

2025 중등 교원 임용 시험 대비

권은성 ZOOM 전공체육

운동생리학 트레이닝론

권은성 편저

박문각 임용

동영상강의 www.pmg.co.kr



PART

01

운동생리학

Chapter 01 인체 내부 환경조절

- 01. 항상성: 역동적 안정성 ... 11
- 02. 신체 조절체계 ... 11
- 03. 조절체계 원리 ... 12

Chapter 02 신경계

- 01. 일반적 신경계 기능 ... 14
- 02. 신경계 조직 ... 15
- 03. 감각정보와 반사 ... 21
- 04. 신체 운동기능 ... 23
- 05. 전정기관(vestibular apparatus) ... 24
- 06. 뇌의 운동조절 ... 24
- 07. 척수의 운동기능 ... 25
- 08. 자율신경계 ... 25
- 09. 운동에 의한 두뇌건강 향상 ... 26

Chapter 03 내분비계

- 01. 신경내분비학 ... 27
- 02. 호르몬: 조절과 기능 ... 29
- 03. 운동 시 기질 동원을 위한 호르몬 조절 ... 34

Chapter 04 생체에너지학

- 01. 생체에너지학(bioenergetics)의 기본 개념 ... 42
- 02. 생물학적 에너지 전환 ... 43
- 03. 운동 에너지원 ... 45
- 04. 고에너지 인산염: 아데노신 3인산 ... 46
- 05. 생체에너지학 ... 47
- 06. 생체에너지 조절 ... 51
- 07. 유산소성 및 무산소성 ATP 생산의 상호작용 ... 52

Chapter 05 운동대사

- 01. 안정에서 운동으로 전환 ... 53
- 02. 운동 후 회복기: 대사적 반응 ... 55
- 03. 운동에 따른 대사적 반응:
운동강도와 지속시간의 영향 ... 58
- 04. 운동 중 연료이용 평가 ... 61
- 05. 연료선택 결정 요인 ... 62

Chapter 06 골격근계

- 01. 골격근 구조 ... 66
- 02. 근신경 연결 ... 67
- 03. 근수축 ... 68
- 04. 섬유 형태 ... 74
- 05. 근수축 형태와 근수축 형태의 기계적 특성 ... 77
- 06. 근수축과 이완속도 ... 79

07. 근육의 힘 조절	... 80
08. 힘-속도 / 파워-속도의 관계	... 82
09. 근통증	... 82

Chapter 07 순환계

01. 심혈관계	... 84
02. 심장: 심근과 심장주기	... 85
03. 심박출량	... 88
04. 혈액 동역학	... 92
05. 운동 중 근육으로 산소 운반	... 94
06. 운동 중 순환반응	... 97
07. 운동에 대한 심혈관 반응 조절	... 99

Chapter 08 호흡계

01. 폐 기능	... 100
02. 호흡계 구조	... 101
03. 호흡 원리	... 102
04. 폐에서의 환기	... 104
05. 폐용적과 폐용량	... 105
06. 가스 확산	... 106
07. 혈액의 산소와 이산화탄소 운반	... 107
08. 환기와 산-염기 조절	... 110
09. 운동 중 호흡과 혈액-가스 변화	... 111
10. 호흡조절	... 113

Chapter 09 운동 중 산-염기 평형

01. 산, 염기, 산도	... 115
02. 근육 내 수소이온 증가의 영향	... 116
03. 산-염기 평형조절	... 116
04. 운동 중 산-염기 평형조절	... 117

Chapter 10 체온조절

01. 운동 중 열평형	... 118
02. 열생성과 열손실	... 118
03. 인체 온도조절: 시상하부	... 120
04. 적절한 환경조건에서 최대하 강도 지속운동 중 체온 변화	... 121
05. 고온 환경에서 운동	... 121
06. 저온 환경에서 운동	... 123

Chapter 11 훈련생리학

01. 훈련의 원리	... 124
02. 훈련의 연구와 결과	... 125
03. 지구성 트레이닝에 의한 최대산소섭취량 증가	... 126
04. 지구력 훈련: 경기력과 항상성에 미치는 영향	... 127
05. 지구력 훈련: 근육과 계통생리학	... 131

차례

Chapter 12 일·파워·에너지소비량 측정

- 01. 측정단위 ... 135
- 02. 일과 파워 ... 136
- 03. 일과 파워 측정 ... 137
- 04. 에너지소비량 추정 ... 138
- 05. 운동효율성 ... 141

Chapter 04 경기력 영향 요인

- 01. 피로 ... 156
- 02. 최대 무산소성 운동 제한 요인 ... 157
- 03. 최대 유산소성 운동 제한 요인 ... 158

Chapter 05 근력 트레이닝과 적응

- 01. 트레이닝 계획 ... 160
- 02. 근육계 적응 ... 161

PART

02 트레이닝과 운동처방

Chapter 01 트레이닝 이론 기초

- 01. 트레이닝의 개념 ... 146
- 02. 체력의 요소 ... 146

Chapter 02 트레이닝 처방과 절차

- 01. 체력의 진단 ... 148
- 02. 처방의 기본 원리 적용 ... 149
- 03. 부하 운동 처방요소 ... 150
- 04. 효과의 판정 ... 154
- 05. 부하 운동의 재처방 ... 154

Chapter 03 준비운동과 정리운동

- 01. 준비운동의 필요성 ... 155
- 02. 준비운동과 정리운동의 효과 ... 155

Chapter 06 운동관련 체력 트레이닝과 적응

- 01. 조정력 ... 162
- 02. 유연성 ... 163

Chapter 07 주 에너지시스템에 따른 트레이닝과 적응

- 01. 무산소성 파워 향상 트레이닝 ... 166
- 02. 무산소 트레이닝에 의한 적응 ... 166
- 03. 유산소성 파워 향상 트레이닝 ... 167
- 04. 유산소 트레이닝에 대한 적응 ... 169

Chapter 08 트레이닝 효과

- 01. 에너지대사 ... 171
- 02. 근육계 ... 172
- 03. 신경계 ... 173
- 04. 호흡계 ... 173
- 05. 순환계 ... 174

Chapter 09 고지대 트레이닝과 적응

- 01. 고지 환경 ... 176
- 02. 고지대에서의 운동 ... 176

Chapter 03 소비자 보건

- 01. 소비자 보건의 이해 ... 190
- 02. 흡연과 건강 ... 191
- 03. 음주와 건강 ... 192
- 04. 약물 오·남용과 건강 ... 193

PART
03 보건

Chapter 01 건강

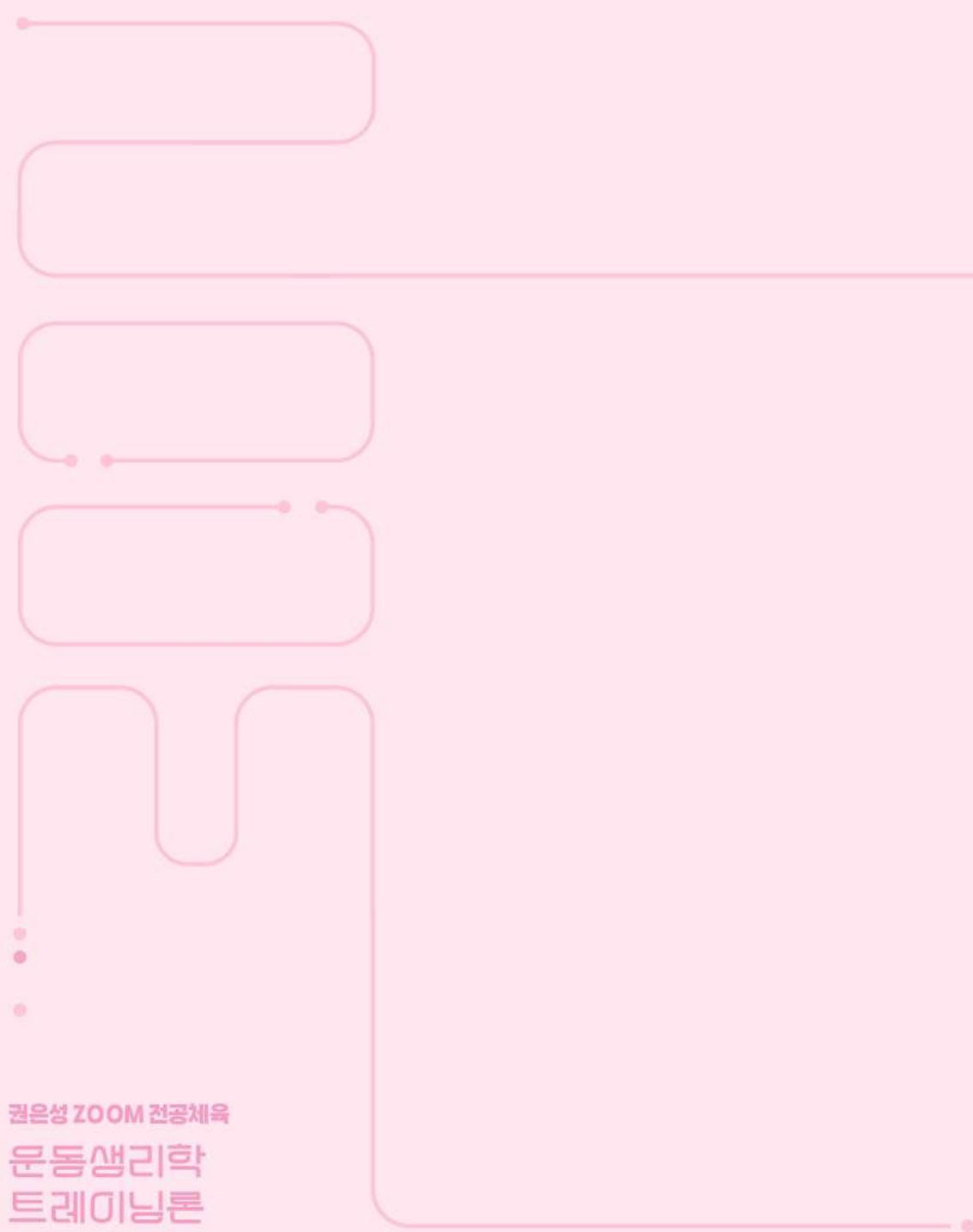
- 01. 건강의 의미와 관리 ... 180
- 02. 운동과 건강 ... 180

Chapter 02 공중 보건

- 01. 공중 보건의 의미와 수준 ... 181
- 02. 질병 발생과 요인 ... 182
- 03. 감염병의 원인과 예방 ... 183
- 04. 성인병의 원인과 예방 ... 185
- 05. 환경과 건강 ... 188
- 06. 자연환경과 건강 ... 189
- 07. 지구 환경 문제와 대책 ... 189

Chapter 04 안전

- 01. 운동 상해 ... 195
- 02. 응급처치 ... 197



권은성 ZOOM 전공체육
운동생리학
트레이닝론

PART

01

운동생리학

- Chapter 01 인체 내부 환경조절
- Chapter 02 신경계
- Chapter 03 내분비계
- Chapter 04 생체에너지학
- Chapter 05 운동대사
- Chapter 06 골격근계
- Chapter 07 순환계
- Chapter 08 호흡계
- Chapter 09 운동 중 산-염기 평형
- Chapter 10 체온조절
- Chapter 11 훈련생리학
- Chapter 12 일·파워·에너지소비량 측정

01 생체에너지학(bioenergetics)의 기본 개념

1. 대사작용 (metabolism)	(1) 유형	<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <th>동화작용</th> <th>이화작용</th> </tr> <tr> <td>분자 합성</td> <td>분자 분해</td> </tr> </table>	동화작용	이화작용	분자 합성	분자 분해
	동화작용	이화작용				
분자 합성	분자 분해					
(2) 생체 에너지학	<ol style="list-style-type: none"> 유기화합물(탄수화물, 지방, 단백질) 분해를 통한 에너지 생산 과정 연구 근수축 지속에 요구되는 에너지 생산 경로 파악 					
2. 화합물의 유형	(1) 유기 화합물	<ol style="list-style-type: none"> 탄소 함유 화합물 단백질, 지방, 탄수화물 				
	(2) 무기 화합물	<ol style="list-style-type: none"> 탄소를 함유하지 않는 화합물 물 				
3. 세포구조	(1) 세포막 (원형질막)	<ol style="list-style-type: none"> 외부 환경으로부터 세포를 구분시키는 반투과성 장벽 세포 내외부로 여러 형태 기질의 통과 조절 				
	(2) 핵	<ol style="list-style-type: none"> 단백질 합성 조절 세포 구성과 세포 활동 조절 				
	(3) 세포질	<ol style="list-style-type: none"> 세포질 내 미토콘드리아는 유산소 과정을 통한 에너지 생산 세포질에서는 무산소 과정을 통한 에너지 생산 				

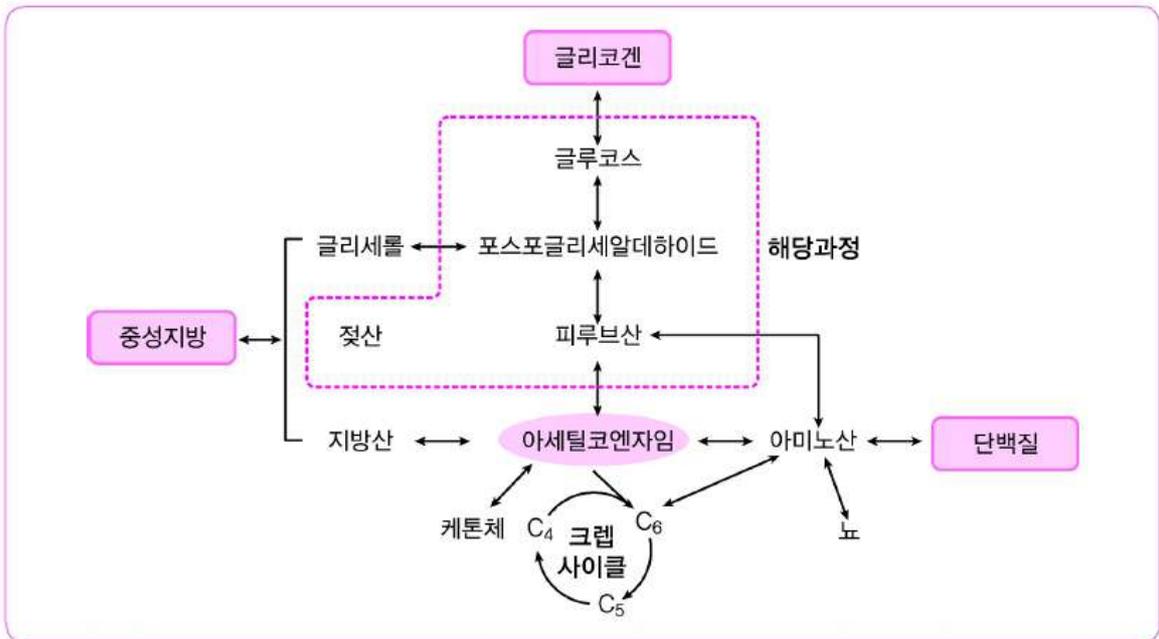
02 생물학적 에너지 전환

<p>1. 세포의 화학적 반응</p>	<p>(1) 연결반응</p>	<p>① 세포 내부에서 하나의 반응으로 유리된 자유에너지로 다음 반응 추진 ② 에너지 생산반응은 에너지 소비반응 유도</p>							
	<p>(2) 산화-환원 반응</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>① 반응 유형</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">산화(oxidation)</th> <th style="width: 50%;">환원(reduction)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 분자와 원자의 전자 제거 과정 • 수소원자 제거 과정 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 분자와 원자의 전자 추가 과정 • 수소원자 추가 과정 </td> </tr> </tbody> </table> <p>② 산화와 환원 형태</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">산화(oxidation)</th> <th style="width: 50%;">환원(reduction)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NAD, FAD</td> <td>NADH, FADH</td> </tr> </tbody> </table>	산화(oxidation)	환원(reduction)	<ul style="list-style-type: none"> • 분자와 원자의 전자 제거 과정 • 수소원자 제거 과정 	<ul style="list-style-type: none"> • 분자와 원자의 전자 추가 과정 • 수소원자 추가 과정 	산화(oxidation)	환원(reduction)	NAD, FAD
산화(oxidation)	환원(reduction)								
<ul style="list-style-type: none"> • 분자와 원자의 전자 제거 과정 • 수소원자 제거 과정 	<ul style="list-style-type: none"> • 분자와 원자의 전자 추가 과정 • 수소원자 추가 과정 								
산화(oxidation)	환원(reduction)								
NAD, FAD	NADH, FADH								
<p>2. 효소 (enzyme)</p>	<p>(1) 기능</p>	<p>① 인체 내 세포의 화학반응 속도 조절</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>비촉매반응</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>촉매반응</p> </div> </div> <p>② 촉매반응</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>활성화 에너지 감소 → 세포 화학반응 속도 조절 → 에너지 산출 비율 증가</p> </div>							

04 고에너지 인산염 : 아데노신 3인산(adenosine triphosphate, ATP) 2012년 39번



1. 근수축을 위한 즉각적인 에너지원
2. ATPase 효소에 의해 분해되어 방출되는 에너지로 근수축
3. 탄수화물, 단백질, 지방대사를 통한 ATP 생성



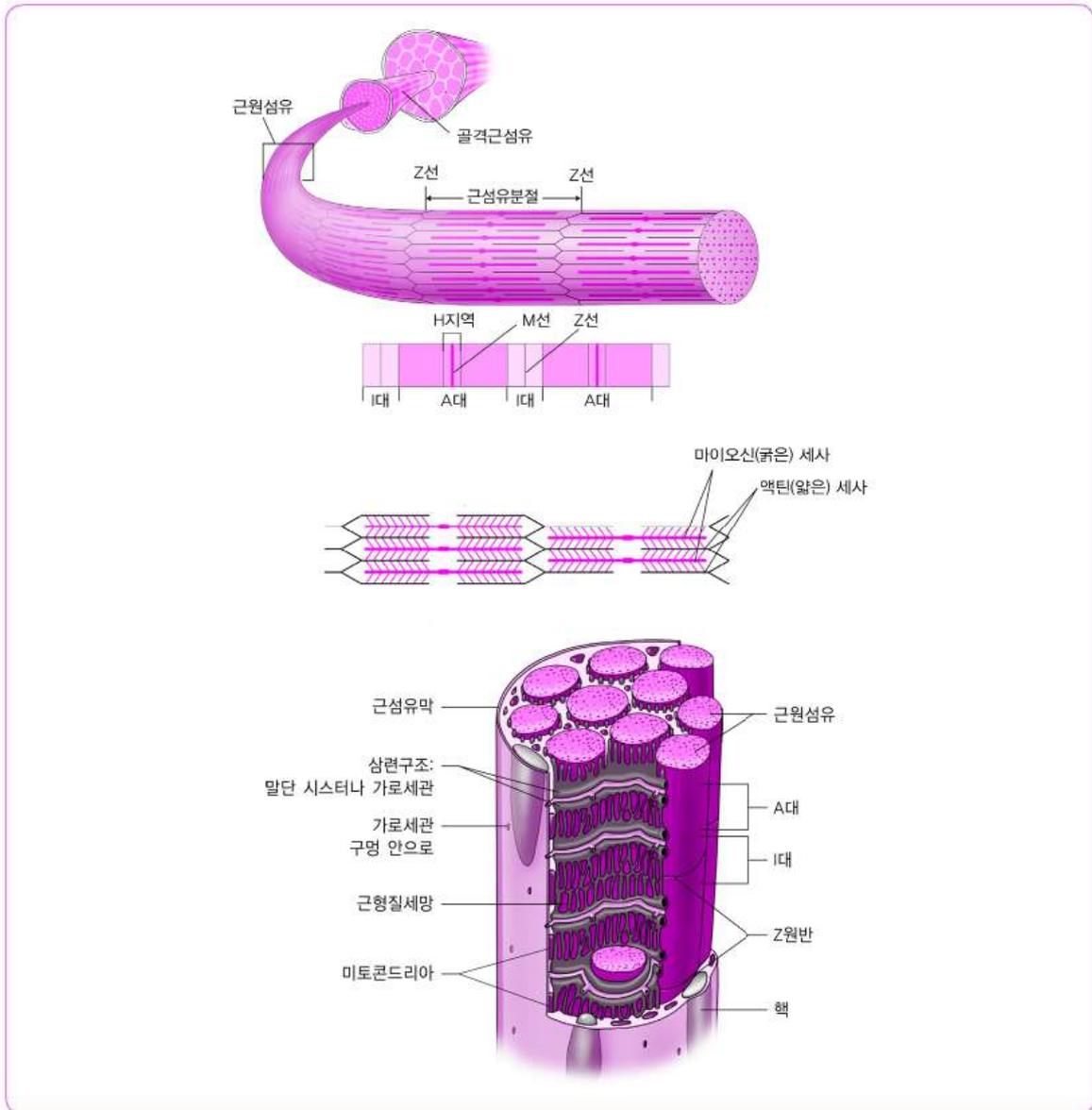
구분	인원질 시스템	젖산 시스템	유산소성 시스템
음식/화학적 연료	크레아틴염	글리코겐	글리코겐, 지방, 단백질
산소 사용 여부	×	×	○
반응속도	가장 빠름	빠름	느림
상대적 ATP 생성량	매우 적음	매우 적음	많음

05 생체에너지학 1999년 4번 / 2004년 12번 / 2011년 2차 4번 / 2018년 B 5번

1. 무산소성 과정

<p>(1) ATP-PC 시스템 (인원질 시스템)</p>	<div style="text-align: center; border: 1px solid gray; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> $\text{PCr} \xrightarrow{\text{creatine kinase}} \text{Pi} + \text{Creatine} + \text{에너지}$ $\text{ADP} + \text{Pi} \xrightarrow{\text{에너지}} \text{ATP}$ </div> <ol style="list-style-type: none"> ① 운동 시작과 함께 크레아틴키나아제에 의한 ATP 생성 ② 근육세포 PC의 저장 제한으로 제한적 ATP 생산 ③ 운동 시작과 5초 이내 고강도 운동에서 근수축에 필요한 절대적 에너지 제공 과정 ④ 운동 종료 후 PC 보충 ⑤ 50m 달리기, 높이뛰기, 역도경기, 미식축구, 10m 달리기 등의 짧고 강한 운동에서 요구되는 에너지의 주도적 생산과정 ⑥ PC 고갈에 의한 짧고 강한 운동 제한 ⑦ 크레아틴 섭취로 운동능력 향상 가능
<p>(2) 젖산 시스템 (해당과정)</p>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <ol style="list-style-type: none"> ① 포도당 또는 당원 분해로 젖산 또는 피루브산 형성 ② 근형질 내에서 포도당 한 분자당 2개의 순수한 ATP와 피루브산 또는 젖산 2분자 생산 ③ 포도당 연료 2ATP, 당원 연료 3ATP 생산 ④ 적정량의 NAD에 의한 수소 수송으로 해당작용을 통한 에너지 생산 가능 ⑤ 산소가 충분하면 NADH가 미토콘드리아로 이동하여 유산소성 ATP를 생산하고, 산소가 불충분하면 피루브산은 수소이온과 결합되어 젖산 형성

03 근육축



📍 골격근 기능과 관련된 용어

골격근의 주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> • 운동과 호흡 • 자세 유지 • 체온 유지
기점과 착점	<ul style="list-style-type: none"> • 기점: 근육이 수축하는 동안 움직이지 않는 뼈에 부착된 근육 • 착점: 근육이 수축하는 동안 움직이는 뼈에 부착된 근육
관절각 크기와 관련된 근육	<ul style="list-style-type: none"> • 굴근(flexor): 관절각을 작게 하는 근육 • 신근(extensor): 관절각을 크게 하는 근육

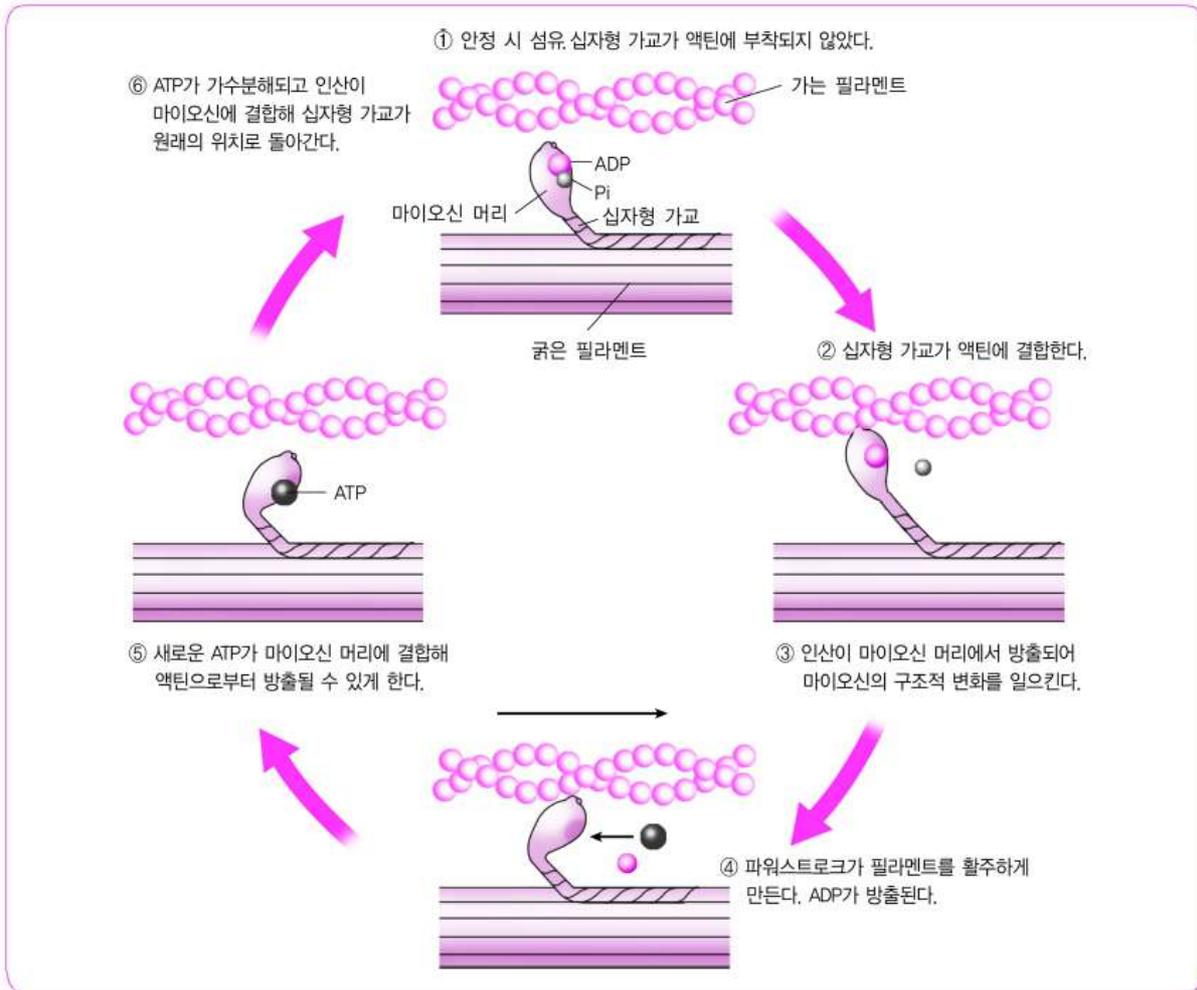
1. 근세사 활주모델 이론의 개요

⊕ 골격근 수축 시 짧아지는 근절

이완된 근절과 수축 후의 근절의 모습. 근절이 이완된 상태에서 수축할 시, Z라인이 서로 가까워지는 모습을 볼 수 있다.

⊕ 트로포닌, 트로포마이오신, 마이오신 십자형 가교, 칼슘의 상관관계

전공체육2권-082.ai



🔗 근섬유의 활주와 근육수축을 발생시키는 십자형 가교 사이클의 단계별 설명

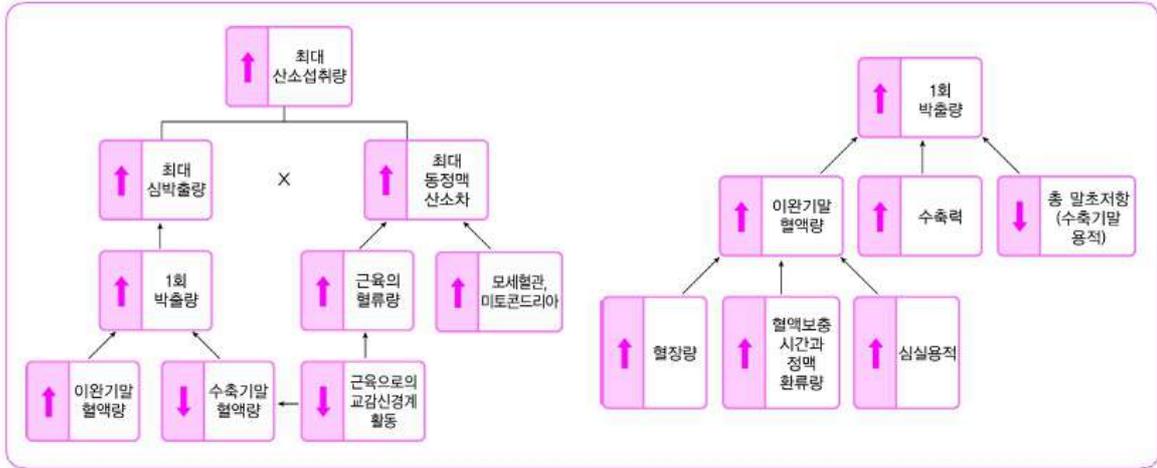
1단계	십자형 가교가 부착되지 않은 안정 시 근섬유를 나타낸다.(예 칼슘은 근소포체에 남아 있다.)
2단계	근소포체로부터 칼슘이 방출된 다음에 일어나는 액틴에 대한 마이오신 십자형 가교의 부착을 나타낸다.
3단계	마이오신 머리로부터 무기인산(Pi)의 방출을 나타낸다. 이것은 마이오신의 위치 이동을 야기한다.
4단계	파워스트로크를 설명한다. 파워스트로크는 마이오신 십자형 가교가 액틴을 안쪽으로 당기게 하고 액틴/마이오신 필라멘트가 서로 미끄러져 섬유 단축을 일으킨다. ADP 또한 이 단계에서 방출된다는 것을 주목해야 한다.
5단계	마이오신 머리에 대한 새로운 ATP 분자의 결합을 나타낸다. 이것은 액틴으로부터 마이오신 십자형 가교의 방출을 일으킨다.
6단계	마이오신 십자형 가교를 원래 위치로 되돌리는 ATP의 분해(가수분해)를 나타낸다.



2. 근수축

<p>(1) 근세사 활주 모델 이론의 개요</p>	<p>① 근세사의 구조적 변화</p>	<p>㉠ 칼슘과 트로포닌 결합 → 액틴과 마이오신 결합으로 십자형 가교 형성 → 장력 발생 ㉡ A대 길이 무변, Z~Z 길이 감소, I대와 H대의 폭 감소</p>
<p>(2) 수축을 위한 에너지</p>		<div style="text-align: center;"> <p>✦ 근육 수축을 위한 ATP 공급</p> </div>
<p>(3) 자극 - 수축 결합 조절 2009년 27번 / 2015년 A 6번</p>	<p>① ATP</p> <p>② 장력 생성</p>	<p>㉠ 마이오신 머리의 ATP 저장 ㉡ ATP → ADP + P에서 방출된 에너지로 십자형 가교 형성</p> <p>㉠ 안정 시 대비 근육 길이 감소 ㉡ 지속적인 십자형 가교 형성</p>
<p>(3) 자극 - 수축 결합 조절 2009년 27번 / 2015년 A 6번</p>	<p>① 자극 - 수축 단계</p> <p>② 자극 - 수축 결합 조절 요인</p>	<p>㉠ 자극 단계 근신경 연결 공간 아세틸콜린 방출 → 말판전위 근육세포 탈분극 → 근형질세망 칼슘 방출</p> <p>㉡ 수축 단계 트로포닌과 칼슘 결합 → 트로포마이오신 위치 변화 → 마이오신 머리의 ATP 분해를 통한 에너지 방출 → 액틴과 마이오신 결합(십자형 가교 형성)</p> <p>㉠ 신경자극 ㉡ 아세틸콜린 ㉢ 칼슘</p>
<p>(4) 근피로 요인 2008년 14번 / 2018년 B 5번</p>		<p>400m 전력 질주(대략 60초 이내)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수소, 젖산 축적 • ADP, 무기인산염, 근육 내 활성 산소 축적 <p>마라톤(2~4시간 지속)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 근글리코겐 고갈 • 근육 내 활성산소 축적 • 근육 세포 외 전해액 항상성장애 • 중추신경피로

03 지구성 트레이닝에 의한 최대산소섭취량 증가 2002년 14번 / 2004년 13번 / 2009년 2차 3번 / 2013년 19번 / 2013년 2차 4번 / 2020년 A 7번 / 2021년 B 6번



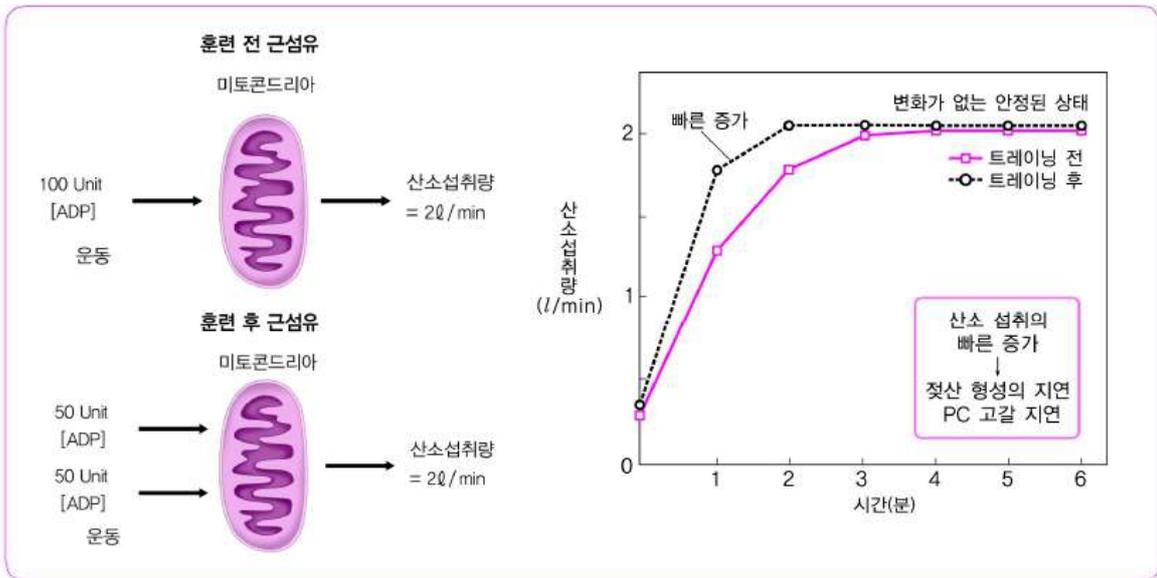
1. 1회 박출량	(1) 이완기말 용적 증가	① 좌심실 크기 증가 ② 안정과 최대하 운동 중 심박수 감소로 심실혈액 유입 시간 지연 ③ 혈장량 증가
	(2) 심장수축력 향상	심근 자체 수축력 증진
	(3) 수축기말 용적 감소	① 총말초저항 감소에 의한 수축기말 용적 감소 <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> $평균동맥압 = 심박출량 \times 총말초저항$ </div> ② 일정한 평균동맥압 유지 수준에서 1회 박출량 증가 ③ 소동맥 혈관 저항 감소와 모세혈관 밀도 증가에 의한 총말초저항 감소 ④ 근육 소동맥 교감신경에 의한 혈관수축 작용 감소로 말초저항 감소 ⑤ 근육 소동맥 저항 감소 \rightarrow 평균동맥압 유지 \rightarrow 수축기말 용적 감소 \rightarrow 근혈류량 증가
2. 동정맥 산소차	(1) 산소 운반과 확산 증가	① 혈장량 증가 ② 모세혈관 밀도 증가에 의한 근혈류 증가(단, 근 1kg당 혈류 속도는 최대운동 중 무변) ③ 모세혈관 밀도 증가와 미토콘드리아 수·크기 증가에 의한 산소 확산 거리 감소로 산소의 충분한 확산 ④ 모세혈관 밀도 증가에 의한 느린 혈류속도로 산소의 충분한 운반과 확산
	(2) 산소이용 능력 증가	① 미토콘드리아 수·크기 증가 ② 산화과정 능력 증대

04 지구력 훈련 : 경기력과 항상성에 미치는 영향

1. 근섬유 효율성과 모세혈관 밀도 증가

(1) 근섬유 효율성	① 빠른 마이오신 감소와 느린 마이오신 증가 ② 기계적 에너지 효율성 증가 ③ 일정하게 발휘된 장력에서 ATP 소비 감소
(2) 모세혈관 밀도 증가	① 산소 확산 거리와 근섬유 내 기질 전송 거리 감소 ② 대사폐기물의 제거력 증가

2. 골격근 섬유 미토콘드리아 증가



(1) 미토콘드리아 크기·수 증가	① 일정 부하 운동에서 낮은 ADP 농도로 유산소성 ATP 생성 ② 효율적 ATP 생성 <ul style="list-style-type: none"> • 산화효소 증가 • 산화적 인산화 과정의 조기 활성화 • 세포질에서 미토콘드리아까지 ADP의 효율적 수송
(2) 운동 초기 산소결핍 감소	① 산소의 빠른 이용과 수송 ② 일정강도 운동에서 크레아틴 고갈 감소(저장량 증가) ③ 일정강도 운동에서 해당과정 의존 감소로 수소와 젖산 감소 ④ 빠른 항정상태 도달



2023 고객선택브랜드지수 1위
교육서비스 부문



2020 한국 산업의 1등
브랜드 대상 수상



2017 대한민국 고객만족
브랜드 대상 수상



2022 한국 브랜드 만족지수 1위
교육(교육서비스)부문 1위



2019 한국 우수브랜드평가대상
교육브랜드 부문 수상



2017 한국소비자선호도 1위
브랜드 대상 수상



2021 대한민국 소비자 선호도 1위
교육부문 1위 선정



2018 대한민국 교육산업 대상
교육서비스 부문 수상



브랜드스탁 BSTI
브랜드 가치평가 1위

권은성 ZOOM 전공체육 운동생리학 트레이닝론



www.pmg.co.kr

정가 13,500원



9 791169 876872

ISBN 979-11-6987-687-2

SET 979-11-6987-684-1

• 교재 관련 문의 02-6466-7202 • 학원 관련 문의 02-816-2030 • 동영상 강의 문의 02-6466-7201