들이 고강도 운동을 수행하면 심장에 혈류 공급이 부족하여 심장과 주변에 통증을 느끼는 협심증이나 심한 경우 심장근육이 괴사하는 심근경색 등으로 진행되기도 한다.

관상동맥질환의 위험요소로는 혈청지질농도, 좌업 생활양식, 비만, 고혈압, 흡연, 연령, 유전, 성 및 스트레스 등이 포함된다. 이들 위험요소 중에서 혈청지질농도는 지방 섭취와 밀접한 관련이 있으며, 콜레스테롤 농도와 중성지방 농도가 주요한 항목이다. 따라서 식이에서 지방 섭취 비율을 30% 이하로 줄이고 포화지방산 섭취 비율을 10% 이하로 제한하는 것이 관상동맥질환의 예방에 중요하다.

운동부족도 관상동맥질환과 관련된 주요 위험요소 중의 하나이므로 일상생활에서 신체활동을 증가시키는 것이 중요하다. 선행 연구들 간에 다소의 논란이 존재하지만, 일반적으로 선행연구들은 운동 프로그램이 혈청 중성지방과 콜레스테롤 농도를 개선한다고 보고하고 있다. 특히 운동 프로그램은 관상동맥에 침착되어 질환을 유발하는 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C)을 감소시키고, 침착된 LDL-C를 간으로 이동시키는 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C)을 증가시켜 동맥질환 상태를 개선시키는 작용이 있다고 보고되고 있다.

관상동맥질환의 예방과 개선에 효과적인 운동은 걷기, 달리기, 자전거, 수영 등과 같은 유산소성 등이며, 운동시간은 20~60분 정도가 좋고, 운동 빈도는 주당 3회 이상으로 하며, 운동강도는 최대산소섭취량의 40~70% 정도가 알맞다고 알려져 있다.

4-1. 단백질의 개념

단백질은 탄수화물과 지방의 구성요소인 탄소, 수소, 산소 이외에 질소를 더 가지고 있는 화합물로서, 4개의 원소가 수많은 화학구조를 이루고 있어 종류가 다양하다. 단백질의 기본 조성물질은 아미노산으로서 탄소 원자 한 개에 아미노기(NH₂)와 카르복시기(COOH)가 붙어 있으며, 여기에 탄소, 수소, 산소 외에 철분, 인, 요오드 등의 무기질이 연결된다. 단백질은 2개 이상의 아미노산이 펩티드 결합으로 연결되어 이루어진다. 아미노산은 체내에서 합성이 거의 되지 않는 필수아미노산과 체내에서 합성되는 비필수아미노산으로 구분되며 22종이 있다. 하지만 단백질 합성에는 모두 필요하므로 비필수아미노산의 섭취도 중요하다. 단백질 권장량은 총 칼로리 섭취량의 10~15% 정도이다.

단백질은 동물성과 식물성으로 구분되나, 일반적으로 동물성이 식물성보다 완전 단백질이며 영양학적으로 우수하다. 이는 동물성 단백질이 필수아미노산을 모두 충분히 포함하고 있으며 골고루 적당한 비율로 들어 있기 때문이다. 우유, 치즈, 계란 등과 같은 육류, 사육 조류, 생선류, 유제품 등은 유용한 동물성 단백질 공급원이다.

식물성 단백질은 필수아미노산이 들어 있지 않거나 양이 충분하지 않은 경우가 많다. 대체로 리신(lysine), 메티오닌(methionine), 트립토판(tryptophan)과 같은 3가지 필수아미노산은 미량만이 함유되어 있다. 그러나 콩류와 견과류에는 양질의 단백질이 함유되어 있어 훌륭한 식물성 단백질 공급원이 된다. 따라서 채식주의자는 균형 있는 아미노산 섭취를 위해서는 쌀과 콩류 및 견과류를 함께 섭취하는 혼식이 중요하다.

단백질은 신체 조직의 형성, 효소, 호르몬, 항체의 형성, 산과 염기의 균형 유지, 영양소 운반, 체액의 균형 유지 및 에너지원 등의 다양한 기능을 수행한다.

4-2. 단백질과 운동

정상적인 운동을 하는 동안에 탄수화물과 지방은 주요 에너지원으로 작용하나 단백질은 1~2% 정도만 에너지원으로 사용된다. 그러나 장시간 운동을 할 때는 에너지의 4% 정도를 공급하며, 마라톤의 마지막 구간같이 글리코겐이 고갈된 상태에서는 약 10% 정도까지 높아질 수도 있다. 그래서 탄수화물을 충분히 공급하면 단백질 절약 효과를 볼 수 있다. 즉, 운동 중에 포도당을 섭취하면 단백질분해가 감소하여 간의 아미노산 흡수율이 줄어든다.

반면 트레이닝 중에는 근육량 증가와 스포츠 빈혈 예방 등을 위하여 단백질 섭취를 증가시켜야 한다. 근력 트레이닝을 하는 경우에는 근육량 증가를 위하여 단백질 보충제를 섭취한다.

트레이닝 초기 단계에 헤모글로빈 수치가 다소 감소하는 스포츠 빈혈은 헤모글로빈 생성보다 체내 효소와 각종 단백질 합성 등을 위해 단백질이 우선 사용되는 기전에 기인하는 것으로 알려져 있다. 스포츠 빈혈은 특히, 저단백(0.5kg/kg) 식이를 하는 사람에게 빈발하며, 이러한 현상을 막기 위해서는 트레이닝 초기 단계에서는 체중 1kg당 2g의 단백질을 섭취하는 것이 권장된다.

5-1. 비타민

비타민은 세포 내에서 다양한 대사기능을 수행하는, 탄소를 구성 성분 중 하나로 갖고 있는 수많은 복잡한 유기물질이다. 다양한 생리적 반응이 일어나기 위해서는 수많은 촉매 물질인 효소가 필요하다. 효소는 불활성물질로 존재하다가 조효소와 결합하여 완전효소가 되어야 활성화된다. 비타민은 단백질과 함께 수많은 효소를 만드는 역할을 하기 때문에 대부분의 비타민은 필수영양소이다. 효소와 조효소는 대사과정을 거치며 퇴화되므로 비타민의 지속적인 공급이 이루어져야 한다. 그러나 비타민은 에너지원으로 작용하지 않으며 신체 조직을 구성하는 데에도 작용하지 않는다.

5-2. 무기질

모든 동·식물성 식품은 무기질을 함유하며, 무기질은 열량 영양소에 비해 매우 적은 양이지만 신체의 체액과 조직에 널리 분포하는 중요한 성분이다. 무기질은 자연 속에서 발견된 무기물 원소들로 고체 상태로 존재한다. 원소의 주기표에 있는 103가지 중에 25가지는 동물에게 있어서 필수적이다. 무기질은 조직 내에 일정한 온도로 존재하며 효소의 촉매와 같은 생화학적 기능을 하고 신체의 구조적 구성체가 된다. 무기질은 결핍되면 비정상적인 생화학적 변화를 가져오며 과잉되면 독성을 나타내기도 한다. 한편 무기질은 대량 무기질과 미량 무기질로 분류된다. 무기질 중에서 칼슘(Ca), 인(P), 나트륨(Na), 염소(Cl), 칼륨(K), 마그네슘(mg), 황(S) 등은 체내에서 체중의 0.05% 이상의 상당량이 발견되므로 대량 무기질이라고 하며, 철(Fe), 요오드(I), 망간(Mn), 구리(Cu), 아연(Zn), 코발트(Co), 불소(F), 크롬(Cr), 셀렌(S), 몰리브덴(Mo) 등과 같은 물질은 체내에 소량만이 존재하여 미량 무기질이라고 한다.