

무산소성 운동과 유산소성 운동의 특성 및 운동처방

원광보건전문대학 물리치료과
장정훈, 장익선, 이명숙

ABSTRACT

Properties and Exercise Prescription of Anaerobic Exercise and Aerobic Exercise

Chung Hoon Chang, Ik Sun Chang, Myung Sook Lee
Dept. of Physical Therapy, Wonkwang Health Junior College

The biochemical changes that occur after physical training and exercise are specific to each mode of conditioning. Thus, this study will focus on changes that occur as a consequence of aerobic(endurance) and anaerobic(strength) conditioning.

Two major biochemical changes are altered in the ATP-PC system and lactic acid system as the result anaerobic conditioning. Anaerobic exercise is the singly most effective maker for the muscle strength. Through this training, the system can provide energy for power type activites, typical of those demonstrated by the explosive starts of sprinters.

Increased oxidation of glycogen occurs with aerobic training. This form of exercise increases the capacity of skeletal muscle to oxidase glycogen to carbon dioxide and water within APT production, resulting in an increased maximum $\dot{V}O_2$. Aerobic exercise system functions primarily during long-term activities, which are performed at a submaximal level. Heavy interval training was the basis for highly aerobic training program.

차 례

I. 서 론

I. 서 론

II. 본 론

1. 무산소 과정
2. 무산소 운동 및 처방
3. 유산소 과정
4. 유산소 과정 및 처방

III. 결 론

참고문헌

인간은 신체 활동을 본능적으로 요구한다. 인간에게 내재되어 있는 활동에 대한 이러한 강렬한 욕구는 생리학적 측면에서 운동의 효능으로 설명된다. 루우(Roux)는 "신체는 사용하지 않으면 녹이 슬고 지나치게 사용하면 손상을 입는다"라고 하여 적당한 운동이 건강에 필요함을 강조 하였다. 그것은 운동이 가진 생리적 가치가 예방의학적 측면에서 증명되고 있음을 의미하며 바로 이런 이유로 스포츠의학이 뿌

리 내린 선진국들에서는 약보다 운동을 처방해 주는 새로운 경향이 생겼다.

1970년대 이후 운동(exercise)이나 단련(training)이 신체적성에 미치는 영향에 대하여 많은 관심과 연구가 있어 왔다. 이러한 관심과 연구는 운동선수에서 뿐만 아니라 일반인의 신체적성 운동과 심장질환의 재활운동에 이르기까지 여러 분야에서 이루어져 왔다. 이와 관련하여 운동선수들의 단련의 목표는 최고 수준의 체력과 경기력에 도달하는데 있으나 일반인의 건강 목표는 적절한 수준의 체력을 유지하는데 있다고 할 것이다.

운동 또는 단련은 종류와 방법에 따라 그 효과가 특이적이라는 사실은 잘 밝혀져 있다. 운동은 그 동원되는 에너지의 대사 방법에 따라 무산소성 운동(anaerobic ex.)과 유산소성 운동(aerobic ex.)으로 대별 된다. 무산소성 운동은 주로 아데노신 삼인산(adenosine triphosphate, ATP)과 크레아틴 인산(creatine phosphate, CP) 또는 글리코겐(glycogen)으로부터 에너지를 얻으며, 유산소성 운동은 주로 지방산이나 포도당으로부터 에너지를 얻는다. 이 두 대사과정의 각각의 종말 대사물질은 신체운동 능력에 많은 영향을 미친다. 물론 대부분의 운동은 무산소성 요소와 유산소성 요소를 함께 포함하고 있으나 무산소성 운동과 유산소성 운동이 인체에 생리학적 또는 해부학적으로 미치는 영향은 각각 특이하다. 그러므로 목적에 따라 운동이나 단련의 방법도 특이적으로 결정되어야 한다. 또한 운동선수의 적성 평가 및 운동능력 판정에 사용되는 많은 생리지표 중에서 우리나라에서 많이 사용되어 온 것은 폐활량 측정이었다. 그러나 폐활량은 운동선수의 경기 능력과 직접적인 관계가 없음이 많은 학자에 의해 지적되어 왔고 현재에는 산소소비량 및 최대산소소비량 측정이 운동적성평가(fitness assessment), 운동처방(ex. prescription), 운동연습도 평가(training monitoring) 및 질병 진단 등에 많이 이용되고 있다.

본 논문에서는 무산소 운동과 유산소 운동의 생화학 과정과 운동에 따른 특성을 알아보고 이에 따라 적절한 운동 처방을 내릴 수 있는데 한 지표가 되고자 문헌 고찰을 통해 시도하여 보았다.

II. 본 론

운동은 반드시 근육의 수축이 일어나야만 가능하

며 이 근육축이 일어나기 위하여는 에너지가 반드시 필요하게 된다. 에너지는 활동 수행 능력이라고 정의되며 힘(force) × 거리(distance)로 나타낸다. 근육축에 필요한 에너지원은 음식물에서 섭취한 탄수화물과 지방이 전환된 화합물질인 글리코겐(glycogen)이나 지방산(fatty acid) 등이 있으며 글리코겐은근부피의 약 0.5~1.0%를 점유하고 있다. 그러나 근육축의 직접적인 에너지원은 근원섬유내에 들어 있는 고에너지 인산 화합물의 일종인 ATP이며 이 ATP가 분해되어 방출되는 에너지가 특정한 활동을 수행할 수 있도록 해 주므로 ATP를 화학에너지의 세포내 운반자라고 할 수 있다.

ATP내에 들어 있는 Mg^{++} 은 myosin filament(thick filament)와 관련이 있다. ATP의 가수분해에 의해 유리된 에너지는 actin과 myosin을 결합시키거나 혹은 캐프리는 즉 근육의 수축과 이완에 사용되며 이 때 각각의 주기에 한 분자의 ATP가 사용된다. ATP의 활동은 근육이 빠르게 수축할 때 매우 커지는데 ATP의 가수분해는 무산소성으로 산소가 필요하지 않기 때문에 근육축시에도 진행이 가능하다. 만일 근육의 수축이 느리고 짧은 기간 동안 일을 하였다면 근육내에는 아데노신 이인산(adenosin diphosphate, ADP)과 반응하여 ATP를 합성하는 크레아틴 인산이 $20\mu\text{mol/gm}$ 정도 들어있기 때문에 ATP의 양에는 거의 변화가 일어나지 않지만 빠르고 오랜동안 근육의 수축과 이완이 반복되었다면 ATP의 빠른 합성이 필요하게 된다. ATP가 체내에서 합성되는 과정을 무산소 과정과 유산소 과정으로 나누는데 이것은 반응을 일으키는 동안 산소의 필요 유무에 따른 것이다.

1. 무산소 과정(Anaerobic process, Lactic acid system)과 운동처방

1) 무산소 과정

무산소 과정은 1930년대 Gustav Embden과 Otto Myerhoff가 발견하였기에 종종 Embden-Myerhoff cycle이라고도 불린다.

① $ATP \rightleftharpoons ADP + P + \text{energy}$ (근수축에 직접 이용되는 에너지)
가 되며 여기에서 합성된 ADP는 adeny acid kinase에 의하여

② Creatine phosphate로부터

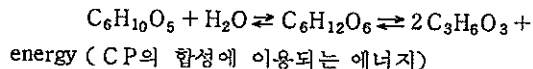
$CP \rightleftharpoons C + P + \text{energy}$ (ATP 합성에 이용되는

에너지)



의 반응으로 ATP가 재합성 된다.

③ 또한 무산소성 당분해는 많은 양의 젖산을 생성하게 되는데 글리코겐의 소모에 의한 젖산의 생성 반응은



이며 여기서 생성된 젖산의 4/5 정도는 다시 글리코겐으로 재합성되고 나머지 1/5은 산화되는데 이 때 유리된 에너지가 글리코겐 재합성에 이용된다.

한편 무산소적 당분해의 결과로 젖산의 양이 많아지면 젖산은 혈액 안으로 확산될 뿐만 아니라 근육 속에 농축되면 효소의 반응을 억제하여 근육의 피로를 가져온다. 피로의 회복을 위해서는 간이나 심장으로 젖산을 이동시켜 분해하거나 근육속에서 소모하여야 하는데 이 때 산소가 필요하다. 전술한 바와 같이 근수축 자체에서는 산소가 직접적으로 필요하지는 않지만 회복하는 과정에서 산소가 소모되어 산소부채 (oxygen debt)를 가져온다.

2) 무산소 운동 및 처방

무산소적 운동 능력은 무산소 상태에서의 에너지 발생 능력과 인체의 내부 환경의 계 변화에 대한 보상 능력 및 산소 결핍 상태에 대한 조직의 적응 수준 등의 제 능력에 의해 결정된다. 무산소 과정의 운동은 순발력이 요구되는 운동 즉 단거리 주행, 역도, 팔굽혀 펴기 및 단 2분이나 3분 이내에 유지될 수 있는 종목들 - 핸드볼, 농구, 축구 등의 대수동 - 은 심폐기능의 증진에는 도움을 못주고 지구력에는 크게 유용하지 않으나 strength의 증가를 필요로 하는 운동선수들에게 고 오히려 유산소적 운동보다도 가

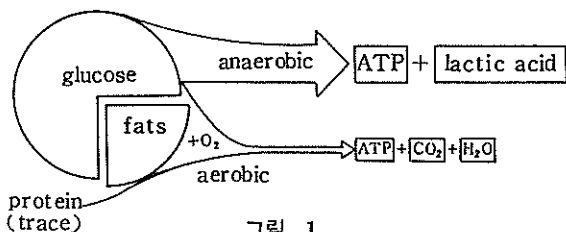


그림 1.

장 좋은 방법의 운동으로 흔히 처방된다. <그림 1>에는 이런 종류의 운동을 할 때 대사과정의 상대적 인 역할이 나타나 있다. 여기서 보면 주로 산화되는

음식물은 글루코스이며 다음이 지방이다. 단백질은 무시해도 좋을 정도이며, 이러한 형태의 운동에 필요한 에너지나 ATP는 유산소 과정으로는 공급할 수가 없으며 대부분 ATP는 ATP-PC와 젖산 system에 의한 무산소성 과정으로 공급되어야 한다.

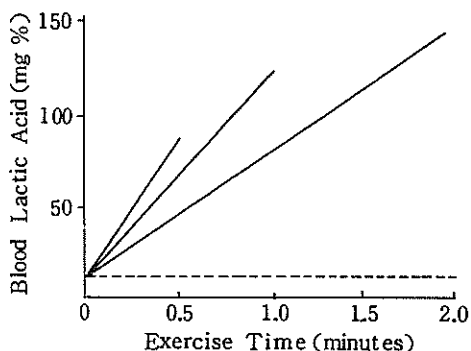


그림 2.

<그림 2>는 all out 상태의 운동을 30초 내지 2분간 지속했을 때 젖산의 축적을 도해한 것이다. 여기에서 볼 수 있듯이 무산소성 해당작용의 축진은 급격한 젖산의 축적을 수반하게 된다. 해당작용 (glycolysis)에 필요한 글루코스를 공급하는 저장된 글리코겐이 이용될 때 근육과 혈액내의 젖산 축적이 최고 수준에 이른다. 젖산 함량이 높아지면 근수축이 방해를 받게 되며, 글리코겐 저장량이 고갈된다는 것은 근수축에 필요한 연료가 떨어졌음을 의미한다. 이러한 변화가 운동을 중지하게 되거나 강도를 훨씬 감소시키게 된다. 따라서 높은 젖산 함량에 견디는 능력과 피로감을 참는 것이 대부분의 운동경기를 승리로 이끄는 선행조건이 된다. 근육내의 젖산 농도는 안정 상태에서 0.015%이며 0.3% 일 때는 근수축 능력이 소실되며 0.4%에 이르면 완전 피로 상태가 된다. 달리기나 수영의 단거리 경기 때 젖산의 함량은 200 mg %까지 오른다는 보고가 있으며 이러한 높은 함량은 휴식시 함량의 20 배나 된다.

무산소적 운동능력을 육성시키기 위하여서는 크레아틴 인산 분해 과정의 기능을 향상시키며 해당기능을 촉진시켜야 하는데 일반적인 운동 방법은 다음과 같다.

- ① 운동강도 : 임계속도보다 약간 낮게 (95%) .
- ② 운동거리 : 3~8초간 계속될 수 있는 거리 (육상 : 20~70m, 수영 : 8~20m)
- ③ 휴식시간 : 2~3분
- ④ 휴식방법 : 정적휴식(심호흡), set 와 set 사

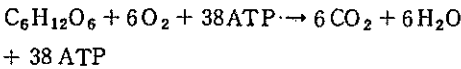
이의 동적 휴식의에는 의미가 없다.

⑤ 반복횟수 : 단련도에 따라 다르나 repetition training 을 한다. 1 set 를 3~4 회 반복.

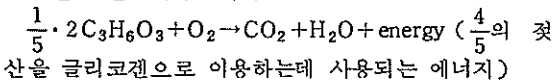
2. 유산소 과정(aerobic process)과 운동처방

1) 유산소과정

Krebs cycle [삼카본산(Tricarboxylic acid) cycle, 구연산(Pyruvic acid) cycle]이라고도 하며 이것은 mitochondria 라고 하는 미세한 소세포의 구획내에서 일어난다.



또한 무산소과정에서의



유산소 과정은 주로 거의 최대한의 비율로 수행되는 장기간의 운동 중에 사용된다. 이것은 그러한 활동 중에는 산소운반계가 근세포에 충분한 산소를 공급해 줄 수 있는 충분한 시간이 있기 때문이다. 그렇기 때문에 어떤 운동이든지 비교적 오랜 시간 하는 것은 모두 이 범주에 포함되며 비교적 오랜 시간이란 5분 이상을 말한다.

유산소성 운동의 경우 주요 음식물 또한 글루코스와 지방이다(그림 3). 그러나 한시간 혹은 두시간이

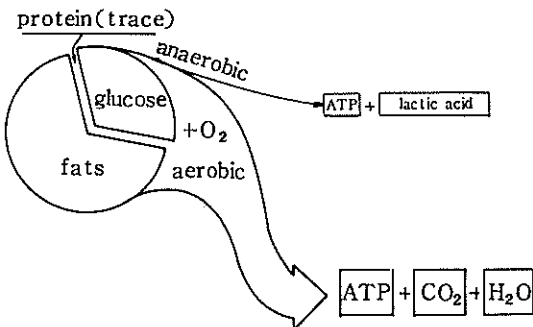


그림 3.

나 뛰는 종류의 운동 초기에는 주 음식물이 글루코스이지만 운동이 끝났을 때 쯤에는 지방이 주 역할을 담당한다. 이렇게 산화 음식물인 연료가 바뀌는 현상은 글루코스 저장량이 고갈됨에 따라 서서히 진행된다.

이러한 종류의 운동에서 ATP의 주공급은 유산소성 방법에 의해 이루어진다. 이때에도 젓산시스템이나 ATP-PC시스템 역시 작용하지만 이것은 운동 초기 산소 소비량이 새로운 안정상태에 도달하기 이

전에 사용된다. 운동 후 2~3분내 산소 소비량이 새로운 상태에 도달하게 되면 운동에 필요한 모든 에너지가 충분히 공급되며, 무산소성 해당 작용은 일단 일정한 상태가 되면 기능이 중지된다. 따라서 안정상태가 오기 전에 축적됐던 소량의 젓산은 운동이 끝날 때까지 비교적 일정하게 남아있게 된다(그림 4).

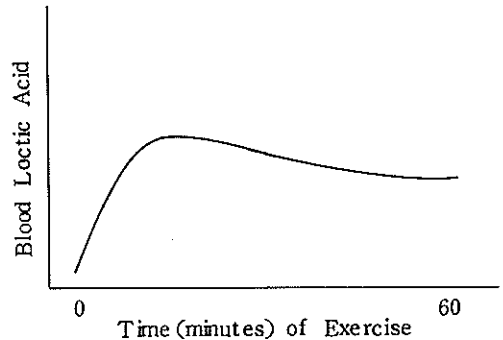


그림 4.

이의 좋은 예로는 마라톤을 할 때 나타난다. 마라톤 선수는 42.195 km를 약 2시간 반 만에 뛰지만 경기의 마지막에 이르더라도 혈액내 젓산 함량은 휴식시에 비해 2~3배 정도 뿐이다.

2) 유산소성 운동 및 처방

무산소성 능력이 단시간에 행하는 운동에 필요한 것과는 반대로 유산소성 능력은 장시간 운동을 수행하는데 중요한 요인이 되고 있다. 최대 유산소성 능력이란 최대 산소 소비율(maximal oxygen consumption, $\dot{V}O_2$)이라고 정의할 수 있다.

유산소성 운동은 심폐기능을 향진시키고 아울러 성인병의 치료 목적으로도 각광을 받고 있어 이에 대한 관심이 증가하는 추세에 있다. 이러한 운동은 대근육을 운동성 있게 지속적 운동에 의해서 인체의 산소 전달 능력을 증진시키는 운동으로 수영, 자전거 타기, 보트 타기, 줄넘기 운동 등이 여기에 속한다. 이 중에서도 수영이나 자전거 타기 등은 정형외과적 부작용을 적게 일으켜서 누구에게나 권할 수 있는 좋은 운동 방법이라고 하겠다. 특히 일반 성인의 운동 목적은 건강의 증진에 있고 이는 특히 심폐기능의 향상 즉 유산소성 능력의 향상을 통하여 가능하므로 유산소성 운동을 통한 신체 단련이 중요하다.

유산소성 운동능력을 육성하기 위하여서는 첫 째로 최대 산소 섭취능력의 향상 및 산소의 장시간 보존능력을 향상시켜야 하며 둘째로는 호흡기능이 최대

한으로 전개될 때까지의 시간을 단축시킬 수 있어야 한다. 이를 위한 훈련방법은 다음과 같다.

① 운동강도: 임계속도에 가까운 것. 보통 최대 산소 섭취량에 가까운 수치를 유지할 수 있는 시간은 10~30분 정도이며, 일류 선수인 경우는 1시간 정도 유지된다. 최대 산소 섭취량 이상의 산소를 필요로 하는 최대 강도 트레이닝을 하는 경우 순환 기능은 최대 한으로 동원되며, 그의 반복에 의하여 순환기능 즉 지구력은 증강된다.

② 운동거리: 운동 지속 시간이 1.5분을 넘지 않도록 한다.

③ 휴식시간: 45~90초, 3~4분을 넘는 것은 바람직하지 않다.

④ 휴식방법: 동적 휴식이 좋다.

⑤ 운동빈도: 운동 능력의 증진을 위하여서는 3~5dys/wk를 시행하며 운동 능력의 유지를 위한 정도라면 2~3dys/wk이다. 일주일에 2일 이하의 운동 처방은 큰 효과가 없으며 5일 이상의 운동 처방은 오히려 역효과를 초래하기도 한다.

III. 결 론

많은 연구의 결과 규칙적인 운동이나 단련이 인체의 건강 상태를 유지, 증진시키기 위하여 필수적이라는 사실이 밝혀졌으며, 운동이나 단련은 동원되는 에너지 대사 방법에 따라 무산소성 운동과 유산소성 운동으로 대별된다.

무산소성 과정은 ATP-PC cycle과 젖산 system에 의하여 이루어지며, 무산소성 운동의 특성은 순발력이 요구되는 운동에 많이 처방되어지고 특히 strength의 증가를 필요로 하는 경우에 좋다.

유산소성 과정은 글리코젠과 산소의 대사작용에 의해서 이루어지며, 심폐기능의 향상으로 인한 지구력 증진에 매우 효과적이다. 특히 일반인의 건강증진을 위하여서는 유산소성 운동을 통한 훈련이 중요하다고 할 수 있다.

즉 단거리 선수인 경우 최대 산소 부채(무산소적 운동력)가 클수록 유리하며 이는 근육의 발달에 의해 고에너지 인산염의 저장을 많게 하고 근육 혈관을 발달시켜 젖산의 제거를 효율적으로 수행할 수 있어야 하며, 한편 장거리 선수인 경우는 1회 심박출량

의 증가와 적정 혈색소 유지 등에 의한 순환기능의 증가에 그 주안점을 두어야 한다.

참 고 문 헌

1. 강두희: 생리학. 신광출판사, 1985.
2. 김진열: 운동선수 폐기능 및 적성평가. 서울 국제스포츠과학세미나.
3. 김진열, 여남희, 이공세: 운동선수에서의 무산소 역치측정에 관한 연구. 대한스포츠의학회지, 3:2, 1985.
4. 김성수: 건강과 운동. 건강정보.
5. 김우결: 인체의 생리. 서울대학출판부, 1980.
6. 김정진: 생리학. 고문사, 1982.
7. 김창규, 이강평, 정성대, 홍양자 역: 체육과 운동경기의 생리학적 기초. 동양문화사, 1983.
8. 김철준: 유산소성 운동이 일반인의 건강에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 6:2, 1988.
9. 박철빈, 신길수: 체력육성의 과학적 기초. 형설출판사, 1982.
10. 이권전: 달리기와 심장. 대한스포츠임상의학회지, 1:1, 1983.
11. 인주철: 달리기와 근육. 대한스포츠임상의학회지, 1:1, 1983.
12. 신길수, 박철빈, 伊坂忠夫, 石井喜八: 핸드볼 경기 중 선수 혈중유산의 소장. 체력과학연구, 원광대학교부설 체력과학연구소, 1988.
13. 조명진: 스포츠 생리학. 고문사, 1985.
14. 허성호: 호흡기계통의 운동처방. 대한스포츠의학회지, 5:2, 1987.
15. Åstrand, P.O., Rodahl, K.: Textbook of Work Physiology. 김진원 역, 동화문화사, 1980.
16. Hansen, P.G.: Exercise, In Taylor, R.B. et al: Health Promotion. ACC Connecticut, 1982.
17. Morris, A.F.: Sports Medicine. Iowa, Wm. C. Brown Publishers, 1984.
18. Roux, W.: Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd1, Funkt, Anpassung, Leipzig, 1985.