

# 體育의 自然科學的 接近

李 組 世

(서울師大 體育學科)

## I. 序 言

人類의 歷史와 함께 존속해 온 體育이 20세기 말에 이르러서야 비로소 하나의 독립된 科學으로서 그 位置와 重要性을 認定받게 되었다.

이것은 體育이 이 時代에서 해결해야 할 큰 命題를 지니게 되었음을 뜻하는 것이며 따라서 體育에 종사하는 사람들은 이러한 時代的 要求에 부응할 수 있도록 最大限의 노력과 投資를 하여야 할 것이다.

다시 말해서 機械文明의 發達로 文化生活을 영위하게 된 現代人은 지나친 精神 노동과 不充分的 신체활동으로 心身의 불균형狀態에 빠져들고 있어 이러한 심신의 不均衡狀態에서 벗어나 健康하고 幸福한 生活을 누리기를 希望한다.

이러한 요구를 체육 研究者들은 받아들이고 충분하고 계속된 研究후에 적합하고 效率的인 解決策을 고안해 提示해야 할 것이다. 이를 위해 體育研究者들은 모든 體育現象에서 일어날 수 있는 가능한 일들을 合理的으로 科學的으로 해결하는 態度를 지녀야 하겠다.

體育研究에 있어서 처음에는 教育觀에 의해 體育論이 대두되어 體育現象에 關心을 갖게 되었고, 그후 18C~19C 초에는 體操人에 의해 體操理論과 體育理論이 나타났으나 몇 理論을 제외하고는 體操人의 意見과 經驗을 기초로 하여 쓰여졌기 때문에 科學性이 缺如됐고 19C 후반에 들어서면서 부터 의학이 發達하게 되어 醫學者들이 人體計測, 身體發育의 形態的 研究, 運動의 生理學的, 保健衛生學的의 研究 등을 통해 體育의 科學的 研究의 발판을 만들었다. 그후 體育研究者들이 本格的으로 體育의 立場에서 體育現象을 科學的인 方法으로 研究하기 시작하였다.

體育은 人間의 身體活動을 그 研究對象으로 하기때문에 體育에의 接近 또한 매우 多樣하고 복잡하다.

즉 時代에 따라 變하는 體育의 目標과 價値를 研究하는 哲學的 分野와 과거의 體育活動을 分析해 未來의 體育活動의 方向을 定立하려는 歷史的 分野와 體育이 人間社會에 미치는 영향과 相互作用을 研究하는 社會學的 分野는 體育에의 人文 社會學的 接近이라 할 수 있

고 人體의 構造와 機能을 研究하는 解剖·生理學的 分野와 신체의 움직임을 研究하는 力學 分野와 運動학습과 퍼포먼스, 成長·發達 등을 研究하는 心理學的 分野는 自然科學的 接近 이라 할 수 있다.

本 研究는 體育의 自然科學的 分野를 分析함으로써 앞으로의 체육展望에 對해 조금이나 마 公認하고자 한다.

## Ⅱ. 體育의 自然科學的 接近

### 1. 解剖·生理學的 接近

人體 各 構成단위의 形態와 構造를 다루는 것이 해부학이고 人體의 세포조직, 기관내지는 계통 등 各 構成單位들이 生命現象을 어떻게 유지하는가 즉 各 기관의 機能과 人體의 諸 現象을 研究하는 것이 生理學이다. 이의 內容으로는 뼈와 근기능, 神經機能, 呼吸機能, 循環機能 등이 있으며 이들을 研究하는 方法을 알아 본다.

#### (1) 筋機能

신체의 움직임을 근육의 수축에 의한 것이며 筋力은 筋 수축에 동원된 運動단위(motor unit)의 수와 筋 방추에 發射된 神經충격의 빈도에 좌우된다.

또한 이는 筋力計(Dynamometer)에 의해 측정될 수 있으나 筋收縮의 양식이나 실험대상 의 心理的 要因에 큰 영향을 받는다.

또 어떤 활동을 할 때 어떤 근육이 수축하느냐를 알아내는데 근전도(Electromyography)를 利用하는데 이는 筋 수축시 일어나는 1mV 정도의 약한 전기(活性電流)를 추출 증폭시켜 기록한 것으로 主動筋 파악과 筋 수축시 어느정도의 運動단위가 동원되었는지를 파악할 수 있다. 그러면 筋力과 筋持久力 測定에 사용되는 器具와 實驗課題들을 살펴보면 다음과 같다.

器具로는 근력계(Dynamometer) 근전도계(Electromyograph) 근력 측정대, 운동부하용 器具 등이 필요하며 研究課題로는 性別, 年齡別, 各種 筋力의 測定值 및 相對的 筋力의 平均値, 운동선수별 각종 筋力의 측정치, 關節의 角度와 筋力과의 關係, 筋力의 日日變動, 근 피로가 筋전도에 미치는 영향, 여러가지 動作時 特定 근육의 活動, 筋電圖上에 나타난 筋力 트레이닝의 效果, 最大 筋力과 筋持久力의 예측 등이 있다.

#### (2) 神經機能

신체운동과 자세의 유지는 骨格筋의 수축에 의해 행해지고 골격근의 수축은 神經係의 활동에 의해 이루어진다.

즉 운동을 행할 수 있다는 것은 神經계가 많은 筋을 조정하여 그 운동에 필요한 근육을 수축하도록 자극하는 것이다.

그러므로 서투른 동작이나 숙련된 운동은 근 자체보다 신경계의 作用에 依存하는 일이 더 크다고 할 수 있다.

이러한 신경기능을 測定해 보는 方法으로는 反應時間測定이 있는데, 이는 刺戟에 대하여 反應하여 動作을 하기까지의 時間을 측정하는 것이다.

反應時間은 자극이 신경충격을 통하여 전도에 소요된 시간인 反射時間과 筋群으로 하여금 동작을 일으키는데 소요된 동작시간으로 나눌 수 있으나 스포츠 현장에서 매우 중요시 되어 많은 研究가 행해지고 있다.

이에 필요한 실험기구로는 反應時間 측정기와 Digitimer, 그의 자극용 박스 등이 필요하며 課題로는 자극의 종류에 따른 反應時間의 比較, 선수와 비선수의 반응시간 비교, 운동 종목별, 선수개인별 반응시간 비교 등이 있다.

### (3) 呼吸機能

人體는 生命을 유지하기위해 최저량의 에너지를 필요로하고 이를 위해 항상 호흡을 하고 있다.

운동을 하게되면 더 많은 에너지가 필요하게되고 따라서 더 많은 산소 섭취를 요하게 된다.

따라서 산소섭취 능력은 個人的 운동지속능력에 영향을 주게된다.

人體가 발휘할 수 있는 에너지는 最大산소섭취량과 최대산소부채량의 총화에 따라 決定되나 운동종류에 따라 에너지발현에 있어서의 산소섭취량과 부채량의 교대는 變한다.

呼吸가스 分析에 의한 開放回路法(open circuit Method)으로 산소소비량을 측정할 수 있는데 이때 사용되는 기구는 呼氣가스 채집계, Gas분석기, 운동부하용기구, 온도계 등이며 과제로는 안정시와 특정부하 운동시의 산소섭취량 비교, 선수와 비선수의 지구성 운동시  $\%O_2$ ,  $\%CO_2$ ,  $\dot{V}O_2$ ,  $VCO_2$  산소부채 등의 비교 등이 있다.

### (4) 循環機能

순환기능의 役割은 산소의 組織에의 운반과 조직으로 부터의 대사산물( $CO_2$ , 젖산) 등의 반출과 에너지원의 운반이다. 순환기능은 호흡기능과 밀접한 關係가 있으며 심박수와 심전도에 의해 그 기능을 판별할 수 있다.

심박수는 심장의 산소소비량과 직선비례적 關係에 있기때문에 심장에 주어진 負荷의 強度를 나타내는 指標로 삼을 수 있다. 따라서 특정강도의 운동부하후의 심박수 變化를 살펴 보아 실험對象의 순환기능을 측정할 수 있다.

또 心筋의 수축시 發生하는 活動電位를 추출 증폭시켜 나타낸 心電圖로서 심장의 기능을 알아볼 수도 있다.

주요과제로는 운동부하에 따른 심박수의 變化, 운동후 회복과정의 자세와 心拍數의 비교, 지구성 운동의 단련자와 비단련자의 심박수 비교 등 심박수를 이용한 것과 안정시와 운동

후에 심전도 비교, 운동부하시 심전도 變化과정 분석등 심전도를 이용한 것이 있다.

이상과 같이 신체활동시 신체내부의 각 기관의 기능과 그 측정방법을 살펴보았다.

체육研究에 있어서 生理學的 接近은 체육 目標 달성에 있어 基本的인 자료를 提示하는 바 그 役割이 至大하다고 할 수 있다.

## 2. 運動力學的 接近

운동역학이란 체육의 수단인 신체활동을 效率的으로 행하기 위해 또 各種 운동기능을 向上시키기 위해 人間의 動作을 研究하는 分野이다.

이는 관절의 構造, 인대와 근육의 활동 등 해부학적 지식과 근수축 問題 에너지源 呼吸 순환기능 등의 生理學的 知識을 基礎로 하여 人體運動의 力學的 關係를 규명하는 것으로 그 研究內容은 다음과 같다.

① 운동의 法則: 힘은 모든 운동의 原因이며 모든 운동은 뉴턴의 운동 法則을 따른다.

뉴턴의 운동法則은 慣性의 法則, 加速度의 法則, 作用과 反作用의 法則이며 이 法則에 따라 여러가지 운동 狀況에서의 原理를 추출해 낼 수 있다.

② 骨格筋系의 機械作用: 人體의 骨格筋은 지레, 축과 바퀴, 도르레의 作用의 形態로 힘을 발휘하며 이를 이용해 效率的인 신체활동을 할 수 있다.

③ 安定의 原理: 어떤 자세를 유지하기 위해서는 外力의 크기와 方向을 판단하여 그에 맞는 자세를 取해야 한다.

이는 重心의 높이와 基低面의 크기에 따른 安定의 原理에 좌우되며 물체의 질량과 마찰력에도 關係가 있다.

그러므로 人體의 重心을 測定하고 각 운동 種目에 따른 적절한 자세를 찾아 내는 것이 필요하다.

④ 힘의 原理: 힘의 크기는 어떻게 나타나고 그 힘이 작용했을때 어떤 方向으로 나타나는가 등을 알아내고 힘의 능력 원심력등을 살펴보는 것으로 실제 신체활동에서는 매우 필요하다.

⑤ 충격을 주고 받는 原理:

힘의 크기와 방향, 작용점에 따라 물체에의 충격량은 달라지며 3가지 범주로 구분한다. 즉 밀기, 끌기 등의 운동과 던지기 운동과 순간적으로 충격을 가하는 운동으로 나누어 각각의 상황에 맞는 原理를 찾아낸다.

또한 研究하는 方法으로서는 거리 방향 시간 속도 궤적을 측정·기록하는 靜力學과 움직임을 研究하는 動力學으로 나눌 수 있고, 동력학은 다시 힘과의 關係를 떠난 움직임을 자체만을 추구하는 Kinematics와 움직임을 그 原因인 힘과의 關係에서 추구하는 Kinetics로 나눌 수 있다. 이들의 자세한 측정방법을 살펴보면 다음과 같다.

① 거리의 測定

운동하는 물체의 위치를 나타내기 위해 원점을 規定하고 거기로부터의 거리를 명확히 해야 한다. 예를 들어 보행시의 보폭측정에서 보폭은 Stride와 Step으로 나눌 수 있고 Stride는 오른발에서 다음 오른발까지의 거리이며 Step은 오른발부터 왼발까지를 말한다. 이들의 측정은 바닥의 발자국을 자료로 측정할 수 있다.

② 방향의 측정

운동의 方向은 신체 각부의 운동통일이라든지 能率的인 動作을 고려할 때 매우 重要하다.

운동의 方向은 수직·수평 같은 一定한 기준선을 定한 다음 측정하여야 한다.

③ 時間의 측정

운동동작에 소요된 시간을 측정하기 위해 스톱워치, 마이크로, 카운터 등이 使用되며 짧은 시간을 測定할 때에는 전자장치의 시계가 필요하다.

④ 速度의 측정

속도는 이동거리와 소요시간과의 관계로 나타나며 속도측정을 위해서 위 두 요소를 측정해야 한다.

⑤ 軌跡의 기록

人間의 운동에 있어서 거리, 방향, 소요시간 등이 變化하는 경우 위치의 變化는 점, 또는 선으로 나타나기 때문에 그 운동軌적을 정확히 포착함으로써 운동 전체의 관찰이 가능하다. 이를 행하는 方法에는 암실 또는 어두운 장소에서 신체의 일부에 발광체를 고정하고 운동을 행할 때의 軌적을 한 장의 필름에 촬영하는 軌적묘사법과 어느 방향에서 빛을 一定時間 간격으로 쬐다 꺾다하여 신체 이동의 모양을 촬영하는 중복 촬영법(스트로브 촬영법)과 운동을 連結사진으로 기록하고 기록된 영상을 확대하여 동작을 分析하는 연결 촬영법이 있다.

1895년 브라우네, 피셔등이 보행 동작에 대한 軌적의 기록을 시도하였고 이에 의해 一定한 시간마다의 신체의 수평 수직운동 좌우이동 이동거리등을 알 수 있다.

⑥ 물리적 힘인 근활동의 관찰과 기록

인체가 발휘하는 힘은 신경 지배에 기인한 근 수축에 의한 것이며 人間의 운동에서 어떤 근육이 어떻게 활동하는 가를 아는 것이 중요하다. 이를 위하여 축전법과 근전도법이 사용된다. 근전도법은 근수축시 신경에서의 자극의 전달에 의한 일정한 활동전위가 발생하며 이 활동전위를 관찰기록하여 운동중의 근의 활동 상황을 알 수 있다.

⑦ 근력의 측정 및 다른 물체로부터 미치는 힘의 측정

이의 측정방법은 많이 있지만 기체의 압력 전달을 이용한 方法과 탄성을 이용한 방법, 전기적 측정방법, 가속도 측정에 의한 방법이 널리 쓰인다.

⑧ 근 활동에 소요된 에너지량 측정

이를 직접적으로 측정하기가 어렵기 때문에 산소 소비량을 측정하는 방법이 많이 쓰인다. 이는 운동에 의한 산소 소비량이 그 운동에 필요한 에너지량으로 생각될 수 있기 때문이다.

⑨ 운동 기술학에의 적용

위에서 살펴본 여러가지 측정방법을 스포츠 기술에 적용하여 더욱 차원높은 기술을 개발할 수 있다.

3. 心理學的 接近

체육의 心理學的 接近은 計劃的인 신체 활동을 통하여 人間行動을 變化시키는 체육의 目的을 더욱 効果的으로 이룰 수 있도록 人間の 行동을 分析·이해하고 예언하여 통제하여 바람직한 변화를 이룰 수 있는 方法을 研究하는 것이다.

그러므로 이는 인간의 신체 활동이나 운동기능을 습득하는 과정 즉 운동학습을 그 주요 과제로 연구하여 이를 위해 各人의 퍼포먼스와 그에 영향을 미치는 諸要因을 研究한다.

(1) 人間の 행동에 영향을 미치는 세 變因

個人的 퍼포먼스를 파악하기 전에 행동을 하는 주체인 人間을 규명하는 認知的 情意的 心理運動的 變因을 알아 볼 필요가 있다.

즉 지능이나 정서, 감각등이 人間에게 어떤 영향을 미치고 어떻게 發達하는가를 밝히는 것이 우선적으로 行해져야 한다.

(2) 운동학습이론

운동학습이 어떻게 이루어지는가를 밝히는 지금까지의 제이론은 다음과 같다.

① 연합이론

S-R理論, 시행착오설, 접근조건설, 조작적 조건형성설, 강화이론등은 학습이 刺戟, 反應結果의 세 요소에 의해 이루어진다고 하며 결과가 좋아야 反應이 되풀이 될 가능성이 증가 된다고 한다.

② 認知理論

Gestalt理論, 相互形態論과 기초론, 場理論은 認識에 基礎한 이론으로서 事實의 강조와 反應의 一般化보다는 前에 배운 기술과 概念으로 부더의 유사성을 강조하여 최종 目的과 함께 수단을 강조하여 과정을 방향짓는다.

③ 새 이론

학습에 있어서의 신경의 作用을 강조하여, 變化는 성숙적 發達과 학습경험에 의한 것이라 보는 신경심리학이론과 자극의 총체적 效果를 고려하여야 한다고 생각하는 情報理論과 학습이 경험들이 습득되는 과정이 통제되고 이해될 수 있을 때 이루어 진다는 사이버네틱스 등의 理論이 있다.

④ 綜合理論

연합론, 인지론, 사이어네틱스 이론 등의 여러 측면을 응용하여 變化하는 환경 경험 및 人間의 욕구에 따라 피학습자의 필요와 決定에 따라 교사의 지도와 조언으로서 활용할 수 있다는 機能主義理論이 있다.

(3) 운동학습에 영향을 주는 要因

스탈링스는 운동기능의 發達에 영향을 주는 요인으로 학습자의 狀態, 기능의 特性, 지도 방법을 提示하였다.

① 학습자의 상태

학습자가 과제를 학습할 때 갖추고 있어야 되는 一定한 능력의 정도를 말하며 운동기능력과 의욕의 정도로 大別된다. 운동기능력은 筋力, 心肺持久力, 協應力, 유연성, 평형성 등의 운동능력과 시각, 청각, 촉각, 운동감각, 지각, 통합능력 등의 지각능력과 골격근의 긴장을 푸는 신경근의 근력으로 살펴볼 수 있고, 의욕의 정도를 나타내는 것은 동기화와 의욕 수준이다.

② 技能의 特性

학습자가 어떤 종류의 기능을 학습하느냐에 따라 학습정도가 달라지므로 각 기능의 특성을 알아볼 필요가 있다.

이에는 인지적측면, 지각적 측면, 협응긴장, 이완으로 나누는 외형적 분류와 동작의 특성, 기능의 불변성, 기능의 개방성, 피드백으로 나누는 기능의 연속성에 따른 분류와 요인 구조에 의한 분류가 있다.

③ 지도방법

운동학습은 학습자의 상태와 과제의 특성을 고려한 지도의 방법에 따라 효율적으로 이루어 질 수 있다.

(4) 發達, 成長, 成熟

人間의 성장, 발달은 신체운동에 큰 영향을 준다. 이를 신체·운동기능의 발달과 認知의 발달에 對해 살펴본다.

① 신체의 발달

카, 몸무게, 가슴둘레는 길이의 發育, 신체의 충실도와 영양상태, 넓이의 발육을 나타내는 指標로서 형태의 측정에 사용되어 왔으며 이들은 운동능력 또는 체력과 깊은 關係가 있어 많이 研究되고 있다.

② 운동기능·능력의 發達

운동기능 습득을 위한 근력이나 신경계의 발달은 운동능력에 큰 영향을 미친다. 어떤 운동기능을 습득하기 위해서는 근력, 지능, 협응력, 운동감각 등 제 능력이 Readiness 상태에 있어야 한다.

③ 認知的 發達

운동을 바르게 행하는 데는 방향감각, 거리감각, 대소감각을 느낄 수 있는 공간지각과 물체의 속도와 방향을 느끼는 운동감각과 時間의 인지와 타이밍 control이 있어야 한다.

이러한 인지능력은 성장과 더불어 발달하지만 연습과 훈련에 의해 그 발달을 촉진시킬 수 있다.

(2) 퍼스널리티 태도 및 적응

이들은 운동에 의한 영향을 아는 것으로 人間形成을 목표로 하는 체육의 보다 効果的인 지도에 운동선수의 정신적 特性을 아는 것으로 스포츠 적성을 발견하고 스포츠 종목의 선택과 포지션 결정 등 코칭에 운동 부적응자와 社會的 부적응자에 對한 카운셀링과 치료법의 方法을 定하는데에 중요하게 쓰인다. 이들의 측정방법이나 진단방법은 다음과 같다.

① personality의 측정

Personality의 어떤 측면을 알고 싶은가에 따라 그 측정방법이 다르나 一般的으로 질문지법, 작업검사법, 투영법, 실험법 등이 많이 쓰인다.

질문지법에는 내성검사, Y-G 성격검사, M.M.P.I. (Minnesota Mulliphasic Inventory), C.P.I., M.P.I 등이 고안되어 있고 투영법에는 로샤크 테스트, T.A.T.(회화 각 검사) P-F 스타디와 S.C.T.가 있다.

② 태도의 측정

태도를 分析하는 立場은 대체로 태도가 지향하고 있는 對象과 目標에 의하여 分析하는 입장과 모든 대상과 행동에 공통하는 것으로서 一般的 質적인 分析을 하는 입장 등 두가지로 나뉜다.

측정방법으로는 행동 경향의 特性을 집단안에 상대적으로 위치를 정하는 데 따라 客觀的 수량적으로 표시하려는 평정법과 言語的 反應을 포착하려는 의견척도법과 대상에 對한 知的 판단과 가치 판단을 파악하려는 문제장면 테스트가 있다.

③ 適應의 診斷

적응의 본질이 긴장해소 혹은 精神的 行動 과정에 있어서의 평형화의 경향에 있다고 생각되므로 적응, 부적응의 問題는 personality 內의 긴장해소의 과정으로써 포착할 수 있다.

적응의 진단 방법으로는 표준화 테스트에 의한 진단, 질문지에 의한 진단, 행동 관찰과 평정에 의한 진단이 있으며 이와같은 운동 범위에의 행동에 對하여 보다 구체적으로 기술하고 평정하는 方法을 생각하는 것은 체육과 스포츠의 지도와 실천에 특히 필요하다.

Ⅲ. 結 語

체육이란 신체활동을 수단으로 하여 人間の 행동을 바람직하게 變化시키는 것을 그 目的



으로 삼고 있으며 20C末에 들어서 특히 그 중요성을 認定받게 되었다.

따라서 체육학은 하나의 학문으로서 자리를 잡고 주어진 現時代的 요구를 받아들이고 해결할 수 있도록 노력해야 한다.

이러한 노력의 일환으로 체육에의 自然科學的 接近은 시도되고 있으며 또한 個個人의 신체 구조와 기능을 파악하여 개개인의 諸 能力을 最大限으로 발휘할 수 있게끔 自然科學的 接近은 시도되고 있다.

그러나 지금까지 우리나라의 체육학 연구 기간이 충분치 못하였고 유능한 人材를 育成시킬 만한 정책적 배려가 부족하여 체육의 目的을 達成시키기에 많은 어려움이 있었다.

앞으로 충분한 科學的 설비를 이용한 체육의 自然科學的 接近에 박차를 가하고 또한 歷史 哲學등 주변과학에도 많은 研究가 진행되면 전 국민의 체력향상이 이루어 질 것이고 스포츠의 기술발전에도 크게 기여하게 될 것이다.

#### 參 考 文 獻

- 尹仁鎬, 1978, 體育心理學, 서울, 문천사
- 李緬世, 鄭星台, 1978, 體育學研究法, 서울, 동화문화사
- 鄭星台, 1976, 체육의 生理學的 基礎, 서울, 同和文化社
- 金振元 譯, 1980, 運動生理學, 서울, 同和文化社
- 金義洙, 1977, 체육의 解剖學的 基礎, 서울, 同和文化社
- 林繁藏 外 3人, 1980. 「체육活動에서의 學習理論 適用에 關한 研究」 서울대 체육연구소
- 金振元 外 4人, 1980. 「운동生理學實驗 메뉴얼」 서울대 운동생리학 실험실
- 李相燦, 1970. 「체육의 基礎科學에 關한 論考」 체육지, 47, 48호.
- 李緬世, 1978. 키니시올러지, 서울, 同和文化社
- Bucher, 1975. Foundations of Physical Education, Mosby Co.
- Clake, 1970. Reaserch Process in Physical Education, Recreation and Health: Prentice-Hall Inc.
- Dork, H. Wilmore 1974. Exercise and Sport: Science Review Academic Press Inc.