

# Biokimika eta Genetika azterketen erabilera Errendimenduko kirolarietan

**Aritz Urdampilleta<sup>1</sup>, Adrian Odriozola<sup>2</sup>, Ion Larruskain<sup>2</sup>, David Celorrio<sup>3</sup>, José M Aznar-Oviedo<sup>3</sup>, Anna Sauló<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Deustoko Unibertsitateko Irakaslea eta Ikerlaria.

<sup>2</sup> Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU) ko Irakaslea eta Ikerlaria.

<sup>3</sup> BAIGENE. Kirola, Teknologia Berriak eta Errendimendua©- ko Ikerlariak.

<sup>4</sup> ELIKAESPORT. Nutrition, Innovation & Sport©-eko Dietista-Nutrizionista eta Ikerlaria.

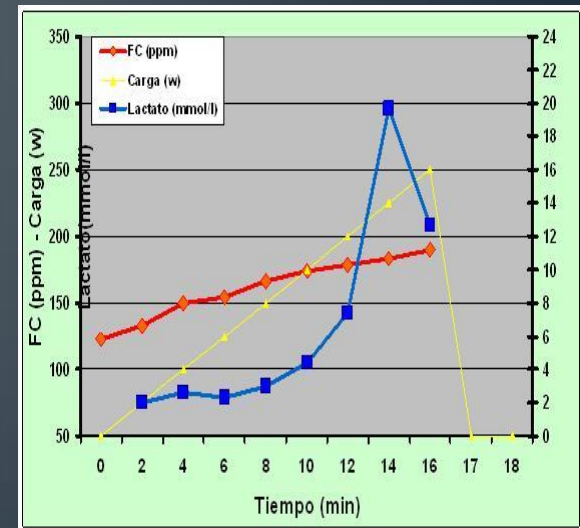
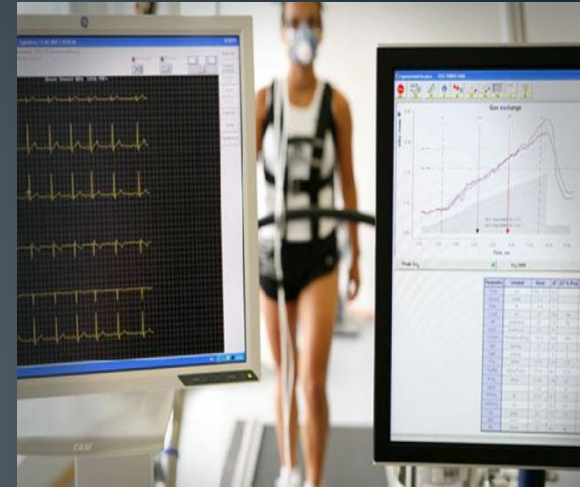


Kontaktua:  
[aritz.urdampilleta@deusto.es](mailto:aritz.urdampilleta@deusto.es)



# SARRERA

- Errendimendu altuko kirolarietan, eman dituzten hobekuntzak baloratu ahal izateko, **esfortzu probak** erabili izan dira, laborategian zein kirol bakoitzeko test espezifikoak eginaz.
- **Odoloeko analisiak**, kirolarien **nutrizio egoera eta osasun egoera** aztertzeke erabili izan dira.
- Egun aldiz, **entrenamendu zein elikadura interbentzio espezifikoagoak egiteko** asmoz, **odoleko analitikak** osasunaren kontrolaz gain, entrenamendu zein dieta interbentzio ezberdinen emaitzak nolakoak izan diren aztertzeke erabiltzen hasiak dira (Banfi, 2012; Urdampilleta et al, 2013).





## Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas

Aritz Urdampilleta, Raúl López-Gruoso, José Miguel Martínez-Sanz, Juan Mielgo-Ayuso

➤ Basic biochemical, hematological and hormonal parameters for monitoring the health and nutritional status in athletes

### KEYWORDS

Nutritional status;

Health status;

Athletes;

Nutrition assessment;

Biological markers.

### ABSTRACT

Sporting competitions are becoming more demanding in terms of intensity of effort, and this means controlling all aspects that affect athletic performance. Food, hydration and supplementation, before, during and after training or competition directly affect health, body composition, performance and recovery of the athlete. The assessment of nutritional status is required for proper advising of the athlete, through blood tests to control the process of adaptation to training. The aim of this paper is to provide practical tools for dietitians-nutritionists to control the health and nutritional status of athletes, as well as monitoring their adaptation to workloads and competition periods. Performing analytical tests to control of protein metabolism, lipid profile, ions, blood tests and iron metabolism, in addition to review some hormonal parameters, may be of interest in order to observe the potential existence of overtraining states. The correct understanding and interpretation of laboratory tests (under sports doctor's supervision) will be most important and useful for dietitians-nutritionists, performing dietary and nutritional advice to athletes, because it will determine





REVISIONES

Valoración bioquímica del entrenamiento: herramienta para el dietista-nutricionista deportivo

Aritz Urdampilleta<sup>a,b,c,\*</sup>, José Miguel Martínez-Sanz<sup>c,d</sup>, Raúl Lopez-Grueso<sup>e</sup>

- <sup>a</sup> Centro Público de Enseñanzas Deportivas (Kirolene), Gobierno Vasco, España.
- <sup>b</sup> Departamento de Fisiología. Facultad de Farmacia, Universidad del País Vasco (UPV-EHU), España.
- <sup>c</sup> Asesoramiento Científico-Técnico para la Planificación Deportiva, NUTRIAKTIVE, España.
- <sup>d</sup> Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante, Alicante, España.
- <sup>e</sup> Centro de Investigación para el Deporte (CID). Universidad Miguel Hernández, Elche, España.

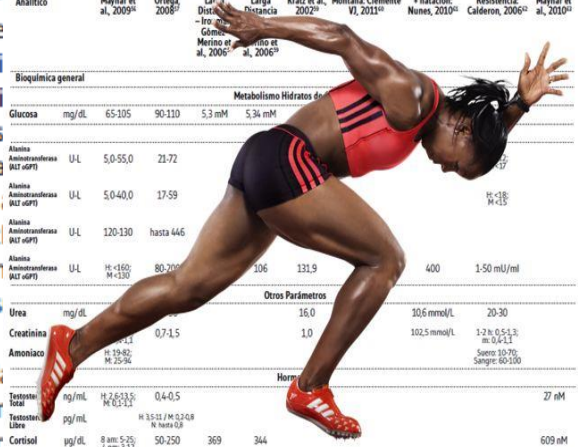
KEYWORDS

- Nutrition status;
- Athletic performance;
- Nutritive value;
- Biological markers.

ABSTRACT

The high demand in athletes creates the need to control the process of adaptation to training. The aim of this review is to analyze the biochemical parameters of utility for biological control of the athlete, and provide tools to sports dietitian-nutritionist in the follow-up of the athlete. Glucose and lipid profile parameters are widely used but insufficient. Lactate, creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH) and two transaminases (ALT and AST) or aspartate transaminase (AST) or aspartate aminotransferase (ASAT) or glutamic pyruvic transaminase (GPT) or alanine transaminase or aspartate aminotransferase (ASAT) are used to assess that the training load was high producing microscopic tearing of the muscle fibers. Other substrates such as ammonia, glutamine, or testosterone are used to assess a possible overtraining syndrome. Likewise the latest research shows that training decreases the immune system. Moreover, an increase of urea, alanine or ketone bodies are related to overtraining. Therefore, the information provided by these parameters is useful for the sports dietitian-nutritionist for dietary and nutritional interventions to achieve the training goals.

| Parámetro Analítico                 | Unidades | Ciclismo: Maynar et al, 2009 <sup>14</sup> | Triatlón: Orrosa 2008 <sup>15</sup> | Triatlón: Larrañaga, Dostá, Gómez-Mérida et al, 2006 <sup>16</sup> | Carrera Larga: Kraiz et al, 2002 <sup>17</sup> | Maratón: Montaña, Clemente et al, 2011 <sup>18</sup> | Maratón de Montaña: Nunes, 2010 <sup>19</sup> | Hombres correr + natación: Calderon, 2006 <sup>20</sup> | Deportes Resistencia: Maynar et al, 2010 <sup>21</sup> |
|-------------------------------------|----------|--|-------------------------------------|--|--|--|---|---|--|
| <b>Bioquímica general</b>           |          |  |                                     |  |  |  |   |   |  |
| Glucosa                             |          | 65-105                                     | 90-110                              | 5,3 mM   | 5,34 mM  |  |   |   |  |
| Alanina Aminotransferasa (ALT uGPT) | U/L      | 5,0-55,0                                   | 21-72                               |  |  |  |   |   |  |
| Alanina Aminotransferasa (ALT uGPT) | U/L      | 5,0-40,0                                   | 17-59                               |  |  |  |   |   |  |
| Alanina Aminotransferasa (ALT uGPT) | U/L      | 120-130                                    | hasta 446                           |  |  |  |   |   |  |
| Alanina Aminotransferasa (ALT uGPT) | U/L      | H: <160; M: <130                           | 80-200                              |  | 106  | 131,9  | 400   |   | 1-50 mU/ml   |
| <b>Otros Parámetros</b>             |          |  |                                     |  |  |  |   |   |  |
| Urea                                | mg/dl    |  | 16,0                                |  |  |  | 10,6 mmol/L                                   |   | 20-30  |
| Creatinina                          | mg/dl    |  | 0,7-1,5                             |  | 1,0  |  | 102,5 mmol/L                                  |   | 1-2 N: 0,5-1,3; m: 0,4-1,1                             |
| Amoniacaco                          | mg/dl    |  |                                     |  |  |  |   |   | Suero: 15-70; Sangre: 60-130                           |
| <b>Horm</b>                         |          |  |                                     |  |  |  |   |   |  |
| Testosterona Total                  | ng/mL    | H: 2,6-13,5; M: 0,5-1,1                    | 0,4-0,5                             |  |  |  |   |   | 27 nM  |
| Testosterona Libre                  | pg/mL    | H: 3,3-11,1; M: 0,3-0,8                    |                                     |  |  |  |   |   |  |
| Cortisol                            | µg/dl    | 8 am: 5-25; 4 pm: 5-12                     | 50-250                              | 369  | 344  |  |   |   | 609 nM   |



# SARRERA

- Era berean, adierazi parametro genetiko erabilerak pertsonalizazio handiagora garamatzala eta egun datu genetiko zein biokimikoen erabilera uztartzearen abantailez ohartzen hasiak dira ikerlariak eta kirolerako profesional ezberdinak.

- Parámetro genetiko erabilerak pertsonalizazio handiagora garamatzala eta egun datu genetiko zein biokimikoen erabilera uztartzearen abantailez ohartzen hasiak dira ikerlariak eta kirolerako profesional ezberdinak.



# HELBURUA

- Kirolariaren errendimenduaren kontrola eta jarraipena egiteko egokienak diren odoleko **parametru biokimikoak** zein **genetika parametru egokienak aurkitzea** da helburu,
- Ondoren emaitza hauek entrenamendu zein dieta personalizatuetan erabili ahal izateko.

# METODOA

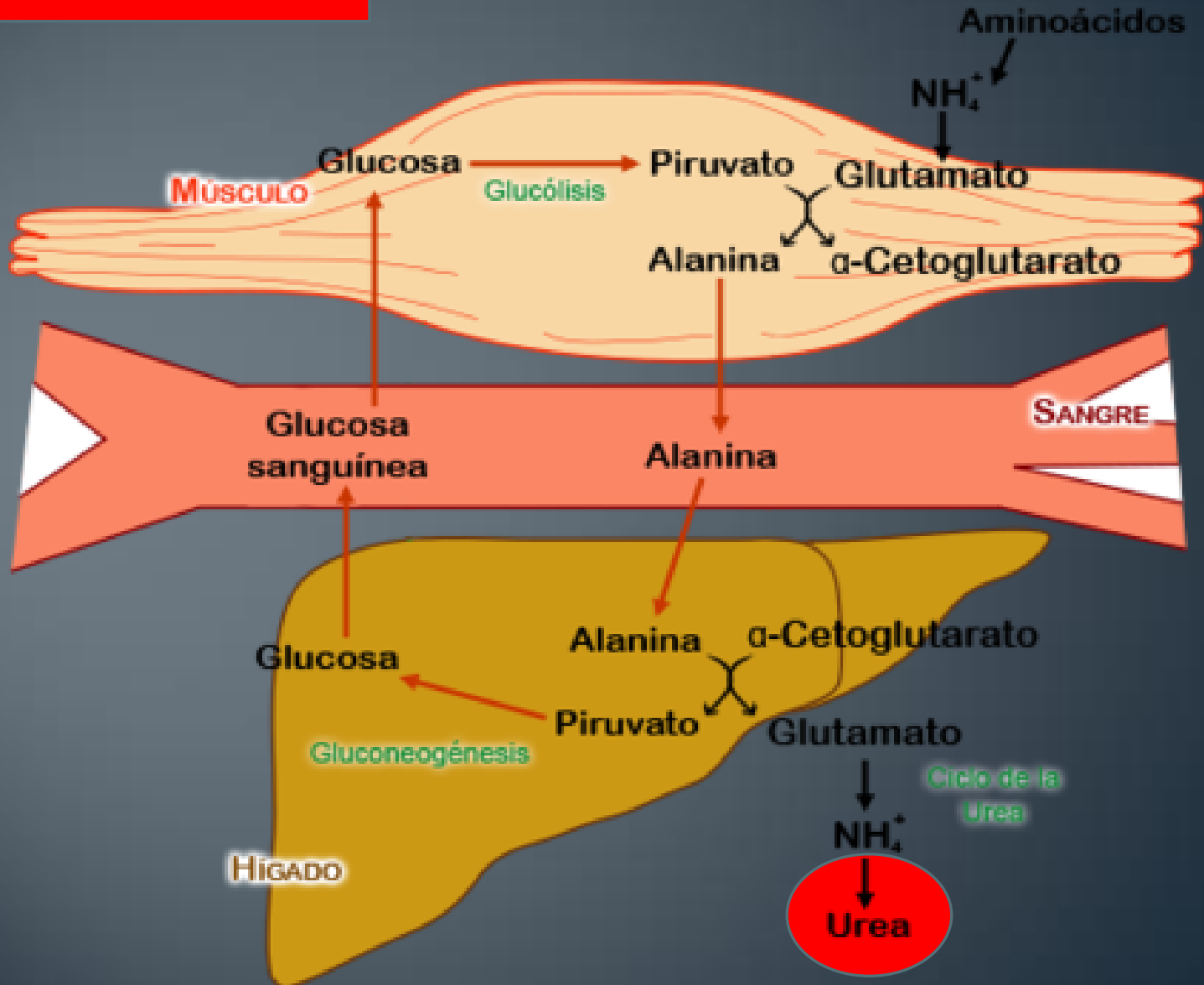
- Gaur egungo azterketa bibliografikoa lana.
- Honetarako PUBMED eta SCHOLAR GOOGLE, bilatzaileak erabili dira. Bi bilaketa estrategia jarraitu dira ingeleseko ondorengo hitz gakoak erabiliaz:
  - 1) “biochemical parameters” OR “hematological parameters” AND “sport” AND “performance” eta
  - 2) “genetic parameters” AND “nutrition” AND “sports” AND “performance”.
- Era berean artikulo gehiago AURKITU ahal izateko **elur maluten estrategia** ere ibili da.
- Artikulu bilaketa egiterakoan, 2005 orndorengo artikuloan bakarra bilatu ziren.

# EMAITZAK

- Eliteko kirolarietan, **odoleko analitiken beharra dago, 2-3 hilabetero**, entrenamenduen aurrean kirolariak izan duen erantzuna ulertzeko eta honen arabera dieta zein entrenamendu bolumenak eta atsedenaldiak egokitzeko (Urdampilleta et al, 2013).
- **ODOLOKO BIOKIMIKA AZTERKETA:**
- **Odoleko laktatoa**, entrenamenduaren intentsitatea neurtzeko parámetro fidagarria da.
- **Urea seriko** mailak, karbohidrato erreserbekin batera igo daitezke edo kirolariaren dietan proteína gehiagiaren ondorioz.
- Bestalde, entrenamenduko karga eta kirolariarengan honek izan duen eragina ulertzeko **transaminasa** glucoxalazetikoa (**GOT**) eta aspartato transaminasak (**AST**) zein kreatinkinasa (**CK**) eta laktato deshidrogenasa (**LDH**) entzimak erabili daitzke (Trigo et al, 2010). Aurreneko bi transaminasak ez dira gibelesko espezifikoak eta haustura muskularra dagonenean hauen igoera ere antzeman daiteke, hauek CK mailen igoerarekin korrelazionatzen dutelarik (Clemente, 2011).
- **ODOLEKO HORMONAK:**
- Odoleko kortison mailen igoerak eta **testosterona/ kortisol indizearen** jeitsierak, lan karga handia izan dela adierazten dute eta gain entrenamendu batera eraman gaitzake indize hau baxu mantentzeak.
- Era berean **kortisol mailak** altu mantentzeak, **immuno sistemaren jeitsieran erlazioa** du (Cordova, 2010).



# GLUCO-NEOGENESIA



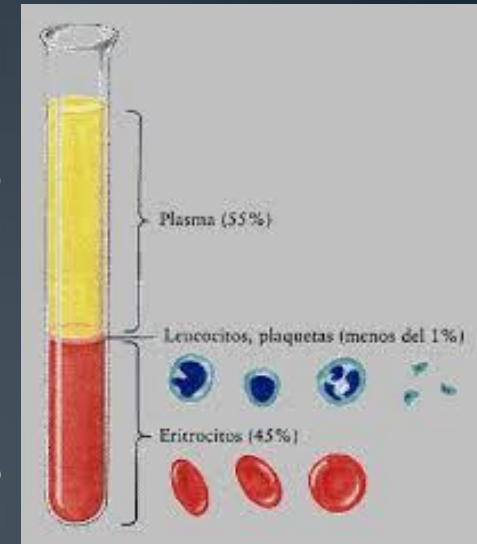
# EMAITZAK

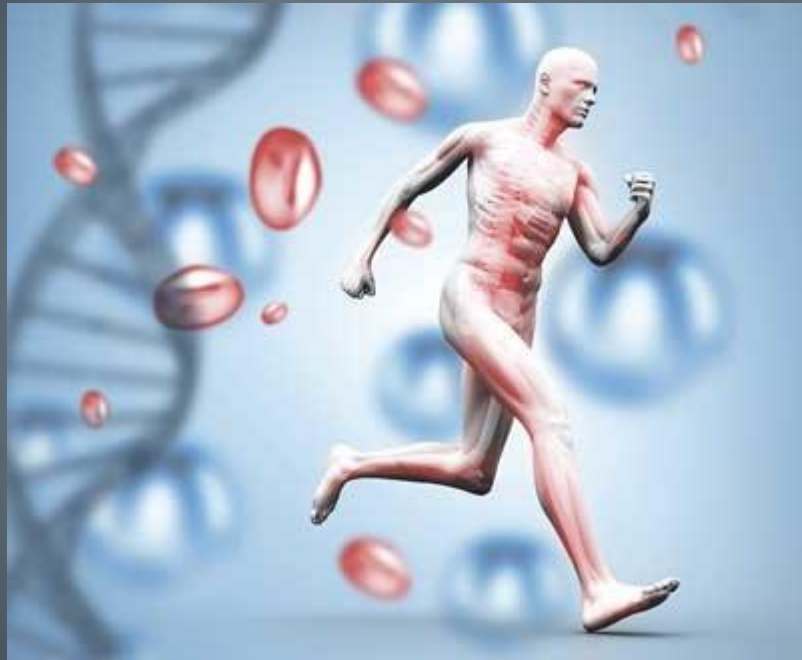
- **HEMATOLOGIA ETA BURDIN ERRESERBAK:**

- Entrenamendu lan karga handiek **balore hematologikoen jeitsiera** ekarzten du (hematokritoa eta hemoglobina mailak), odoleko espansioa fisiologikoa dela eta. Inpaktuko kirolean berriz, **burdin erreserben jeitsiera** nabarmena antzeman ohi da (ferritina mailak) (Fallón et al, 2008).

- **KIROL GENETIKAN:**

- Errendimenduan eragiten duten aspektu nagusiekin erlazionaturiko **300 gene baino gehiago aurkitu ditugu:**
- 1) Entrenamenduan, muskulu zuntz mota, indarra, erresistentzia, basodilatazioa edo eta  $VO_2$  maximoarekin erlazionaturiko geneak (ACTN3, ACE, NOS3, GDF8) (Eynon et al, 2012);
- 2) Nutrizioan (PPARG, FTO, MC4R, GCK, PLIN4) (Chuenta et al, 2015); eta Lesioen ekiditean; aurreko zurda gurutzatuaren hausturarekin eta tendinopatiekin erlazionaturiko geneak (COL1A1, COL5A1, TNC, MMP3) (Collins et al, 2010; Dupuis et al, 2010).
- Parametru genetiko hauen erabilera biokimika azterketekin uztartuaz, kirolarien berezko suszeptibilitatea (genetika) zein momentun aurkezten duen egoera (biokimika eta hematología) antzeman dezakegu, interbentzio objetiboagoak egiteko.





**Tabla I**

Principales genes asociados con el deporte

| Objetivo    | Gen   |
|-------------|---|
| Resistencia | <i>PPARD</i>  |
|             | Factores respiratorios nucleares ( <i>NRF2</i> )          |
|             | <i>PGC-1 alfa</i>   |
|             | <i>HIF-1 alfa</i>   |
|             | <i>EPAS-1</i> y <i>HIF-2 alfa</i>                         |
|             | Hemoglobina   |
|             | Sintasa glucógeno del músculo esquelético ( <i>GYS1</i> ) |
|             | <i>ADRB2</i>  |
|             | <i>CHRM2</i>  |
|             | <i>VEGF</i>   |
| Muscular    | <i>CK-MM</i>  |
|             | <i>ACTN3</i>  |
|             | <i>MLCK</i>   |
|             | <i>ACE</i>  |
|             | <i>AMPD1</i>  |
|             | <i>IGF-1</i>  |
| Tendones    | Grupo sanguíneo ABO                                       |
|             | <i>COL1A1</i> y <i>COL3A1</i>                             |
|             | <i>TNC</i>  |
| Psicología  | Gen transportador de serotonina ( <i>5HTT</i> )           |
|             | <i>BDNF</i>   |
|             | <i>UCP2</i>   |

Adaptada de Lippi<sup>9</sup>.

# ONDORIOAK

- Eliteko kirorarien kontrolerako beharrazkoa da **odoleko analisi espezifikoak egitea, 2-3 hilabetekeo maiztasunez.**
- **Hematokrito balorea ez da ain garrantzitsua,** hemoglobina mailak baizik.
- **Urea** seriko maila glukogeno mailen jeitsieraren ondorio dira eta agina kirolariearen dietan proteína gehiegi edo karbohidrato gutsiegi.
- **GOT eta AST** mailen igoerak zein **CK eta LDH** arenek, gihar haustura handiaren ondorio dira eta ondorioz, valora igoera handiek erreposoaldi bat eskatzen dute.
- **Hematokrito eta hemoglobina jeitsieran kirolarietan,** egokitzapen fisiologiko (gorputzeko plasma igoera) bat eman delaren seinale izan daite eta era beran ferritina mailaren jeitsiera. Hau egokitzapen fisiologiko normala litzateke kirolari entrenatuetan eta bi egoera hauek jarraipen medikua eskatzen dute, burdin erreserba jeitsierak burdin anemia baten bukatu ez dezan.
- Pertsona baten genetika bizitzan zehar aldaezina denez, **analisi genetikoa behin egitearekin nahikoa** da.
- Genetikak kirolean gero eta informazio baliotsu gehiago ematen du eta bere interpretazio era egokian, beste parametruen batera eginez gero abantaila handiak aurkeztu ditazke.
- Interpretazio genetikoa zein biokimikoa era egokian burutzeko profesionalak prestatzea beharrezkoa da.

# ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK

- Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem.* 2012; 56: 1-54.
- Chuenta W, Phonrat B, Tungtrongchitr A, Limwongse C, Chongviriyaphan N, Santiprabhob J, Tungtrongchitr R. Common variations in the FTO gene and obesity in Thais: A family-based study. *Gene.* 2015;558(1):75-81.
- Clemente VJ. Modificaciones de parámetros bioquímicos después de una maratón de montaña. *Motricidad. European Journal of Human Movement.* 2011; 27: 75-83.
- Collins M, Posthumus M, Schweltnus MP. The COL1A1 gene and acute soft tissue ruptures. *Br J Sports Med.* 2010;44(14):1063-4.
- Córdoba A. Los inmunomoduladores frente a la inflamación y daño muscular originados por el ejercicio. *Apunts Med Esport.* 2010; 45: 265–70.
- Dupuis J, New genetic loci implicated in fasting glucose homeostasis and their impact on type 2 diabetes risk. *Nat Genet.* 2010;42(2):105-16.
- Eynon N, Ruiz JR, Yvert T, Santiago C, Gómez-Gallego F, Lucia A, Birk R. The Callele in NOS3 - 786 T/C polymorphism is associated with elite soccer player's status. *Int J Sports Med.* 2012; Jul;33(7):521-4.
- Fallon KE. The clinical utility of screening of biochemical parameters in elite athletes: analysis of 100 cases. *Br J Sports Med* 2008; 42(5): 334-7.
- **Urdampilleta A, Martínez Sanz JM, López Grueso R. Valoración bioquímica del entrenamiento: herramienta para el nutricionista deportivo. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2013; 17(2): 73 – 83.**
-



# Biokimika eta Genetika azterketen erabilera Errendimenduko kirolarietan

**Aritz Urdampilleta<sup>1</sup>, Adrian Odriozola<sup>2</sup>, Ion Larruskain<sup>2</sup>, David Celorrio<sup>3</sup>, José M Aznar-Oviedo<sup>3</sup>, Anna Sauló<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Deustoko Unibertsitateko Irakaslea eta Ikerlaria.

<sup>2</sup> Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU) ko Irakaslea eta Ikerlearia.

<sup>3</sup> BAIGENE. Kirola, Teknologia Berriak eta Errendimendua©- ko Ikerlariak.

<sup>4</sup> ELIKASPORT. Nutrition, Innovation & Sport©-eko Dietista-Nutrizionista eta Ikerlaria.



Kontaktua:  
[aritz.urdampilleta@deusto.es](mailto:aritz.urdampilleta@deusto.es)

