



BIOENERGETIKA

1. GAIA. Bide metabolikoak Jarduera Fisikoan

1.2.2.- Moldaketa metabolikoak: “Crossover” delako kontzeptua.

KHO-ahorakina

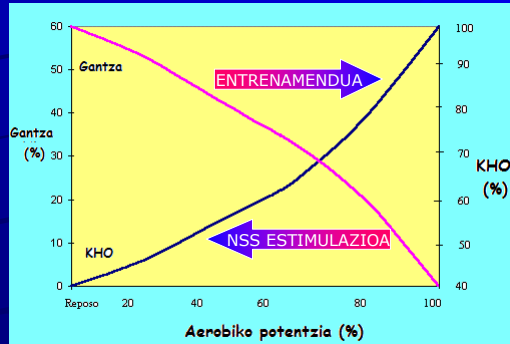
Substratuen erabilpena zehazten duten faktoreak ariketan zehar

- ✦ Ariketaren intentsitatea.
- ✦ Ariketaren iraupena.
- ✦ Entrenamenduarekiko moldaerak: “Crossover” delako kontzeptua.
- ✦ KHO-en maila ariketa egin baino lehen.
- ✦ Azken otordua ariketa egin baino lehen.
- ✦ Ariketan zehar hartutako substratuak.



“Crossover” kontzeptua

Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the “crossover” concept. J Appl Physiol 76: 2253-2261, 1994



- Jarduera fisiko jarraian zehar, KHO eta lipido-metabolismoaren orekan ariketaren intentsitatearen eta erresistentzia-entrenamenduaren efektuak adierazten duen eredu teorikoa.

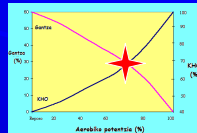
ENTRENAMENDUA:

- Lipidoen oxidazioa ↑
- NSS-erantzuna ↓

ERDIKO ETA NEURRIZKO INTENTSITATEAN

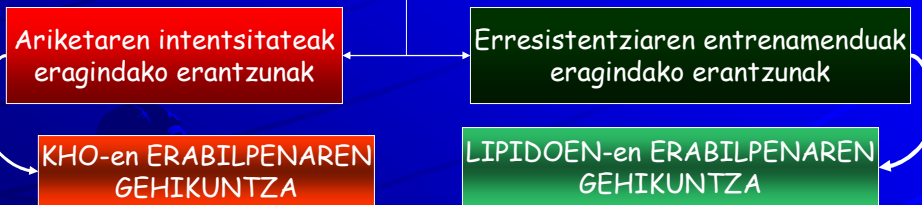
INTENTSITATEA:

- Glukogenolisia ↑
- II motako muskuluzuntzak ↑
- NSS-aktibitatea ↑



Zeren menpe dago substratuaren erabilpena?

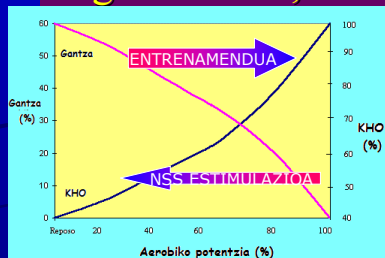
CROSSOVER



“Crossover” delakoa potentzia-ekoizpenaren puntua, non KHO-etatik datorren energiak lipidoetatik datorrena gainditzen duen. Horrela, ariketaren potentzia handitzen den neurrian (VO_{2max} %65 baino gehiago) KHO-en erabilpena areagotzen da eta lipidoen oxidazioa gutxitzen da.



Entrenamenduak lipidoak erabiltzeko gaitasuna gehitzen du, intentsitate neurritzko ariketetan



3. Odol-katekolaminen maila eta laktatoaren maila jaisten direlako ariketaren intentsitate zehatzetan.

- Entrenamenduaren ondoren NSS gutxiago estimulatzen da. Horregatik, KHO eta lipidoen oxidazioaren kurbak eskuinetara joango dira.

1. Mitokondrioen masa handitzen delako.

- GA-ak oxidatzeko gaitasun handiagoa.
- Neurritzko intentsitateetan (VO_{2max} %50-65) KHO-en oxidazioa jaisten da.
- Bide metaboliko oxidatibo guztien entzimak gehitzen dira.

2. Muskulu-glukogenoa aurrezten delako.

- Erresistentzia-entrenamendua egin ondoren muskulu-glukogenoaren degradazioa gutxitzen da.

Garrantzizko konklusioak errendimendurako

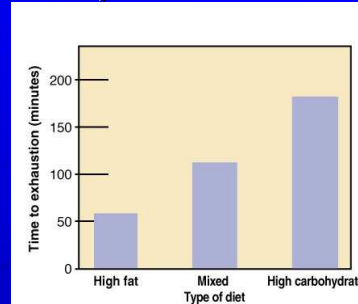
- ✦ Kirolarientzat glukogeno erreserbak oso garrantzitsuak dira metatutako gantza energia bihurtzeko astiro baino ezin dutelako egin.
- ✦ Muskulu-glukogenoa eta odol-glukosaren kontzentrazioak baxuak direnean, ariketaren intentsitatea jaitsi behar da gorputzak gantza energia bihurtzeko.
- ✦ Erresistentzia entrenamenduarekin, kirolariek gantz-oxidazioaren proportzioa asko handitu dezakete. Honi esker, ariketaren iraupena luza dezakete guztiz nekatuta bukatu baino lehen, glukogenoaren deplekzioagatik.
- ✦ Entrenamenduak intentsitate handiagoetan entrenatzeko gaitasuna ere handitzen du. Horregatik, kirolariek energia gehiena KHO-etatik hartzen jarraitzen dute (bai entrenamenduan, bai lehiaketan), gantzak oxidatzeko gaitasun handiagoak energia-eskaera handiagoarekin ezin duelako.

1.2.1. Moldaketa metabolikoak:
“Crossover” delako kontzeptua. KHO-
ahorakina.



KHOak eta ariketa fisikoa (errendimenduan)

- Atsedena + KHO dieta ↑
 - Gizonak: 8-10 g/kg/egun
 - Emakumeak: 6-8 g/kg/egun
 - Osasun arloan-aktiboak: 5 g/kg/egun
- Muskulu entrenatua → glukogeno gehiago.
 - Entrenamendurako eta lehiaketarako onurak.
- KHO-ahorakina.
 - Ariketa baino lehen: 2-4 ordu.
 - Ariketan zehar.
 - Ariketa ondoren.

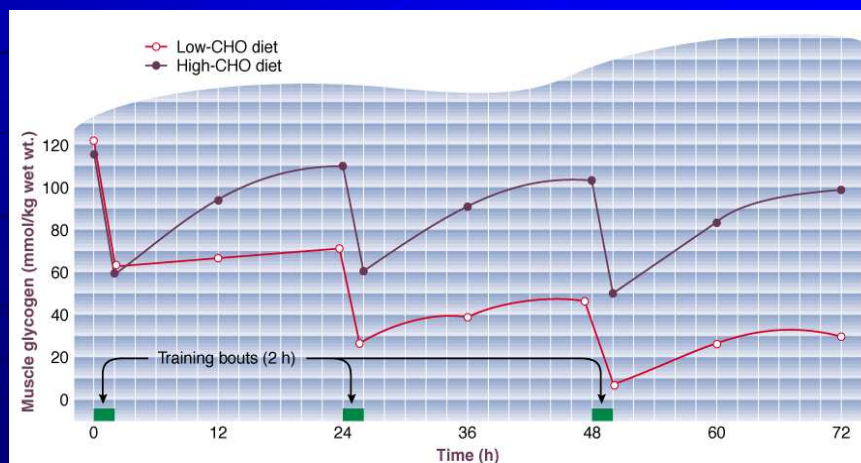


KHO-en maila ariketa egin baino lehen errendimenduan

- ✦ Kirol-lehiaketaren baino lehenagoko egunetan zehar, KHO-etan dieta eskasa jarraitzen duen kirolari batek ariketan bertan gantz-oxidazioaren tasa handiagoa izango du.
 - Muskuluko eta gibekeko glukogenoa azkar deplekzionatzen da eta iraupen motzeko (anaerobikoak) eta intentsitate altuko eta luzeko jarduera aerobikoetan eragin negatiboak izango ditu.
- ✦ Bestalde, KHOetan aberatsa den dieta batekin (lehiaketa baino lehen), hasierako glukogeno-depositoak handiagoak dira eta nekearen agerpena atzeratzen da.



KHO dieta eta glukogenoa



Lehiaketaren aurreko KHO-ahorakina (2-6 ordu lehenago)

- ◆ Odol glukosa maila orekatuta (~100mg/dl).
- ◆ Gaua baraualdian pasatu ondoren (8 o): gibelego deplekzioa.
- ◆ Kantitate txikia, erraza digeritzeko, eta ezaguna.
- ◆ KHO asko (200-300 g), proteina batzuk, gantza eta zuntz gutxi.
- ◆ Gluzemia-indize baxuko elikagaiak

[JFKIFI: GLOSATEGIA](#)



Burke LM, Hawley JA. Effects of short-term fat adaptation on metabolism and performance of prolonged exercise *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 1492-1498, 2002.

Epe laburreko gantz-moldakerarekiko efektuak metabolismoan eta ariketa luzearen errendimenduan

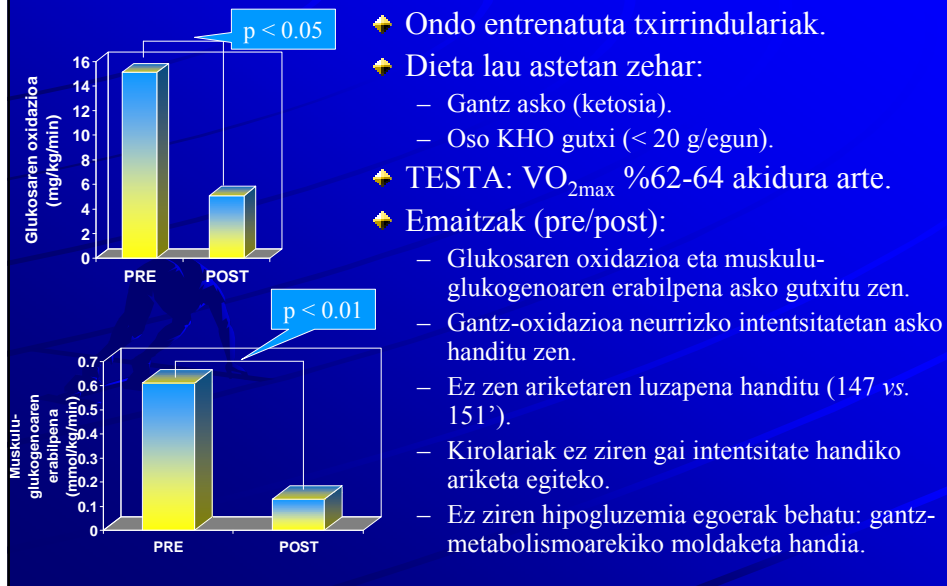
- ✦ Errendimenduan: Dietaren manipulazioa erregaiaren erabilketa aldatzeko.
- ✦ KHO-erreserba endogenoak optimizatzeko, eta aldi berean gantzaren oxidazioarekiko gaitasuna maximizatzeko (jarduera jarraia submaximoetan, VO_{2max} %60-70).
- ✦ Gantz asko eta KHO gutxi duen dieta eginez gero 1-3 egunean zehar lehiaketa baino lehen:
 - Atsedean egoeran muskulu eta gibleko glukogeno depositoak baxuagoak.
 - Ariketa-errendimenduaren erredukzioa.
 - Zergatik?
 - ✦ Muskulu-glukogeno depositoen garai aurreko deplezioagatik.
 - ✦ Gantz-metabolismoaren ez-gaitasunagatik KHO-en ez-erabilgarritasuna konpensatzeko, jarduera fisikoan zehar.

Gantz askoekin dietek gantz-oxidazioa gehitzen dute ariketa submaximoetan

- ✦ Gantz-dietarekin 5-6 egun baino ez da behar gantzen oxidazio-proportzioa gehitzeko ariketa submaximoan (moldaketa metabolikoa).
- ✦ Erresistentzia eta ultra-erresistentzia (+30) kirolariengan (normalean KHO handiko dietekin): 5-6 egun gantza-dieta (%60-70) + 1-2 egun KHO-dieta (%70-80), gibleko eta muskulu-glukogenoa errekupezatzeko.
 - HELBURUA: gantzen erabilpena handitzen da, eta muskulu-glukogenoa aurrezten da (glukolitiko eta lipolitiko aerobiko bideak).
- ✦ Gantzen oxidazio-proportzio handia denboran mantentzen da, baita KHO-dieta handitzen denean ere.
- ✦ Dieta honekiko erantzunak indibidualak dira!!



Phinney SD et al. The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. 1983; 32: 769-776



◆ Gantzetan demaseko dieta egin arren, gantz-oxidazioa ez dago behar den gehitzerik muskulu-glukogenoa ordezkatzeko, intentsitate handiko jarduera fisikoan energia-iturri moduan.

◆ Bestalde, gantz askoren ahorakina kardiobaskular gaixotasunekiko arrisku-faktorea da.

E.F. Coyle. Fat metabolism during exercise. 1995; 8(6)



KHO-karga (Astrand-eredua)

1. Deplekzioa.

- ✦ Intentsitate handiko entrenamendua + neurrizko intentsitateko 3 egun KHO-gutxiko dietarekin (gantza+proteinak).
- ✦ Glukogeno-sintasa entzimaren gehikuntza.

2. Karga.

- ✦ 3 egun: Entrenamendu gutxi (bolumenaren eta intentsitatearen jaitsiera) eta KHO handiko dieta.

3. Lehiaketa.

- ✦ Glukogeno-mailak bikoiztu daitezke.

KHO-karga (Sherman-eredua)

✦ 7 egun lehiaketa aurretik:

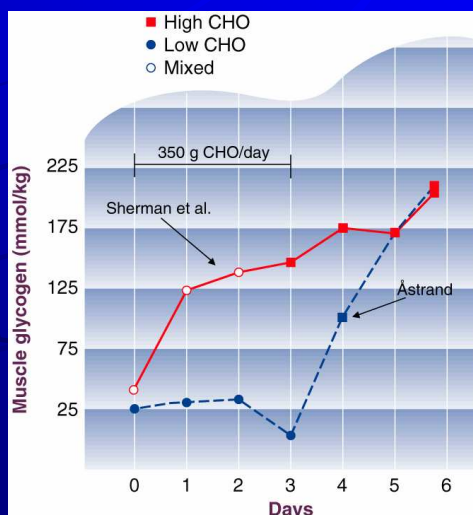
- Entrenamenduaren intentsitatea gutxitu.
- Jan dieta misto osasuntsua (KHO%55).

✦ 3 egun lehiaketa aurretik:

- Gutxitu asko entrenamendua.
- Jan KHOetan aberatsa den dieta.



Muskulu-glukogenoaren karga



Karbohidratoen karga

Kargako prozeduraren aldakuntza



Glukogeno-mailak berdin geratzen dira metodo tradizionalarekin konparatuz gero, eta desagokiak ez dira hainbeste!!



Azken otordua ariketa egin baino lehen

- ✦ EZTABAIDA: justu lehiaketa egin baino lehenagoko (30') KHO-ahorakinak hipogluzemia eragingo du ariketan zehar?
 - Intsulina-maila.
 - Lipolisiaren eta glukogenolisiaren inhibizioa.
- ✦ Intentsitate baxuko eta neurrizko ariketetan gantzen oxidazioa gutxitzen da, baraualdiko egoerekin konparatuz.
- ✦ Intentsitate altuko jardueretan ez daude ezberdintasunik baraualdiko egoerekin; eta badirudi ez daudela errendimenduaren kontrako efekturik.

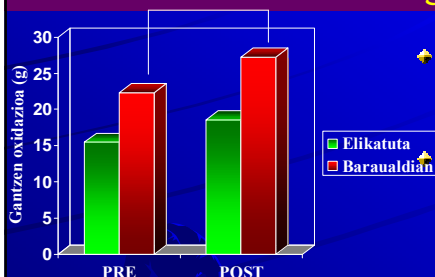
- ✦ Ariketa egin baino lehenagoko orduetan KHO-ahorakina eginez gero, gorputzak KHO-en oxidazioan lipidoetan baino gehiago konfiatzen du:
 - GA-oxidazio gutxiago eta odol-glukosaren oxidazioa gehiago.

**Ez dauka efektu negatiborik
errendimenduan**



Crampes, F et al. Effects of a Longitudinal Training Program on Responses to Exercise in Overweight Men. *Obes Res.* 2003; 11:247-256.

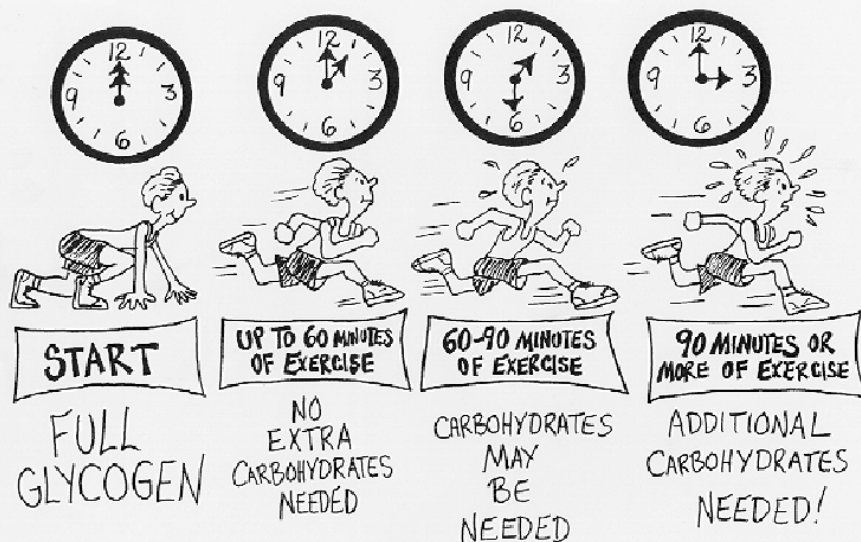
Luzerako entrenamendu-programa baten efektuak ariketarekiko erantzunetan gehiegizko pisua duten gizonengan



♦Jarduera fisikoan, gehiegizko pisuarekin subjektuengan, barau-egoera egokiagoa da gantza oxidatzeko, eta glukosaren homeostasia mantetzeko, otordua ondoren egindakoa baino.

- ♦ **HELBURUA:** nola entrenamenduak erantzun metabolikoak eta lipidoen oxidazioa aldatzen duen zehaztea.
- ♦ **METODOAK:** gehiegizko pisua duten 11 gizon. Erresistentzia entrenamendua 4 hilabetetan. Testa _ bizikletaz 60 min, VO_{2max} %50 (pre/post) gaua jan gabe pasatu ondoren, edo otordu baten ondoren 3 ordutara.
- ♦ **EMAITZAK:** lipidoen oxidazioa gehitu barau egoeran, baina ez otordua ondoren.
- ♦ Plasmako kolesterola eta intsulina-kontzentrazioak gutxitu ziren.

Glukogenoa & Erresistentzia-ariketa





Ariketan zehar hartutako substratuak

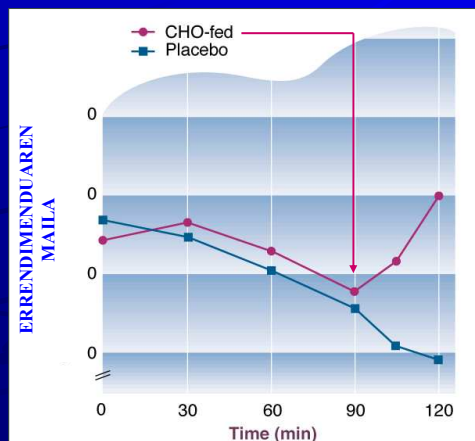
- ✦ Ariketan zehar KHO-en ahorakinak errendimendua hobetzen du iraupen luzeko jardueretan (>90 min), nekea atzeratzen duelako.
- ✦ Hartutako KHO-ek ez dute muskulu-glukogenoaren oxidazioa gutxitzen; ez da muskulu-glukogenoa aurrezten, alegia.
- ✦ Bestalde, gibelesko glukogenotik odol-glukosa bihurtzeko tasa gutxitzen da, eta horrek gibelesko-glukogenoa aurrezten du.
 - Iraupen luzeko ariketan zehar hipogluzemiaren agerpena atzeratzen da.
- ✦ **MUSKULUEK GIBELEKO GLUKOSA ERABILI BEHARREAN HARTUTAKO GLUKOSA ERABILTZEN DUTE .**
- ✦ Gibelesko glukoneogenesisia ere gutxitzen da.

Egokia ez den KHO-ahorakina





KHO-ak iraupen luzeko ariketan zehar



Intentsitatearen maila KHO-ekin edo KHO-rik gabe ariketan zehar.

Ariketan zehar
KHO-
ahorakinaren
helburua odol-
glukosaren maila
mantentzea da.

Ivy et al., *MSSE*, 1979