



BIOENERGETIKA

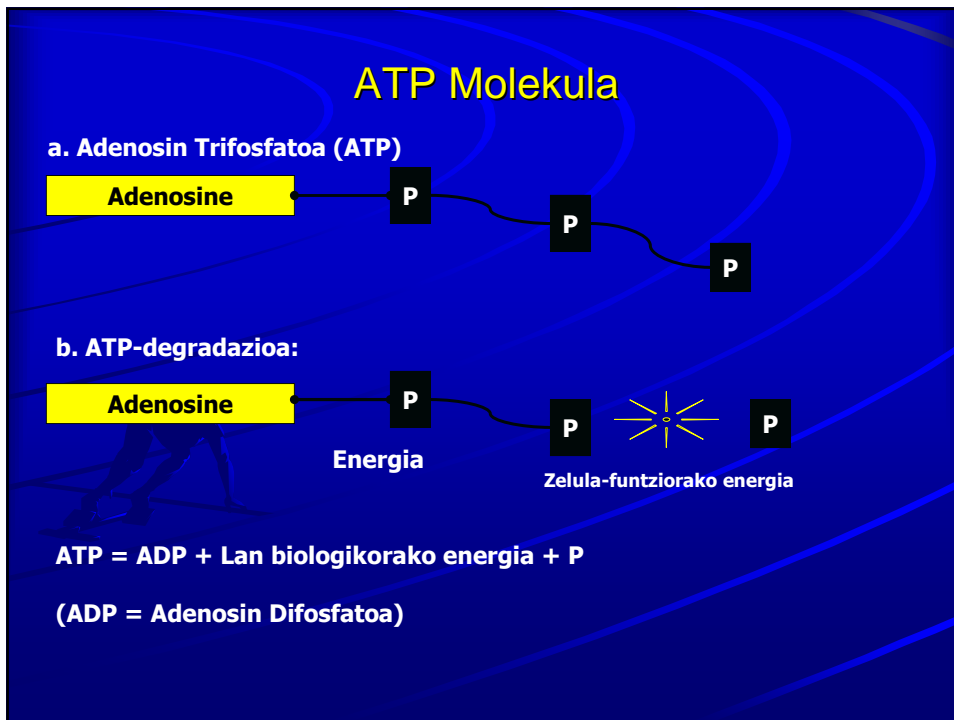
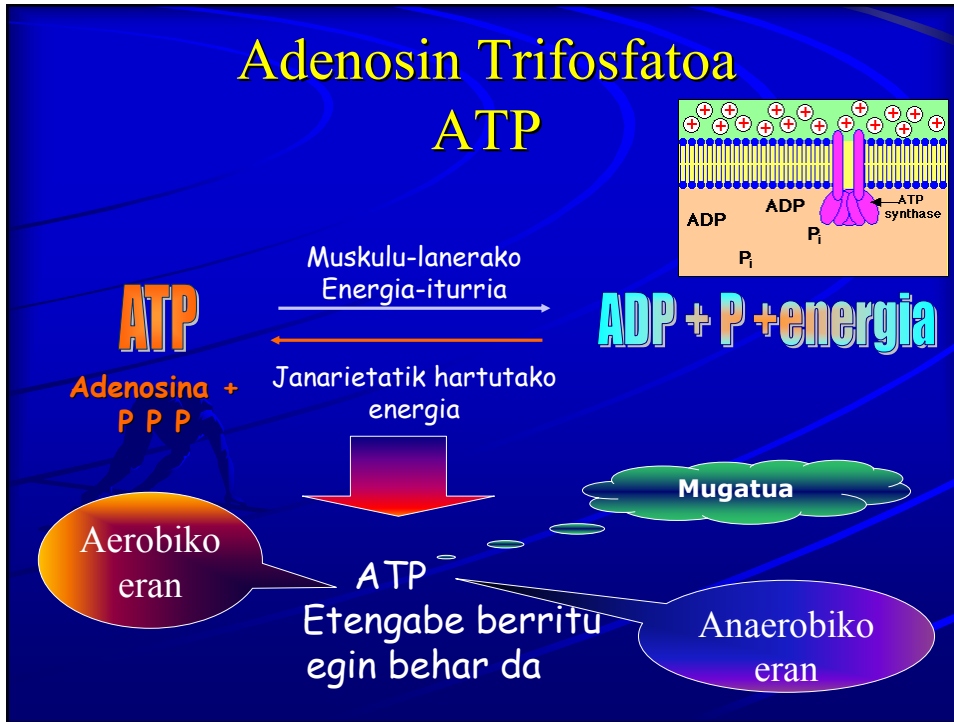
1.1. GAIA. Bide metabolikoak Jarduera Fisikoan: Nekea



Potentzia sistemak vs energia sistemak

- ✦ Sistema horien lehenengo funtzioa jarduera fisikorako edo kirolerako potentzia produzitzea da.
- ✦ Sistema fisiologiko baten ekoizpena produzitu ahal duen potentzia bezala kuantifikatu behar da, eta ez bakarrik muskulu-lanerako energia-kantitate erabilgarria bezala.

Hawley J., Burke L. Peak Performance. 1998. pp 36





ATP-ren berriztatzea bide anaerobikoaren bidez

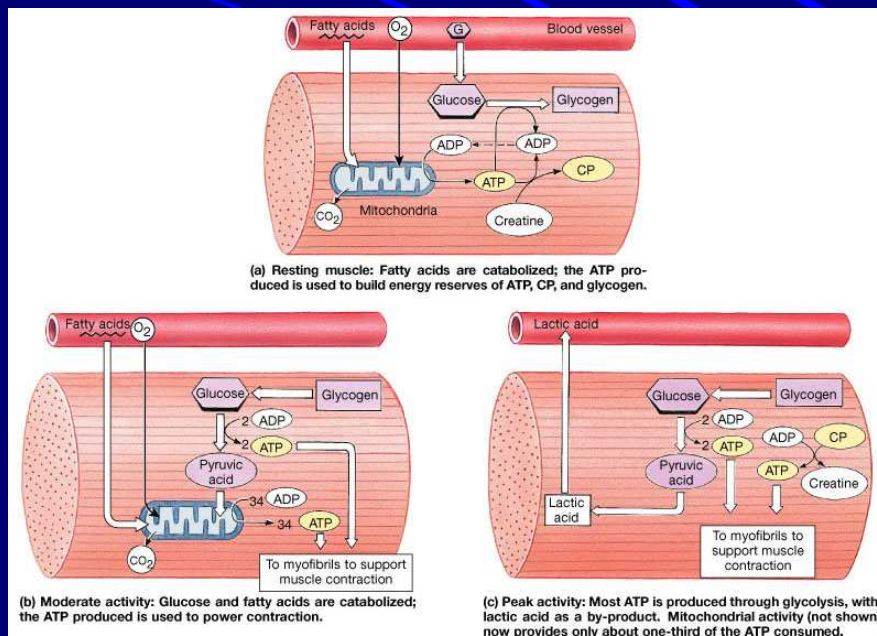
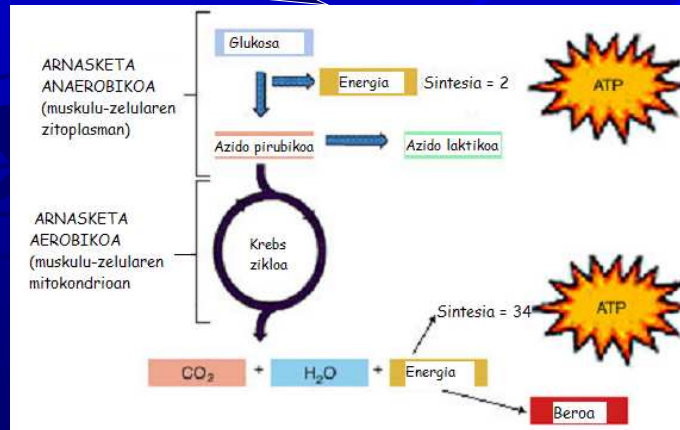
- ◆ Oxigenorik gabe.
- ◆ Ez dago egoera egonkorrarik: O_2 beharra ATP-erresintesiaren ekarpena baino handiagoa da
 - Bide anaerobiko ez-laktikoa:
 - ◆ Erregaiak: fosfagenoak (ATP-Pc).
 - ◆ Ez da azido laktikorik metatzen.
 - Bide anaerobiko laktikoa:
 - ◆ Erregaia: glukogenoa.
 - ◆ Etengabeko azido laktikoaren eraketa eta metaketa, azidifikazioa sortzen.

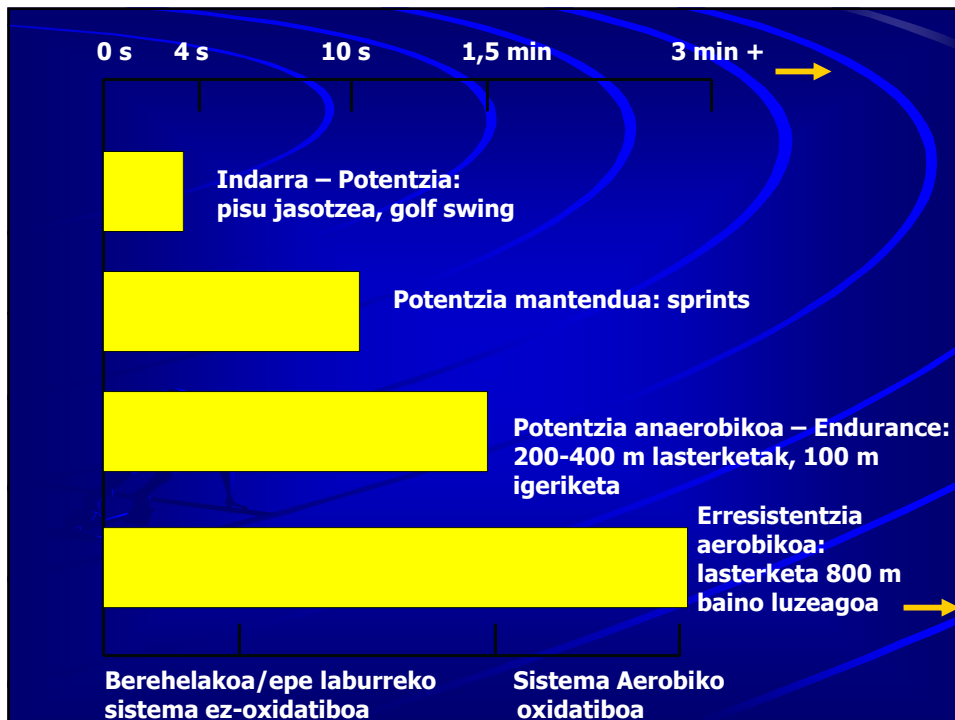
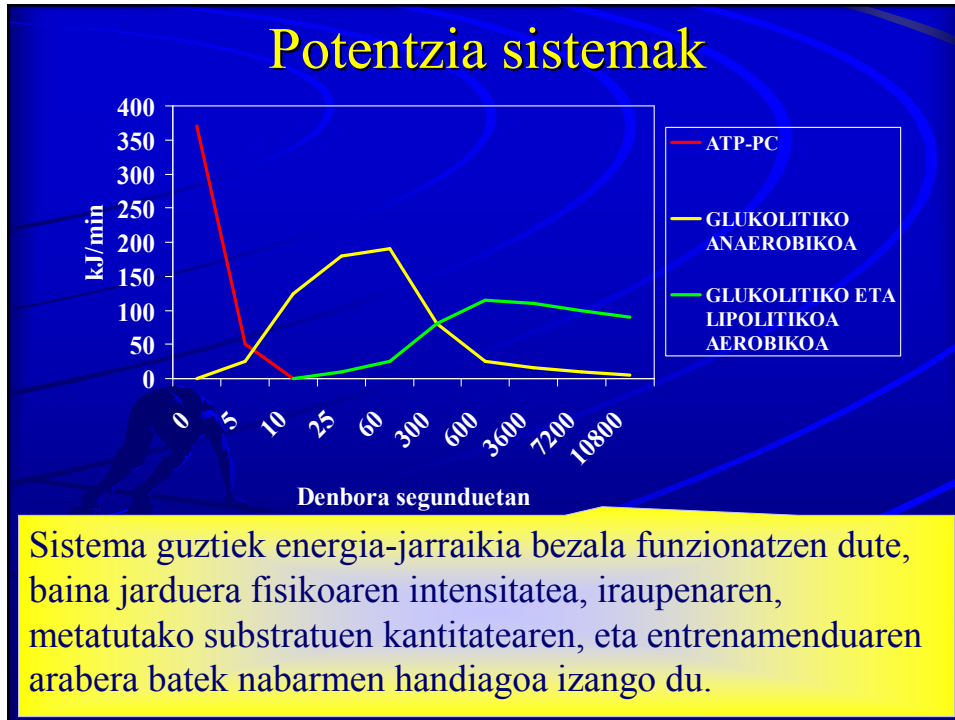
ATP-ren berriztatzea bide aerobikoaren bidez

- ◆ Oxidazio-prozesua: beti oxigenoaren presentziarekin (O_2) – fosforilazio oxidatiboa edo zelulako oxidazioa.
- ◆ Bihotz-arnasketa sistemak muskulu-uzkurdurako O_2 hornitzen du.
- ◆ Egoera egonkorra: kontsumitutako O_2 kantitatearen eta sintetizatutako ATP-ren arteko oreka.
- ◆ Erregaiak: glukogenoa eta lipidoak.

Muskulu eskeletikoaren ATP-ekoizpena

Hemoglobinarekin bitartez odol-zelula gorrietan birriketatik ekarritako oxigenoa mioglobinarekin bitartez muskulu-zeluletan metatzen da.





**KREATINA-
JFKIFI:
glosategia**

Bide anaerobiko ez-laktikoa: Fosfageno-sistema

- ✦ Muskulu-zuntzen barruan metatutako ATP eta Pc erabiltzen du.
- ✦ Sei segundutara arteko indar eta abiadura-esfortzurako energia ematen du.
- ✦ Intentsitate handiko eta iraupen motzeko jardueretan.
- ✦ Muskulu eskeletikoan, ATP-erabilpena potentziaren iturria moduan, Pc-ren bitartez resintesia du berekin: P_i bat ADP-ri ematea.



ATP-beheralako resintesia Pc-aren bitartez

a. Fosfo Kreatina (Pc)

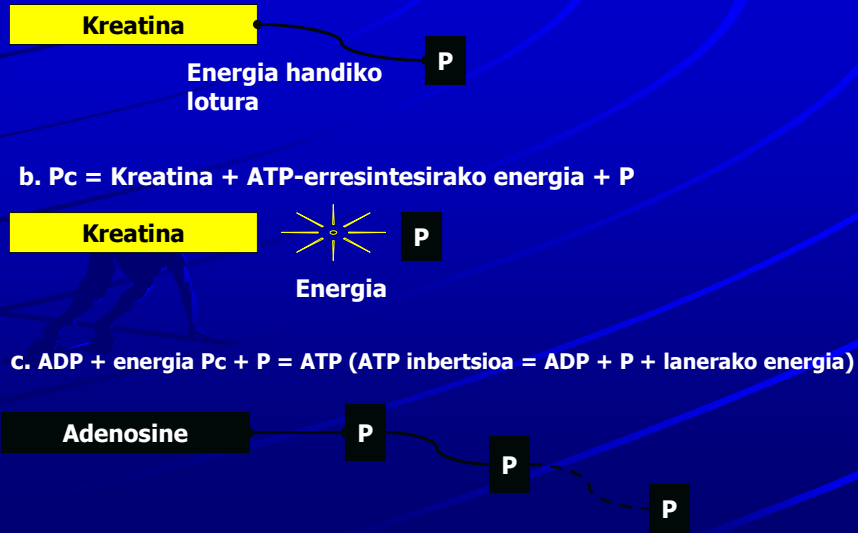
Kreatina + **P** → **Energia handiko lotura**

b. $Pc = \text{Kreatina} + \text{ATP-erresintesisirako energia} + P$

Kreatina + **Energia** + **P**

c. $ADP + \text{energia Pc} + P = \text{ATP}$ (ATP inbertsioa = $ADP + P + \text{lanerako energia}$)

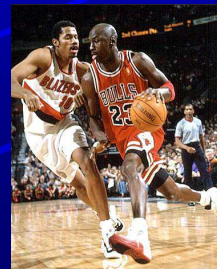
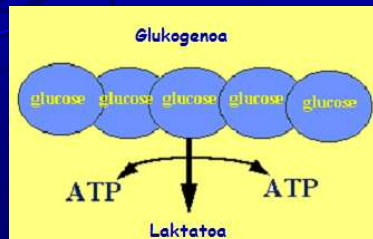
Adenosine + **P** + **P** + **P**





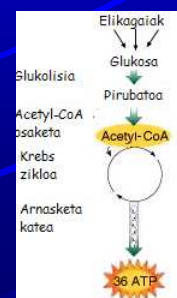
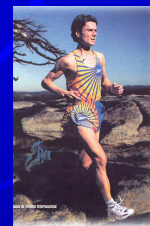
Bide anaerobiko laktikoa: Sistema glukolitiko anaerobikoa

- ✦ KHO-en degradazioa oxigenorik gabe: oxigeno-independentea.
- ✦ Intentsitate handiko esfortzuetan oso azkar aktibatzen da, eta 2 minutura arteko gutxi gorabehera mantentzen da.
- ✦ Jarduera fisikoa luzatzen den neurrian sistema honen ekarpena gero eta txikiagoa da.
- ✦ Azido laktikoaren ekoizpenarekin lotzen da, eta bere askapena odolera (glukoneogenesisia edo Cori Zikloa).



Bide aerobikoa: Sistema glukolitiko eta lipolitiko aerobikoa

- ✦ KHO-en eta gantzen degradazioetatik muskulu-uzkurdurako potentzia ematen dute, beti oxigenoaren presentziarekin.
 - Intentsitate handiko 2-3 orduko jarduera fisikoa: sistema glukolitiko aerobikoa.
 - Jarduera fisiko luzeagoak eta intentsitate txikiagoak: sistema lipolitiko aerobikoa.
- ✦ Jarduera fisikoan zehar gantzen erabilketak, KHOekin konparatuz, faktore batzuren arabera aldatzen du:
 - Gaitasun fisikoaren maila.
 - Jarduera fisikoaren intentsitate eta iraupena.
 - Kirolariaren dieta.





Beraz, zerk eragiten du nekea?

✓ NEKEA: ezintasuna potentzia edo abiadura zehaztua mantentzeko.

- ◆ PCr-deplekzioa.
- ◆ Glukogenoaren deplekzioa.
- ◆ Produktu metabolikoen metaketa: ADP, H⁺ metaketa.
- ◆ Neke neuromuskularra.



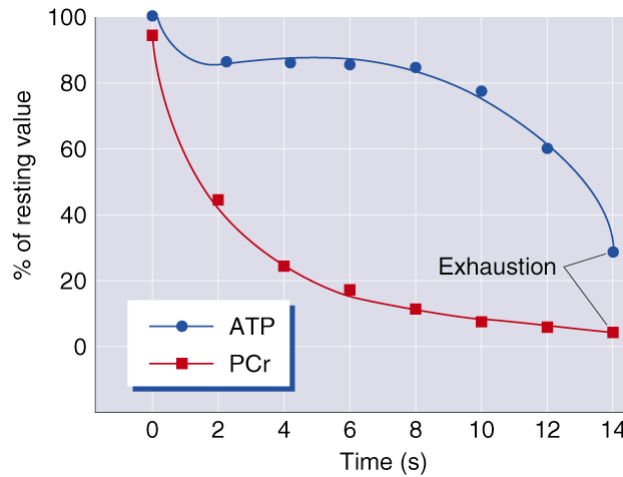
Fosfagenoen deplekzioa

- ◆ Fosfagenoen deplekzioa nekearekin erlazionatuta intentsitate handiko eta iraupen laburreko ariketan zehar.



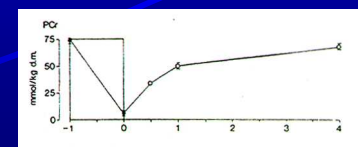
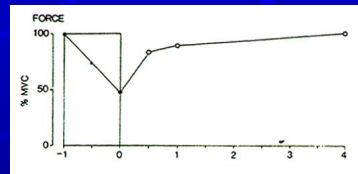
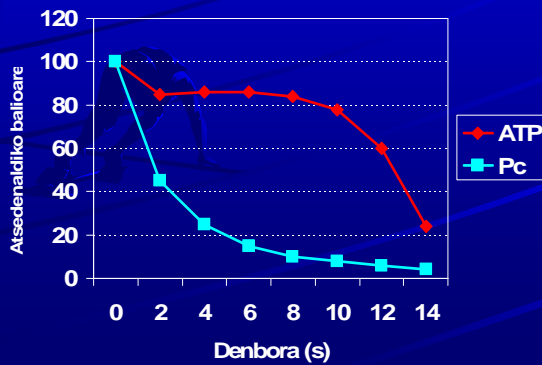


ATP AND PCr DURING SPRINTING



Fosfagenoen deplekzioa

- Behin Pc erreserbak deplekzionatuta egon, ATP-kontzentrazioa erortzen da.



Adapted from: Sahlin K. (1986) Metabolic changes limiting muscle performance. In: B Saltin (Ed) Biochemistry of Exercise VI. Champaign: Human Kinetics, p334

Fosfagenoen deplekzioa

Denbora (s)	ATP (%)	PCr (%)
0	100	100
2	85	45
4	85	25
6	85	15
8	80	10
10	75	8
12	60	5
14	25	5

- ✦ Fosfokreatina ATP-refosforilaziorako berehalako iturria da.
 - Kreatin Kinasek hain azkar aritzen du, ezen muskulu-ATP-an eragina gutxi duen, PCr oso deplezionatuta egon arte (muskuluetako erreserbak baxuak daudenean).
 - Erabilpenak berriztapenarekin lotuta egon behar du.
 - ✦ Horrela ez denean nekea gertatzen da.

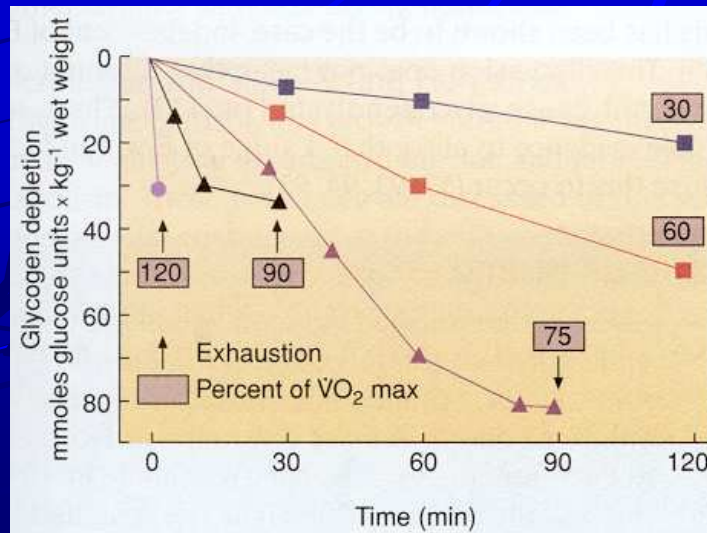
✦ Beraz, zerk eragiten du nekea?

Glukogenoaren deplekzioa

- ✦ Glukogenoaren deplekzioa nekearekin erlazionatzen da iraupen luzeko ariketa submaximoan zehar.



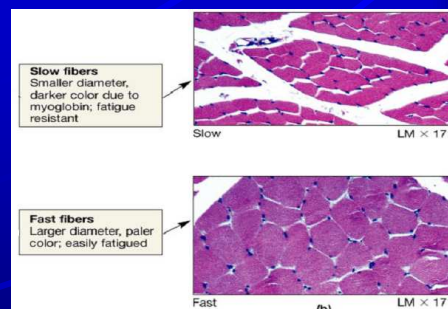
Glukogenoaren deplekzioa ariketan zehar



Glukogenoaren deplekzioa zuntz-mota ezberdinetan

JFKIFI: GLOSATEGIA

- ✦ Zuntz motelak (Mota I, ST) lehenengoak glukogenoz deplekzionatzeko. Jarraian zuntz azkarrak (Mota II, FT).





Deplekzioa eta odol-glukosa

✦ Muskulu-glukosa murrizten denean:

- Gibelak: glukogenolisia.
- Gibelak: glukoneogenesisia (bide motelagoa).

Muskulu-glukosaren kontsumo altua

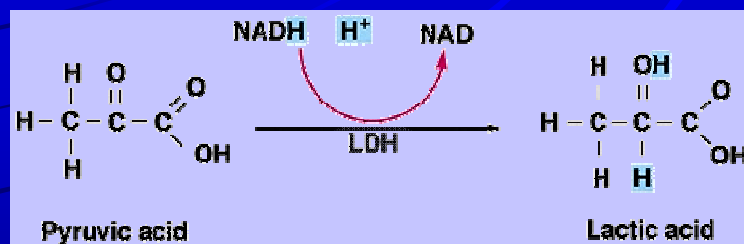
Gibelek glukosaren sorkuntza txikiagoa

Muskulu-glukogenoaren deplekzioa azeleratzen da

NEKEA!!

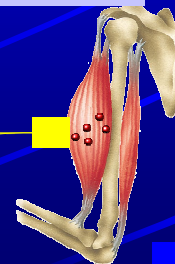
Nekea eta produktuen metaketa

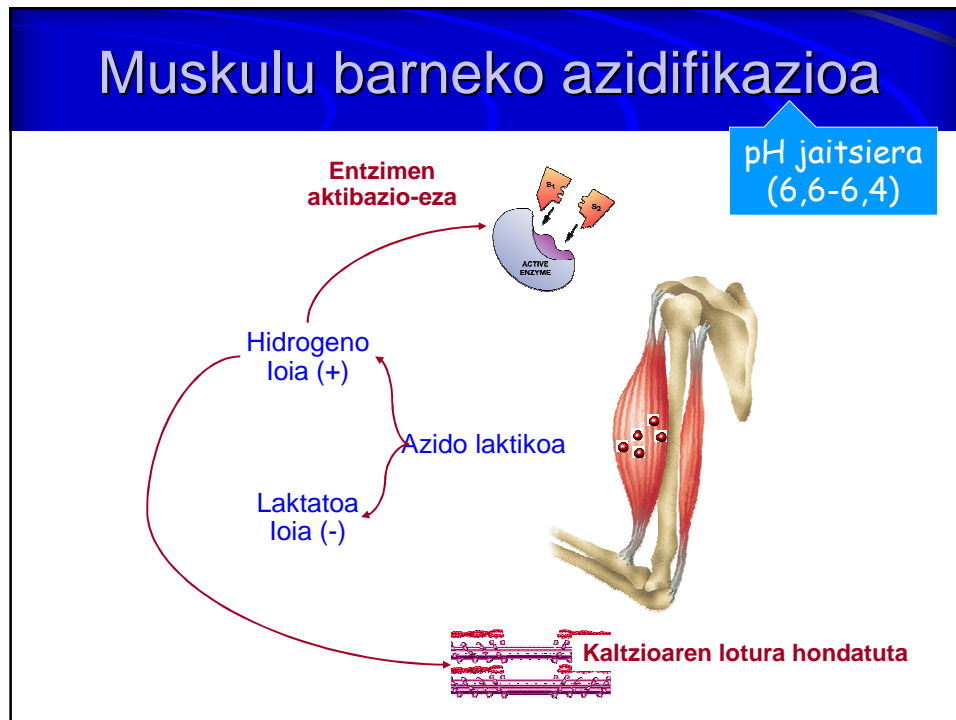
Azido laktikoaren disoziazioa



Hidrogeno loia (+)

Laktato loia (-)





Nekea eta produktuen metaketa

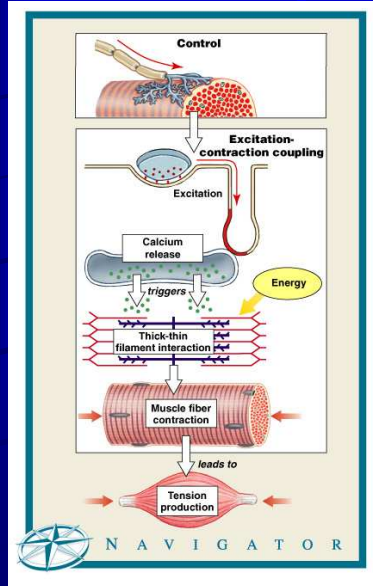
H⁺-metaketa muskuluan:

- ◆ ↓ Ca²⁺-arekiko troponinaren kidetasuna.
- ◆ ↓ ATP-hidrolisiaren proportzioa.
- ◆ ↓ aktina-miosina konplexuak egindako tentsioa.
- ◆ ↓ Glukolisiaren eta glukogenolisiaren proportzioa: entzimen inhibizioa.

Beraz, zerk eragiten du nekea?



Muskulu eskeletikoaren uzkurdura



Neke neuro-muskularra:

Nerbio-transmisioa

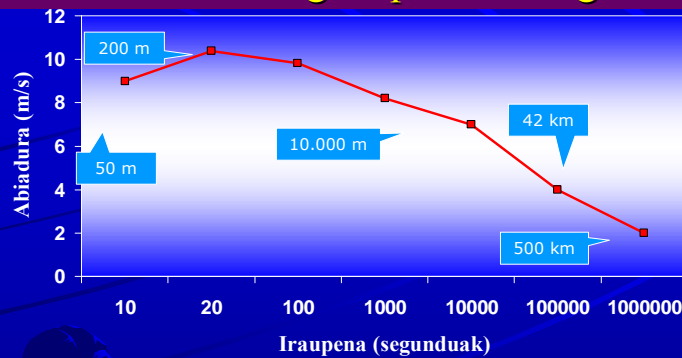
Nerbio-sistema zentrala

Kokapena eta neke muskularra eragiten duten kausa posibleak

Types of fatigue	Process map	Proposed mechanisms
Central fatigue	CNS	<ul style="list-style-type: none"> Psychological effects Protective reflexes
	Somatic motor neuron	<ul style="list-style-type: none"> ↓ Neurotransmitter release ↓ Receptor activation
Peripheral fatigue	Neuromuscular junction	<ul style="list-style-type: none"> Change in muscle membrane potential
	Excitation-contraction coupling	<ul style="list-style-type: none"> ↓ Ca²⁺ release ↓ Ca²⁺-troponin interaction
	Ca ²⁺ signal	<ul style="list-style-type: none"> Depletion theories: PCr, ATP, glycogen Accumulation theories: H⁺, P_i, lactate
	Contraction-relaxation	

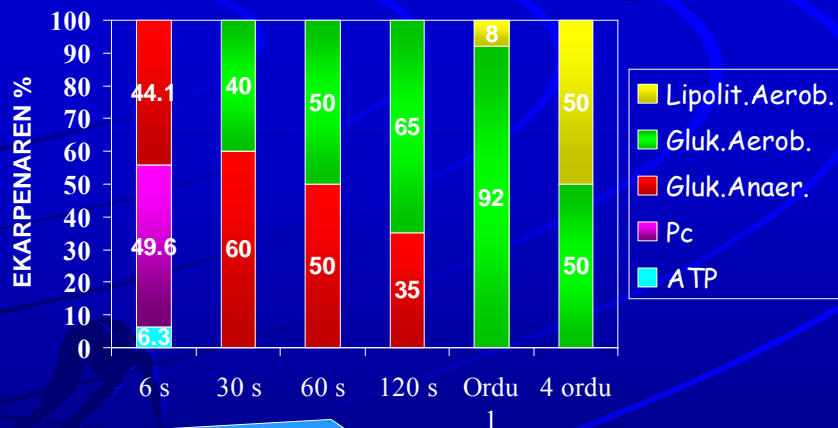


Errendimenduaren mugak: potentzia agortzen denean



- Muskuluek energia-eskaeraren eta ATP eran energia-horniduraren arteko erlazioa.
- Intentsitate handiko jarduera motzak = eskaera oso handia (ATP eta PCr).
- 30''-30': laktatoaren ekoizpenaren eta odolean laktatoaren ezabapenaren arteko erlazioa.
- 30' baino gehiago: muskuluen azidifikazioa = abiaduraren gutxitzea (glukolitiko aerobikoa).
- >2 ordu: muskuluen erreserben deplekzioa = glukogenoa.
- Ultra-erresistentzia probetan > 5ordu: glukogenoaren deplekzioa eta lipidoen erabilketa (erritmoaren jaitsiera).

Potentzia-sistemen ekarpena



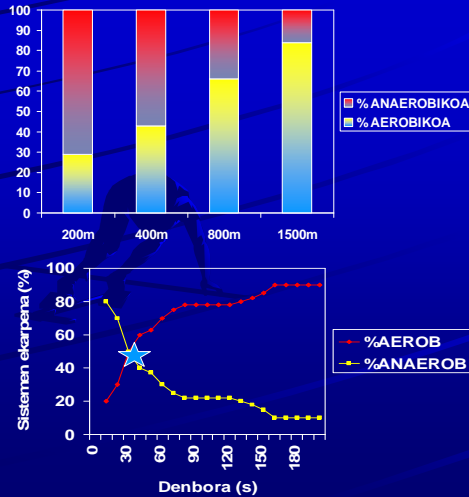
- ✓ Bide metaboliko aerobikoaren ekarpena oso garrantzitsua da!
- ✓ Distantzia luzatzen den neurrian, eta ariketaren intentsitatea jaisten den neurrian, metabolismo aerobikoaren ekarpena handitzen da.



Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes

M.R. Spencer, P.B. Gastin. Med.Sci.Sports Exerc. 33: 157-162, 2001

Maila handiko korrikalariengan energia-sistemen ekarpena 200 metrotik 1500 metroetara doazen lasterketetan zehar



- Sistema aerobikoaren ekarpena:
 - 200m = 29%
 - 400m = 43%
 - 800m = 66%
 - 1500m = 84%
- Bidegurutzeta: 15-30s inguru.
- Distantzia hauetan sistema aerobikoaren ekarpen erlatibo pentsatzen zen baino askoz handiagoa da (200-1500m).
- Oso ekarpen aerobiko handia 1500 metroko proban.

Zer gertatzen da taldeko kirolekin?



- ✦ Kirol hauetako jokalariek partida osoaren eskaerak jasan behar dituzte:
 - Partidaren denbora.
 - Intentsitate handiko jarduerak: jauziak, ostikadak, jaurtiketak, sprintak.
 - Errekuperazio gutxi.
- ✦ Sistema aerobiko eta anaerobikoaren menpe daude.

	TALDEKO KIROLA	ERRESISTENTZIAKO PROBA
Potentzia-sistema	ATP-Pc Glukolitiko anaerobikoa Glukolitiko aerobikoa	Glukolitiko aerobikoa Lipolitiko aerobikoa
Erregai nagusia	Muskulu-barnekoak	Muskulu-barnekoak Muskulu-kanpokoak

