



BIOENERGETIKA

1. GAIA. Bide metabolikoak Jarduera Fisikoan

1.2.1.- Substratuen erabilpena eta moldaketa metabolikoak

Substratuen erabilpena zehazten duten faktoreak ariketan zehar

- ✦ Ariketaren intentsitatea.
- ✦ Ariketaren iraupena.
- ✦ Entrenamenduarekiko moldaerak.
- ✦ KHO-en maila ariketa egin baino lehen.
- ✦ Azken otordua ariketa egin baino lehen.
- ✦ Ariketan zehar hartutako substratuak.

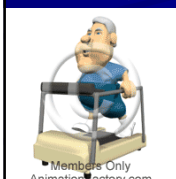


Ariketa-intentsitatea

- ✦ Ariketan intentsitatea handitzean KHOen ekarpena ere handitzen da, muskulu-uzkurdurako beharreko energia lortzeko.
 - Muskulu-glukogenoa eta odol glukosa gehiago erabiltzen da
- ✦ KHO-ekarpenaren gehikuntza, energia-substratu moduan, jarduera fisikoaren intentsitatea VO_{2max} %65 baino altuagoa ematen denean.
- ✦ Motiboak: GA-en garraio-abiadura motelak muskulu-zelulara substratu hauen oxidazioa mugatzen du.

✦ Zein da ariketaren intentsitate aproposa gehienezko gantz-oxidazioa gertatzeko?

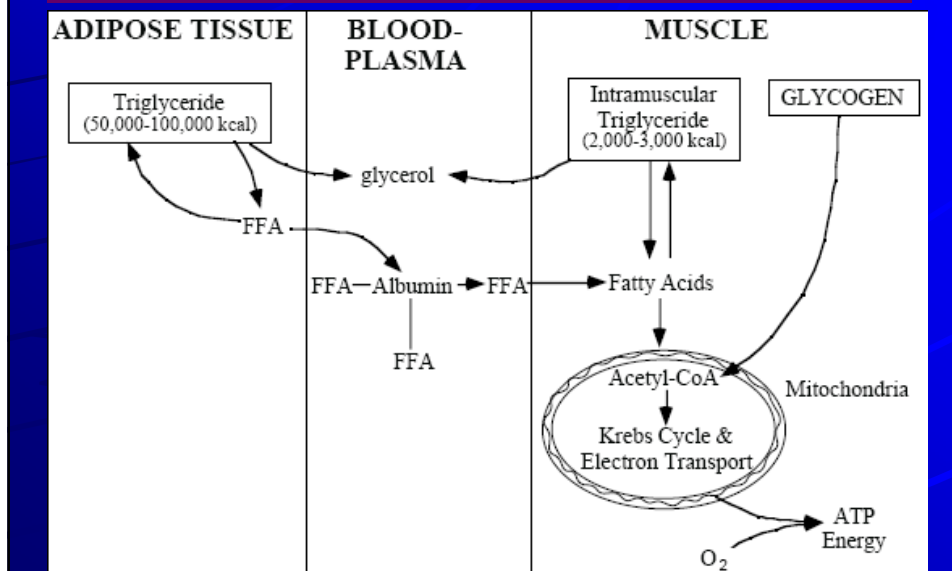
- OSASUNA: Proporzio handiko gantzen oxidazioa osasun arloan oso onuragarria izan daiteke.
 - ✦ Obesitatea, II motako diabetesa pairatzen dutenek gantzak oxidatzeko ezintasuna dutelako (intsulinarekiko erresistentziarekin erlazionatuta).
- ERRENDIMENDUA: GAen oxidaziorako gaitasun hobea errendimendurako ere garrantzitsua da (erresistentzia-entrenamenduarekiko moldaketa).





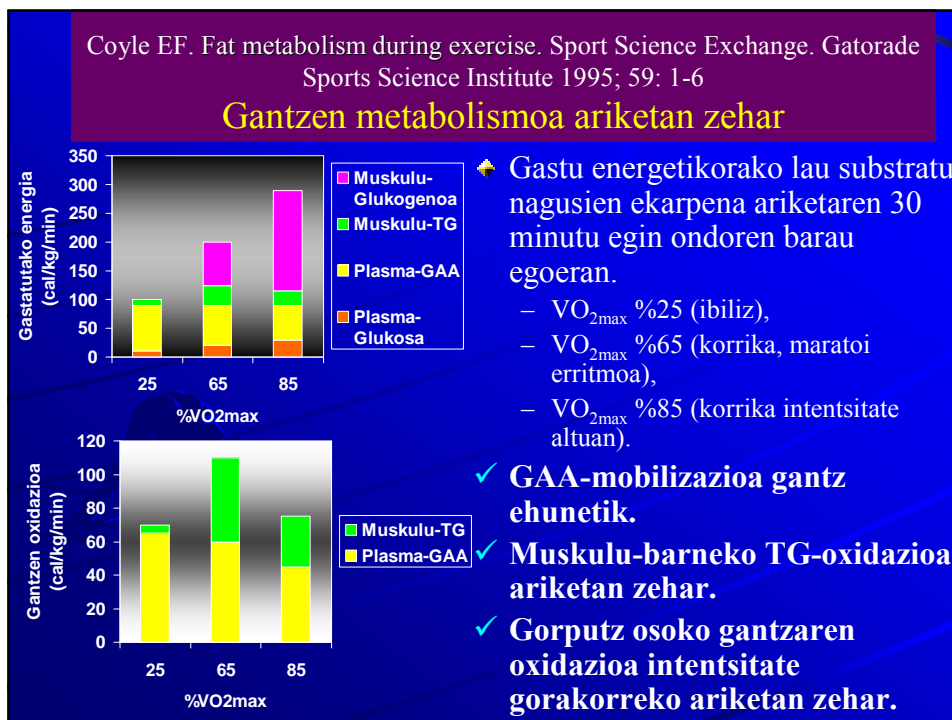
Coyle EF. Fat metabolism during exercise. Sport Science Exchange. Gatorade Sports Science Institute 1995; 59: 1-6

Gantzen metabolismoa ariketan zehar



Coyle EF. Fat metabolism during exercise. Sport Science Exchange. Gatorade Sports Science Institute 1995; 59: 1-6

Gantzen metabolismoa ariketan zehar



✦ Gastu energetikorako lau substratu nagusien ekarpena ariketaren 30 minutu egin ondoren barau egoeran.

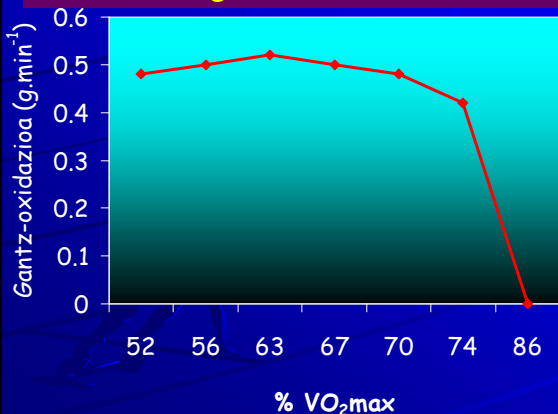
- VO_{2max} %25 (ibiliz),
- VO_{2max} %65 (korrika, maratoi erritmoa),
- VO_{2max} %85 (korrika intentsitate altuan).

- ✓ GAA-mobilizazioa gantz ehunetik.
- ✓ Muskulu-barneko TG-oxidazioa ariketan zehar.
- ✓ Gorputz osoko gantzaren oxidazioa intentsitate gorakorreko ariketan zehar.



Achten J, Jeukendrup AE. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. Int J Sports Med 2003; 24: 603-608

Gehienezko gantz-oxidazioa ariketan zehar gizon entrenatuengan



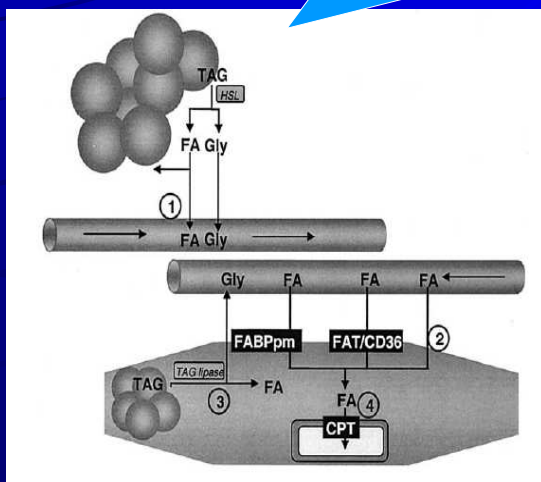
- ✦ **HELBURUA:** gehienezko gantz-oxidazioa eragiten duen ariketa-intentsitatea zehaztea.
- ✦ **TALDEA:** txirrindulariak eta triatloi-atletak entrenatuak.
- ✦ **KONKLUSIOA:** gehienezko gantz-oxidazioa VO_{2max} %63ko batez besteko intentsitatean kokatu zen = Bm_{max} %73.

Subjektu entrenatuengan gantz-oxidazioa baxuagoa da intentsitate gutxiko (VO_{2max} %25) jarduera fisiko batean intentsitate neurrizko batean (VO_{2max} %63) baino.

Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. Nutrition. 2004; 20: 716-727

Gantz-oxidazioaren optimizazioa ariketaren eta dietaren bitartez

GANTZ-ITURRIAK

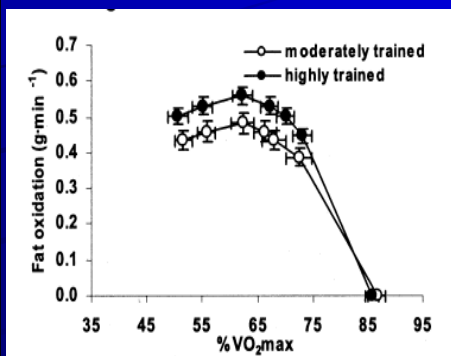


1. Adipozitoan dauden TG (lipasa entzima).
2. GA plasman (LDL).
3. Muskulu-barneko TG (lipasa entzima).
4. Karnitinaren konplexua mitokondrion garraiatzeko.



Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. Nutrition. 2004; 20: 716-727

Gantz-oxidazioaren optimizazioa ariketaren eta dietaren bitartez



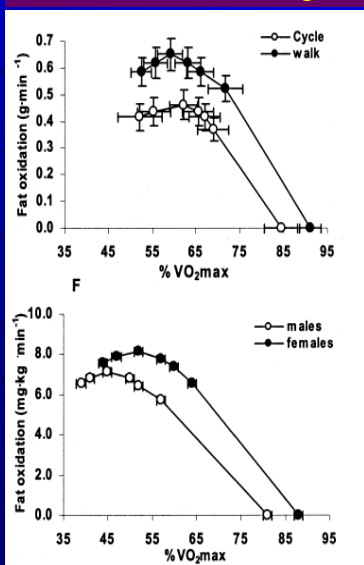
✦ Gantz-oxidazioaren proportzioa intentsitate baxuetatik neurrizkoetara handitzen da, eta hortik jaisten da intentsitatea handitzen den neurrian.

✦ Gehienezko gantz-oxidazioa lortzen da:

- Entrenatuta dauden pertsonengan: **VO₂max %59-%64.**
- Entrenatuta ez dauden pertsonengan: **VO₂max %47-%52.**

Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. Nutrition. 2004; 20: 716-727

Gantz-oxidazioaren optimizazioa ariketaren eta dietaren bitartez



✦ Ariketa egiteko moduak ere eragina du gantzen oxidazioan: altuago korrikan, bizikletan baino.

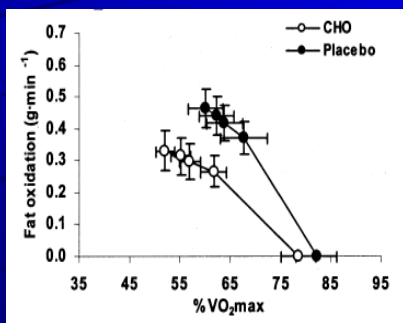
✦ Erresistentzia-entrenamenduak gantz-oxidazioa gehitzen du (garraiatzaileen adierazpena!!!).

✦ Ariketan zehar, badaude subjektuen arteko ezberdintasun handiak gantza oxidatzeko gaitasunean (sexua, egoera fisikoaren maila, dieta).



Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. Nutrition. 2004; 20: 716-727

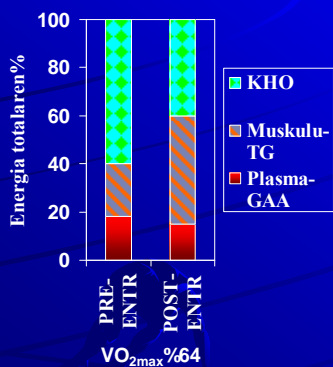
Gantz-oxidazioaren optimizazioa ariketaren eta dietaren bitartez



✦ KHO-ahorakina ariketako aurretiko orduetan gantz-oxidazioaren proportzioa jaisten da, barau-egoera batekin konparatuz.

✦ Intsulinarene eragina!!!

Erresistentzia-entrenamenduak gantzen oxidazioa gehitzen du, baina ez GAA-mobilizazioa plasmara ariketan zehar



✦ Erresistentzia-entrenamenduari esker:

1. Muskulu-glukogenoaren oxidazioa ↓.
2. Muskulubarneko-TGen oxidazioa ↑.
3. Plasmako GAA-oxidazioa ez da gehitzen.

✦ Intentsitate neurritzko ariketetan (VO₂max %45-65), ehun adiposotik etorritako GA-en mobilizazioak eta oxidazioak ez du erresistentzia-entrenamenduarekin aldatzen.

☐ Intentsitate baxuetan (VO₂max %25-40), muskulu barneko TG gutxiago oxidatzen dira.

- ✓ Subjektu entrenatuek mobilizatzen dituzten GAA-k oxidatzen dituzte.
- ✓ Ez-entrenatuek, ordea, nahiz eta GAA-en mobilizazioa plasmara berdina izan, oxidaziorako proportzioa askoz gutxiago da (garraiatzaileak!).
- ✓ Entrenatuek gaitasun handiagoa GA oxidatzeko.

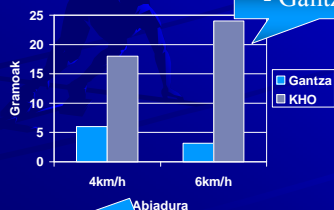


Maffei C, et al. 2005 Nutrient oxidation during moderately intense exercise in obese prepubertal boys. JCEM.

Nutrienteen oxidazioa intentsitate neurritzko ariketan zehar aurreko pubertaroan dauden mutil obesoengan



+ KHO %33
 - Gantza %47



40min @ 4km/h = 600kJ
 27,5min @ 6km/h = 600kJ

✦ **HELBURUA:** ibiltzeko intentsitate ezberdinetan nutrienteen oxidazioa neurtzea, eta gantzen oxidazio proportzio handienarekin ibiltzeko abiadura zehaztea.

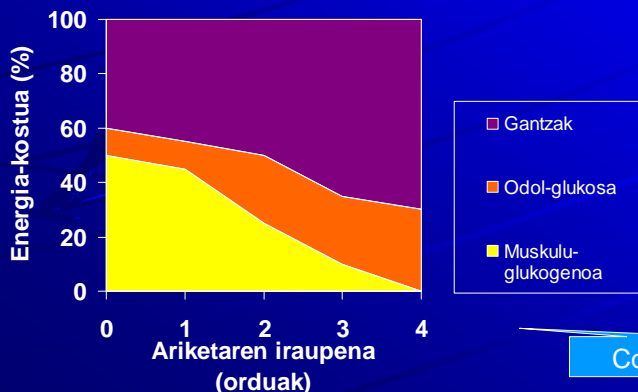
✦ **SUBJEKTUAK:** 10urteko 24 mutil. Gainpitsuarekin ($GMI > 25$)

KONKLUSIOAK:

✓ Intentsitate gutxiko eta neurritzko (VO_{2max} %40-50) eta denbora luzeko ariketak hobek dira obesitatea pairatzen duten subjektuentzat, gantzen oxidazioa hobeto bideratzeko.

Ariketa-iraupena

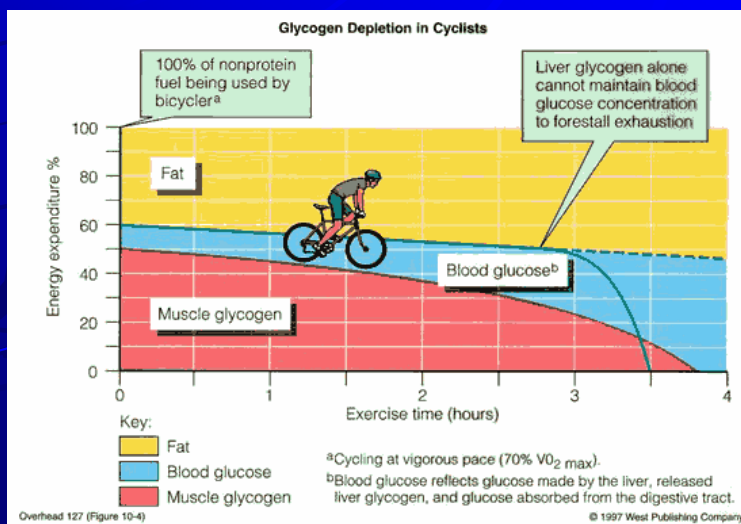
- ✦ Edozein ariketaren intentsitaterako, iraupena luzatzean, gantzen ekarpena energia-iturri moduan handitzen da.
- ✦ Zergatik? Muskulu-glukogenolisiaren gelditasunagatik.



Coyle EF et al. (1986)

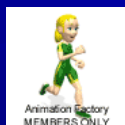


GLUKOGENOAREN DEPLEKZIOA



Erresistentzia-entrenamenduarekiko moldaerak

- Edozein ariketaren-intentsitateriko gantz-oxidazioaren erabilpen handiagoa, glukogeno-erabilpenar jaitsierarekin (entrenatuengan, emakumeengan, obesoengan, eta adinekoengan).





Muskulan sortutako moldakerak

1. Muskulu-zuntz mota:

- Zuntzen hipertrofia.
- Zuntzen hiperplasia.
- Zuntz-aldaketa gutxi:

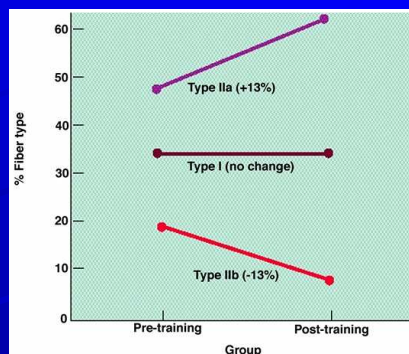
✦ FTb – FTa bihurtzen.

✦ Muskulu-zuntz guztiak erresistentzia eta indar-ariketarekiko moldatzen dira mitokondrioen gehikuntzarekin.

✦ Mota IIb zuntzak (glukolitiko azkarrak) gutxitzen dira.

✦ Mota IIa zuntzak (oxidatibo azkarrak) gehitzen dira, miosinaren ATPasa entzimaren isoentzima motela gehitzen baita.

✦ Azken ikerketak: FT zuntz portzentaje txikia ST bihurtzeko.



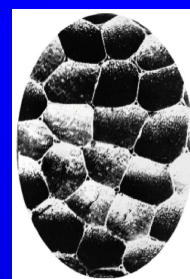
Muskulan sortutako moldakerak

2. Kapilarrak: odol-kapilar gehiago muskulu-zuntzen inguruan:

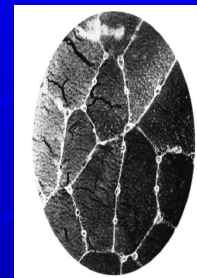
- ✦ Odolaren eta muskuluen arteko perfusioa hobetzen da.
- ✦ Gasak, hondakinak eta energia-substratuen garraioa errazten delako.

3. Mioglobinaren edukia.

- ✦ %75-80 inguru gehitzen da.
- ✦ Metabolismo oxidatiborako muskuluen gaitasuna handitzen da.



Ez-entrenatua



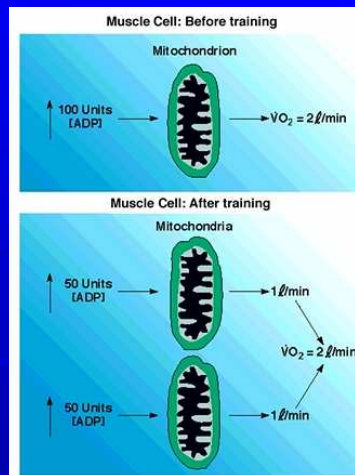
Entrenatua



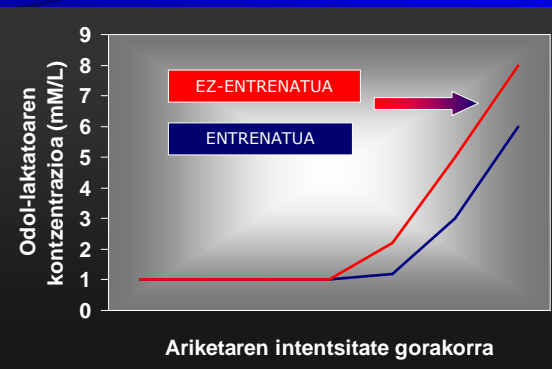
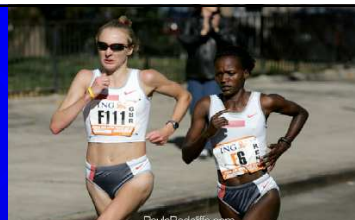
Muskulan sortutako moldakerak

4. Mitokondrioen funtzioa:

- ✦ Mitokondrioen tamaina, zenbakia eta entzimen edukia gehitzen da. Bai Krebs Zikloan, bai elektro-garraio katean, eta baita GAen oxidazioan ere.
 - GAA-garraioa muskulu-zuntzeko plasmamintzean zehar handitzen da (CD-36).
 - Muskulu-zelularen barnera (karnitinaren bitartez) GAen garraioa gehitzen da.
- ATP sortzeko gaitasuna handitzen da:
 - ✦ [ADP] gehikuntzak ATP-ekoizpena estimulatzeko.
 - ✦ Entrenamenduaren ondoren mitokondrio gehiago izateak [ADP] gutxiago-beharra eragiten du ATP-ekoizpena gehitzeko.
- Eraginkortasun handiago ATP-ekoizpenean.



5.- Laktato-atalasea beranduago.



- Laktatoaren produkzioa gutxituko da, eta laktatoaren garbiketa handituko da.
- Laktatoaren atalasea eskuinetarantz mugituko da.
- Gaitasun aerobikoa handiagoa.

- ✦ Horrela, intentsitate handiko jarduera fisikoetan, gantzek energia gehiago eman dezakete, KHO-en kontura.