

Gradu Amaierako Lana

Medikuntzako Gradua

# BIRIKA EDEMA IRAUPEN LUZEKO KIROLARIETAN

Errebisio bibliografikoa eta ikerketa prospektiboa

Egilea:

AINHOA ARTECHE

Zuzendaria:

HARITZ ESNAL

Zuzendariordea:

JULEN UCIN

## LABURPENA

Jarduera fisikoaren osasun-onurak ezagunak diren arren, muturreko ariketa fisikoak, iraupen luzeko lasterketak (ILL) kasu, epe labur nahiz luzean gizakion osasunean izan ditzakeen albo-ondorioen ebidentzia dago. Gradu amaierako lan honetan, erresistentzia handiko kirolariek jasan ditzaketen kalte funtzional eta estrukturalen berrikuspena egin da, sistema muskuloeskeltikoa, kardiobaskularra, iraitz-, digestio-aparatu, eta immunitate- eta nerbio-sistemari dagokionean, batez ere, arnas gaixotasunetan, eta zehazki iraupen luzeko ariketari loturiko birika edeman sakonduz.

Metodoak: 2022ko martxoak 21-27 bitartean “Volta Catalunya”-n parte hartu duten 7 kirolari aztertu dira, 7 egunetan zehar. Birika edemaren azterketarako ekografia erabili da irudi-frogatzat. Eta egunero errepikatu da ekografia bidezko birika-balorazioa, etapa hasi aurretik eta ondoren. Horrela, birikako kometa isatsen kuantifikazioa eta birika edemaren gradazioa burutu da.

Emaitzak: aztertutako txirrindularietatik %85 (6/7) izan dute Volta-ren momenturen batean birika-edema. Birika-edema zantzuak burutu diren balorazio guztietatik %23.1ean ikusi dira eta ia denak asintomatikoak izan dira. Kasu bakarra, birika-edema gradu larriena adierazi duena, izan da sintomak eman dituen. Honek neke maila markatua, eztula eta arnas-estu arina izan ditu. Bestalde, birika-edema zeinuak bere kabuz desagertu edo behintzat arindu dira ordu batzuen ondoren.

Ondorioak: Birika edema kirolari gehienetan uneren batean identifikatu den arren, kasu gehienak asintomatikoak diren aldetik, esan genezake orain arte azpidiagnostikatutako ezaugarri bat izan dela iraupen luzeko kirolarietan. Kirolarien errendimenduan duen eragina ezjakina bada ere, birika edema neurtu eta baloratu ezean, ez da inoiz ezagutuko honen garrantzia. Ekografiak, duen eskuragarritasuna eta osasun gainerako kalte eza aintzat hartuta, monitorizazio jarraia burutzeko aukera eskaintzen du. Eta hau oso baliagarria izan daiteke, batez ere, egun asko jarraian lehiaketa maila gorenean jarduten dutenetan, ongizate fisiko eta errendimenduari begira.

Hitz gakoak: birika edema, iraupen luzeko lasterketak, ekografia.

1. SARRERA
  - 1.1. ZER DIRA IRAUPEN LUZEKO LASTERKETAK
  - 1.2. LASTERKETA HAUEN ENTZUTE ETA PARTAIDETZAREN GORAKADA
  - 1.3. ARIKETA FISIKOAREN ONURAK
2. ERRESISTENTZIA HANDIKO KIROLAREN ARRISKUAK APARATU DESBERDINETAN
  - 2.1. Sistema muskuloeskeletikoa
  - 2.2. Sistema kardiobaskularra
  - 2.3. Iraitz-aparatua
  - 2.4. Digestio-aparatua
  - 2.5. Immunitate eta nerbio-sistema
3. ERRESISTENTZIA HANDIKO KIROLARI LOTUTAKO ARNAS GAIXOTASUNAK
  - 3.1. Prebalentzia.
  - 3.2. Arrisku faktoreak.
  - 3.3. Adierazpen klinikoak.
  - 3.4. Iraupen luzeko ariketari loturiko birika edema
    - 3.4.1. Patogenesisia
    - 3.4.2. Diagnostiko metodoak
    - 3.4.3. Irudi frogen onurak eta mugak birika edemaren diagnostikoan
4. IKERKETA PROIEKTU BATEN HASIERA: BIRIKA EDEMAREN NEURKETA IRAUPEN LUZEKO TIRRINDULARIETAN
  - 4.1. Helburua
  - 4.2. Material eta Metodoak
    - 4.2.1. Ikerketa diseinua eta parte-hartzaileak
    - 4.2.2. Ikerketa materiala
  - 4.3. Emaizak
  - 4.4. Eztabaida eta ondorioak
5. ONDORIOAK
6. BIBLIOGRAFIA

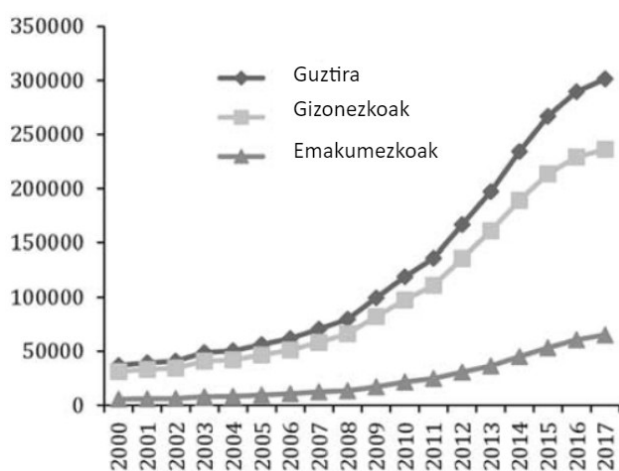
## 1. SARRERA Errebisio bibliografikoa

### 1.1 ZER DIRA IRAUPEN LUZEKO LASTERKETAK (ULTRA ENDURANCE EXERCISE)

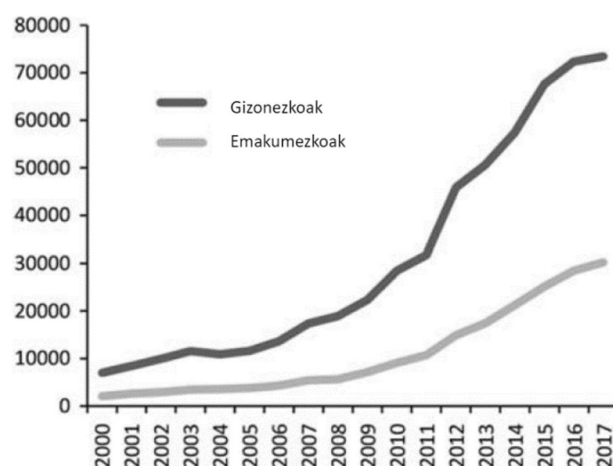
Iraupen luzeko lasterketak (ILL) 42,195km-tik gorako distantziak, 6 ordutik gora irauten duten probak eta hainbat egun edo etapaz osaturiko kirol jarduerak barne hartzen ditu [1,2]: distantzia/iraupen luzeko oinezko lasterketak, ultra-maratoiak, ultra-triatloiak, igeriketa, txirrindularitza eta iraupen-eski probak, besteak beste [3]. ILL-ak, aldi berean, erresistentzia handiko kiroltzat (EHK) hartzen da (*ultra-endurance activity*).

### 1.2 LASTERKETA HAUEN ENTZUTE ETA PARTAIDETZAREN GORAKADA

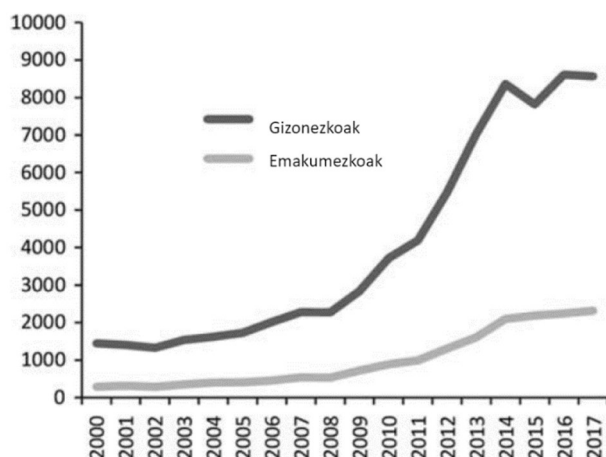
ILLen ospeak, eta ondorioz, partaidetzak, ageriko gorakada izan du azken bi hamarkadetan. Ultramaratoieta ikusi da aldaketa nabarmenena. Gorakada hori bereziki emakume eta “master” (35 urtetatik gora) lasterkariei zor zaie [3]. Horrez gain, 19 urtetik beherako gazteak ere, ILL-an parte hartzera animatu dira, lasterketen adin-talde garrantzitsua bihurtuz [2]. Datuetara joz, 2019.urtean, adibidez, 669.000 lasterkari baino gehiagok hartu zuten parte, mundu mailan antolatu ziren 7.000 ILL txapelketa baino gehiagotan [1].



1. irudia. Ultramaratoi lasterketako partaidetzaren joera 2000-2017 urte bitartean [3].



2.irudia. 2000-2017 urte bitartean 50km-tako lasterketen partaidetza [3].



3.irudia. 2000-2017 urte bitartean 100 miliako lasterketen partaidetza [3].

Jarduera fisikoak osasunean dituen onura garrantzitsuak ezagunak diren arren, muturreko ariketa fisikoak, hala nola ILL, epe labur nahiz luzean gizakion osasunean izan ditzakeen albo ondorioen ebidentzia dago [1,2]. Hala ere, ILL-en ondoriozko alterazio fisiologiko, kliniko eta biokimiko akutuen inguruan ikertu da, batez ere. Gorputzak izan ditzazkeen epe luzetarako datuen eskasia dela eta, muturreko jarduera fisikoak epe luzeko osasunean izan dezakeen inpaktua ez da aski ezaguna oraindik orain. Beraz, agerikoa da ikerketa gehiago egiteak informazio horren berri eman dezakeela. Eta honekin batera, partaidetzaren gorakada nabarmenak horretan lagun dezake.

### 1.3 ARIKETA FISIKOAREN ONURAK

Jarduera fisikoak giza osasun fisiko eta mentalean dituen onurak urtetan zehar ikertu dira eta bibliografiari jotzea besterik ez dago onuren zerrenda luzea aurkitzeko.

Jarduera fisiko erregularrak hezur eta muskulu-sistema indartzen ditu, osteoporosia saihestuz; gorputz zurruntasuna murrizten eta malgutasuna handitzen du, erorketen ondoriozko haustura arriskua gutxituz; bihotz-biriken funtzioa hobetzen laguntzen du; hipertentsio, kardiopatia, istripu-zerebrobaskular, 2.motako diabetesa, hainbat minbizi mota (bular, kolon, endometrio, hestegorriko adenokartzinoma, urdail, giltzurrun minbizi, besteak beste) izateko arriskua murrizten du; digestio funtzioa hobetu eta heste erritmoa erregulatzen du [4].

Horrez gain, bizimodu fisikoki aktiboa, kontzentrazioa eta memoria hobetzeari esker, narritadura kognitibo eta dementzia arrisku txikiagoarekin lotzen da [5]. Gainera, estresa murriztu eta loa errazten du. Eta efektu antsiolitikoa duela baieztatzen duten ikerlanak ere badaude [5]. Laburbilduz, ongizate-sentimenduak bultzatzen eta bizikaltatea hobetzen du.

Are gehiago, Munduko Osasun Erakundeak (MOE) inaktibitate fisikoa munduko hilkortasun-arrisku faktore garrantzitsuenen artean sailkatzen du, hipertentsio arteriala, tabako kontsumoa, gluzemia altua, gainpisua eta obesitatearekin batera. Hala, munduko hilkortasunaren %6a eta mundu mailako DALYs-en (disability adjusted life year; ezgaitasunari lotuta kaltetutako urteak) %2,1 egotzi dizkio inaktibitate fisikoari. Are gehiago, bular eta koloneko minbizien %21-25an, diabetesaren %27an eta kardiopatia iskemikoen %30 inguruan eragiten duela kalkulatzen da [6].

Hori guztia kontuan hartuta, MOEk 18-64 urte bitarteko biztanle guztiei ondorengoa gomendatzen die: ariketa fisiko aerobiko erregularra egitea astero gutxienez 150 minutuz intentsitate ertainean; edo, 75 minutuz intentsitate kementsuan; edo, intentsitate desberdineko ariketen konbinaketa baliokidea egitea. Ariketa aerobikoaz gain, muskulu talde desberdinak lantzeko intentsitate ertain edo handiko indar ariketak egitea ere gomendatzen da astean bitan, gutxienez. Horrez gain, onura gehigarriak lortzearren, asteko ariketa fisikoaren gomendatutako iraupena gainditu daiteke, intentsitate ertaineko ariketa 300 minutu/astera eta intentsitate kementsukoa 150 minutu/astera. Nolanahi ere, OMEren gomendioetara iritsi ez arren, ariketa fisiko pixka bat egitea guztiz inaktibo egotea baino hobea da [7].

## **2 ERRESISTENTZIA HANDIKO KIROLAREN ARRISKUAK**

Bestalde, erresistentzia handiko kirola (EHK) kalte funtzional eta estruktural gehien sortzen duen kiroleko bat da, intentsitate eta energia gastu handia eskatzen baititu. Halaber, epe labur nahiz luzean ager daitezkeen arazo kliniko eta preklinikoak sor ditzaketen erantzun proinflamatorio eta antiinflamatorioetan eragiten du [2]. Ondoren, EHK-k giza gorputzeko aparatu eta sistema desberdinetan eragin ditzakeen albo ondorioak azaltzen dira.

### **2.1 SISTEMA MUSKULOESKELETIKOA**

Erresistentzia handiko kirolarietan maiztasun handienarekin kaltetzen den sistema hezur-eta muskulu-sistema da, partehartzaileen %50-60ean, hurrenez hurren [4]. Hezurak, giltzadurak, kartilago/meniskoak, muskuluak, tendoiak, lotailuak eta burtsak kaltetu daitezke. Lesio gehienak arinak izan ohi dira eta beheko gorputz adarrean kokatzen dira, belaun eta orkatilan, batik bat [1,4]. Ariketa fisiko erregularrak hezur-sistema indartu dezakeen arren, intentsitate eta bolumen handiko ariketa fisikoak oinetako hezurak ahultzen ditu gainkargaren ondorioz, osteopenia eta estres hausturen arriskua areagotuz [1]. Bestelako lesioek, hala nola, lotailu hausturak, bihurrituak, zinta iliotibialaren sindromea, oinazolako faszitisa... pronostiko ona izan ohi dute epe luzera [4].

Horrez gain, dosi menpeko erlazioa aurkitu da lehia-mailako kirola eta aldaka eta belauneko osteoartritisaren artean [1]. Baita EHK eta muskulu eskeletikoaren kaltearen artean ere. Azken hori odolean miozitoen metabolitoak neurtuz azter daiteke; mioglobina, LDH eta CK, besteak beste. Proteina horien maila altuenak lasterketa bukatu eta ordu batera neurtu dira, eta 36-72 orduz mantendu daitezke [4]. Kalte muskular larria jasan dutenetan, errabdomiolisi kasu batzuk deskribatu dira, zeinetan aipaturiko proteinen maila bereziki altua den. Gehienek ez dute sintomarik izaten. Eta ez dira ezagutzen lisi prozesu horrek epe luzean izan ditzakeen ondorioak [2].

## 2.2 SISTEMA KARDIOBASKULARRA

Zenbait ikerketek erresistentzia handiko kirolari loturiko bihotz-kalte potentziala ikertu dute, bihotz biomarkagailuen gorakadan oinarrituz: CK, CK-MB, bihotz-troponina I, N-proBNP. Markagailu horien odoleko mailen aldaketak iragankorrak direla ikusi da eta biomarkagailuen gorakada behatu den kasu gehienetan, ez da bihotz kaltearen ebidentziarik aurkitu, ez gammagrafia, ez ekokardiografia bidez. Beraz, oraingoz ez dago arrazoizko erlazioirik biomarkagailuen eta miokardioaren kaltearen artean. Hori dela eta, bihotz biomarkagailuen esangura nahiko eztabaidatsua da [6].

Biomarkagailuak alde batera utziz, EHK-k bihotzean duen eragina bai maila estrukturalean, bai funtzionalean, aski deskribatuta dago. Eragin ditzakeen asalduren artean ondorengoak aurki daitezke: bihotz-birmoldaketa morfologiko eta histologikoa, hala nola, ezkerreko bentrikuluaren hipertrofia, aurikulen eta eskuineko bentrikuluaren dilatazioa eta miokardioaren fibrosia. Eta horri lotuta egon daitezkeen eroapen nahasmenduak (nodulu sinusalaren disfuntzioa, fibrilazio aurikularra, blokeo aurikulo-bentrikularak, arritmia bentrikularrak) eta disfuntzio bentrikularra [1,2]. Hala ere, arriskua baxua da (U formako erlazioa dago asaldura kardiobaskularrak pairatzeko arriskua eta bizitza osoan egindako ariketa fisikoaren artean) eta gehienetan alde zurreratik egoera/ezaugarri kardiobaskularraren menpekua da [2].

Horrez gain, erresistentzia handiko kirolarien arteria koronarioetan kaltzio maila altua (>100) aurkitu da angioTC bidez. Hala ere, populazio horren plaka ateroesklerotikoak egonkorak dira eta kaltzifikatuta egoten dira. Hortaz, poblazio orokorrarekin alderatuz, kirolarien plakek apurtzeko arriskua txikiagoa dute [4].

## 2.3 IRAITZ-APARATUA ETA GILTZURRUN-FUNTZIOA

Iraupen luzeko lasterketetan, giltzurrun disfuntzioa nahiko maiz ikusten. Giltzurrun gutxiegitasun akutuaren (GGaren) prebalentzia %50 ingurukoa da, hain zuzen, erresistentzia handiko kirolarietan [4]. Gehienetan, kirolak sortutako estresaren aurrean giza gorputzak emandako erantzun fisiologikoaren ondorioz gertatzen da; hau da, odol birbanaketa eta giltzurrun odol-fluxua murriztearen ondorioz, gehienetan



deshidratazioa tarteko [1]. Arina izan ohi da, sintomarik gabea eta kirolarietara giltzurrun funtzioa guztiz berreskuratzen dute egun batzuetan. GGA pairatzeko arrisku faktoreen artean, emakumea izatea, gorputz masa indize baxua edukitzea, antiinflamatorio ez esteroideen (AIEE) kontsumoa, deshidratazioa, bero kolpea eta altuera ertainean eta karga fisiko handiarekin lehiatzea aurki daitezke [2]. Zenbait ikerketek hipotentsioa, hiperurizemia, hiponatremia eta errabdomiolisiari lotutako kalte muskular larria arrisku faktoretzat hartzen dituzte [4].

Ikuspuntu diagnostikotik, gertu tira errektiboa EHK-ri lotutako giltzurrun kaltea identifikatzeko diagnostiko-metodoa izan liteke. Izan ere, lasterkarien portzentai batean mikrohematuria izan da giltzurrun kaltearen adierazle [4].

Noizbehinka, errabdomiolisiari lotutako GGA larria behatu izan da. Koadro kliniko horrek zenbait aste edo hilabete iraun ditzake [2].

Populazio orokorrean, giltzurrun gutxiegitasun akutua (GGA) eta kronikoa (GGK) erlazionatzen dituen ebidentzia dago: GGAREN ostean giltzurrun ehuna modu ezegokian konpontzea/moldatzea gerta daiteke eta GGA errepikakorrak ehunaren orbaintze progresiboa eragin dezake, GGK erraztuz. Zentzu honetan, GGAK GGKren aurreratzea bizkortzen duela baieztatzen duten ikerketak daude [1].

Aitzitik, erresistentzia handiko kirolarietan, GGA errepikakor edo larria giltzurruneko gaixotasun kronikoen progresioa errazten duen faktorea den oraindik ez dakite [1,2]. Hala ere, interesgarria izan liteke lasterketa aurretik lasterkarien giltzurrun funtzioa neurtzea eta lasterketa ondoren, GGA pairatu duten kasuak monitorizatzea [2].

## **2.4 DIGESTIO APARATUA**

Arazo gastrointestinal akutuek iraupen luzeko lasterketan zehar ohikoak dira: batez ere, goitikak (gehienetan), gorakoak eta beherakoak [1]. Sintoma horiek dira kirolarietara lasterketa uztera behartzen dieten arrazoï nagusia [4]. Orohar, kirola egiteari uztean desagertzen dira eta ez dira epe luzeko alterazioekin erlazionatzen [1]. Fisiopatologiari dagokionean, badirudi endotoxemia dela arazo gastrointestinalen mekanismo eragile

nagusia. ILL-etan endotoxina eta zitokina proinflamatorioak neurri handian odolera askatzen direla eta, askapen horrek erreakzio antiinflamatorio kontra-konpontzailea (counter-regulatory anti-inflammatory reaction) eragiten duela ikusi da [4].

Kasu larrietan, esfortzu fisiko handiaren ondoriozko deshidratazioak eta heste hipoperfusioak kolitis iskemikoa eragin lezakete. Eta kasu bakanetan, arazo gastrointestinal kronikoak eragindako burdin eta bestelako bitaminen eskasia nutrizionalak deskribatu dira [1].

Orokorrean, erresistentzia handiko kirolak, digestio funtzioari dagokionean, alterazio gastrointestinalak baino, epe luzeko onurak eragiten ditu. Esteatosi hepatico ez-alkoholikoaren leheneratzearekin eta kolon minbizi-tasa baxuekin erlazionatzen da. Baita heste mikrobiotaren dibertsitatearen, hantura-markagailuen eta erantzun immunearen hobekuntzarekin ere [1].

## **2.5 IMMUNITATE SISTEMA ETA NERBIO-SISTEMA**

Immunitateari dagokionez, erresistentzia handiko kirolak eragindako estresak modu esanguratsuan eragin dezake immunitate funtzioan epe laburrean. Kirolarietarako immunosupresio egoera iragankorra jasaten dute lasterketak irauten duen denboran. Egoera horrek, aldi berean, infekzio biriko eta bakteriano kliniko eta subkliniko akutuen arriskua areagotu dezake [1]. Arnas bideko infekzioak dira ohikoenak, batez ere, errinitisak, erresistentzia handiko kirolarietan prebalentzia >%30 izanik [8].

Nerbio-sistemarekin jarraituz, nahiz eta zerbait ikerlanek erresistentzia handiko kirolarietan, iraupen luzeko lasterketa ostean, garun bolumenaren %6ko murrizketa eta aktibitate kortikalaren gutxitzea erakutsi duten, aldaketa horiek esfortzu fisikoaren ondoriozko proteinen galera iragankorrari eta desoreka elektrolitikoari zor zaizkie. Alterazio horiek unean unekoak dira; garun bolumena 8 hilabeteko epean jatorrizko bolumenera itzultzen da eta garun funtzioa erabat berreskuratzen dute. Gainera, aldaketa horiek ez dira funtzio kognitiboen murrizketarekin erlazionatu [1]. Ostera,

EHK-k, aurretik azaldu den bezala, osasun neurologikoan inpaktu positibo nabarmenagoa du [1,5].

### **3 ERRESISTENTZIA HANDIKO KIROLARI LOTUTAKO ARNAS GAIXOTASUNAK**

Arnas nahasmenduak erresistentzia handiko kirolarietan morbilidade-kausa ohikoak dira, askotan euren errendimendua mugatzen dute, baina gutxitan dira heriotza-kausak. Ariketa fisikoan zehar gertatzen diren gertakizun fisiopatologikoen ondorioz, bronkoespasmoren ondorioz, kasu, kirolariek sintoma patologiko ezberdinak paira ditzakete; ariketa fisikoari lotutako asma edo kasu arraragoetan, birika edema. Bronkoespasma eta ariketa fisikoaren ondoriozko edema interstiziala ez dira izatez patologikoak, baina maiztasun handiagoarekin ikusten dira akidura fisikora iristen diren kirolari osasuntsuetan. Prozesu horiek, baldintza normaletan gorputzaren behar metabolikoak modu ezin hobean asetzen dituen arnas aparatua mugatzen dute, arnas gutxiegitasun kliniko nahiz subklinikoa erraztuz [8].

#### **3.1 PREBALENTZIA**

Erresistentzia handiko kirolari lotutako arnas gaixotasunen artean honako hauek aurki ditzakegu: arnasbideen hantura akutu eta kronikoa, hipererreaktibitate bronkiala eta bronko konstriktzioa, asma, arnas funtzio espiratorioaren murrizketa, arnas muskuluen akidura, O<sub>2</sub>ren difusio albeolo-arterialaren disfuntzioa eta ondoriozko hipoxemia arteriala eta birika edema [2].

Ikuspuntu fisiopatologikotik, arnas alterazio gehienen oinarria arnasbidearen kalibrea eta ariketa fisikoak eragindako aireztapena handitzearen arteko desorekan datza [8]. Hori dela eta, arnas nahasmenduak 3 multzotan sailka daitezke:

## **1. Arnas bideen alterazioei loturiko nahasmenduak.**

Talde honek ariketa fisikoari loturiko bronkokonstriktzioa (AFLB) (exercise induced bronchoconstriction), asma (AFLA) (exercise induced asthma) eta hipererreaktibilitate bronkiala (HRB) (bronchial hyperresponsiveness) barne hartzen ditu. Alterazio hauen prebalentzia kirolaren arabera aldakorra den arren, erresistentzia handiko kirolarietan maiztasun handiengan aurkitzen diren entitate mediko kronikoak dira eta prebalentzia handitzen doa [8]. 2000.urteko Sidney-eko eta 2004ko Atenaseko Olinpiadetan, adibidez, AFLB, AFLA eta HRB diagnostiko irizpideak erabiltzen hasi ziren eta arnas bideko alterazio horien prebalentzia %21,2koa izan zen bronkoprobokazio edo HRB testean positibo eman zuten atletetan eta %20,7koa proba bronkodilatzailea positibo zutenetan [9]. Are gehiago, erresistentziako atletak izan ziren 1996., 2000. eta 2004. urteko olinpiadetan beta2-agonista inhalatuak gehien erabili zituzten kirolariak: txirrindulariak 1. postuan (lehiakide guztien %15,3), igerilariak 2.ean (%11,3) eta pentaatletak 3.ean (%10,1) [8].

Horrez gain, AFLB, AFLA eta HRB pairatzeko arriskua handiagoa da egoera meteorologiko konkretu batzuetan; hala nola, arnasten den airea hotza eta lehorra denean [1,8].

Nolanahi ere, zenbait ikerlanek arnas bideen alterazioei loturiko nahasmenduen prebalentzia erresistentzia handiko kirolarietan, biztanleria orokorrean ikusitako prebalentziaren antzekoa dela iradokitzen dute [1,2].

## **2. Fluxu espiratorioaren mugaketa (FEM) (Expiratory flow limitation)**

Erresistentzia handiko kirolarien artean, gizonezkoen %40an eta emakumezkoen %90an aurki daiteke [8].

### **3.Albeolo-arteria interfasearen eta interstizioaren alterazioak.**

Hirugarren talde honen barnean, ariketa fisikoak eragindako hipoxemia arteriala (AFEHA) (exercise induced arterial hypoxemia) eta birika edema (BE) (pulmonary edema) aurki daitezke.

AFEHA nahiko maiz ikusten da, gizonezko kirolarien %50an eta emakumezkoen artean portzentai handiagoan. Gas trukearen alterazio gradu desberdinak aurki daitezke.

Birika edema, berriz, askoz arraroagoa da. Hala eta guztiz ere, prebalentzia handiagoa da altitude handiko erresistentzia handiko kiroletan, %0,2-15 artekoa, hain zuzen [8].

### **3.2 ARRISKU FAKTOREAK**

Ariketa fisikoari loturiko arnas nahasmenduen garapenean kirolarien faktore intrintseko eta estrintsekoek eragiten dute. Alde batetik, arnas gaixotasun historia pertsonala, atopia, Prick-test positiboa, errinitis alergikoa eta ekzema aurrekariak izatea faktore erraztailetzat hartzen dira. Horrez gain, ingurugiroak ere badu bere zer esana. Substantzia kimiko, intsektizida, pestizida eta ongarrien esposizioa, igerileku kloratuak, bai eta kutsatutako airea edo aire hotz eta lehorra arnasteak arnas nahasmenduak izateko arriskua handitzen dute [8].

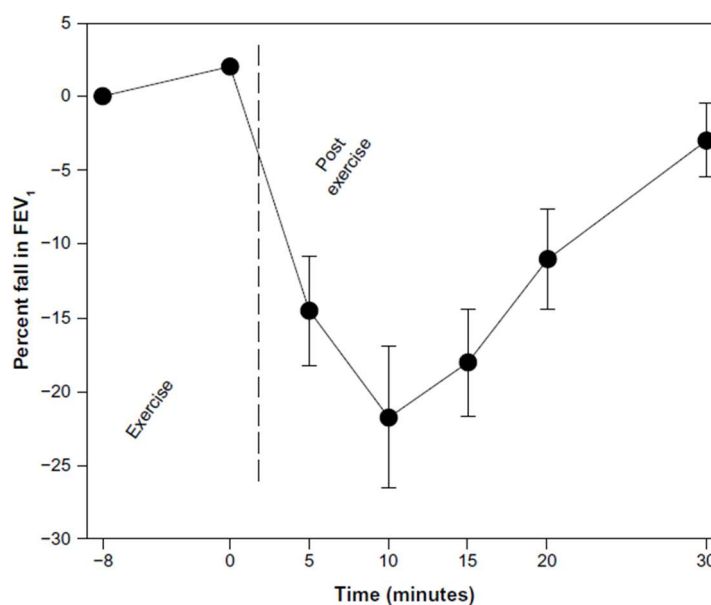
### **3.3 ALTERAZIO MOTAK / ADIERAZPEN KLINIKOAK**

#### **3.3.1. Ariketa fisikoari loturiko bronkokonstriktzioa: AFLB / Aariketa fisikoari loturiko asma: AFLA / Hipererreaktibilitate bronkiala: HRB**

Intentsitateko handiko ariketa fisikoak, goi arnasbidea ohituta ez dagoen aire ez-giratuaren esposizioan egotea eragiten du. Horrek, arnasbideko epitelioa hoztu eta deshidratatzeaz gain, sistema immunea aktibatu eta hantura prozesua martxan jartzen du. Hanturak, aldi berean, bronkioetako muskulu lisoaren uzkurdura estimulatu

dezake, arnas bidearen estutzea eta buxada eraginez [1]. Buxadura iragankorraren ondorioz, kirolariek disnea, eztula eta sibilantziak izan ditzakete. Koadro kliniko horri ariketa fisikoari loturiko bronkokonstrikzioa (AFLB) deritzo. Eta koadro bera asma aurrekaria duten kirolarietan agertzean, ariketa fisikoari loturiko asma (AFLA) terminoa erabiltzea hobesten da [8].

AFLBren funtsezko ezaugarria FEV<sub>1</sub>ren murrizketa da, zeinak bronkokonstrikzioa baieztatzen duen. Hurrengo grafikan irudikatzen den bezala, bronkokonstrikzio intentsitate maximoa ariketa fisiko kementsuaren ondorengo 5-10 minutu artean gertatzen da. Ostera, bere onera itzultzen da 60 minututara [8].



**4.irudia. Ariketa fisikoak eragindako bronkokonstrikzioa erresistentzia handiko kirolarietan.** Ariketa egiten hasi bezain laister, FEV<sub>1</sub>ren hobekuntza minimoa ikusten da. Ariketa ostean, ordea, ariketa egiteari utzi eta 5 minututara, FEV<sub>1</sub> murrizketa esanguratsua nabarmentzen da. Bere kabuz ia guztiz berreskuratzen da 30 minututan [8].

Hipererreaktibitate bronkiala, bestalde, estimulu ezberdinei erantzunez arnasbideak erraz edo intentsitate handiz buxatzeko duen erraztasunari deritzo. Bronkio probokazio frogen bidez diagnostikatzen da. Erabilitako estimulua zuzena (metakolina o histamina) edo zeharkakoa (ariketa fisikoa, aire hotz edo lehorraren inhalazioa, aerosol hiperosmolarren edo manitol eta AMP-ren inhalazioa) izan daiteke [8].

### 3.3.2. Fluxu espiratorioaren mugaketa: FEM

Fluxu espiratorioaren mugaketa (FEM) fluxu espiratorioa areagotzearen ezintasunari deritza. Normalean, maniobra espiratorio bortxatuaren ondoren gertatzen da. Hala ere, arnasketa tidal edo fisiologikoan agertzea, atsedenean nahiz ariketa fisikoa egin bitartean, narriadura mekanikoa progresiboaren adierazle da [10].

FEM erresistentzia handiko kirolarrietan, batez ere ez asmatikoetan, nahiko maiz agertzen da eta birika funtzioaren mugatzearen arrazoietako bat da [8]. Izan ere, arnas sistemak espirazio osteko aire bolumena (hondar-edukiera funtzionala) lortzeko, denbora gehiago behar duenez, birika hiperinflazio dinamikoa bultzatzen du. Birika hiperinflazioak, eta horren ondoriozko espirazio bukaerako presio albeolarraren areagotzeak, arnas muskulu inspiratorioen gainkarga eragiten du, arnas muskuluen akidura erraztuz [10].

### 3.3.3. Ariketa fisikoak eragindako hipoxemia arteriala: AFEHA

AFEHA ariketa fisikoak eragindako oxigeno desaturazio arterialari deritza [8]. Fisiopatologiari dagokionean, bi prozesu ezberdinek eragin dezakete hipoxemia arteriala: alde batetik, PO<sub>2</sub>ren diferentzia albeolo-arterial handiegiak (>25-30 Torr), zeina kausa desberdinen ondorioz gerta daitekeen: bronkokontrikzioa eta birika edema interstizial iragankorraren ondoriozko aireztapen-perfusio alterazioak eta eskuinetik ezkererako shunta, besteak beste. Eta beste alde batetik, hiperbentilazio konpentsatzaile desegokiak (PCO<sub>2</sub> arteriala >35 Torr) [8,11]. Zenbait autorek hipoxemia arterialaren arduradun nagusia arnas muskuluen akidura dela defendatzen dute [11].

Erresistentzia handiko kirolarrietan ikusten den desaturazio arterialaren esanahia argitzear dagoen kontua da. Izan ere, oraindik ez dakite ea giza gorputzaren erantzun fisiologikoa edo kirol errendimendua mugatzen duen arnas funtzioaren disfuntzioa den [8].

\*(1 Torr = 1 mmHg; 1 atm = 760 Torr)

### 3.3.4. Arnas muskuluen akidura

Intentsitate handi eta iraupen luzeko ariketa fisikoak diafragma eta arnasketan laguntzen duen muskulatura abdominala nekatzea eragiten du. Muskuluen akidura denboran mantendutako arnas-lan handiari zor zaio, nagusiki. Halaber, gorputz adarretako (GA) muskulu eskeletikoen O<sub>2</sub> beharrak ere handitzen direnez, odol-fluxuaren lehia antzerako bat sortzen arnas muskulu eta GAko muskuluen artean, muskulu akidura larriagotuz [12].

Muskulu akidura neurtzeko metodo objektibo fidagarriena nerbio-estimulazio teknika da [12,13]. Nerbio frenikoaren zuzeneko estimulazio bidez, diafragmaren aktibazio inboluntarioa eta erresistentzia neurtzen dira. Hala ere, oraingoz, ikerketa batek soilik erabili du estimulazio teknika hau arnas muskulu akidura ebaluatzeko metodo gisa. Gainontzeko ikerlanetan, aho-presioko maniobretara (mouth-pressure manoeuvres) jo da; hau da, teknika subjektibora. Izan ere, aho-presio maniobrak arnas muskuluen indarraren adierazle dira [13].

Arnas muskuluen akiduraren ondorio nagusia nerbio sistema sinpatikoak eragindako basokonstriktzioaren areagotzea da. Sinpatikoaren erantzun horrek, muskulu eskeletikora iristen den odol fluxua murriztea dakar, akidura larriagotuz [12]. Azken ondorioa zera da: arnas aparatua ez da gai gorputzaren O<sub>2</sub> beharrak asetzeko. Horrez gain, neke muskular horrek egonkortasun posturalean negatiboki eragiten du eta lesio muskularrak izateko arriskua handitzen da [13].

Azkenik, ez dago argi ea arnas entrenamendu gidatuari esker, arnas muskuluen akidura atzeratu edo konpentsatu litekeen, ezta horrek kirolarien errendimenduan izan zezakeen eragina ere [13].



### 3.3.5. Birika edema: BE

Kirolari osasuntsuetan birika edema kasuak ere argitaratu dira, gainerako arnas nahasmenduak baino gutxiago badira ere [8]. Populazio orokorrean intzidentzia baxua den arren, kirolari talde konkretu batzuetan birika edema interstizialaren zeinu subklinikoak nahiko maiz deskribatu dira: altitude handian jarduten duten eskalatzailleetan (altitude handiari loturiko birika edema, AHLBE), ur azpiko buzeatzaile edo erresistentzia handiko igerilarietan (urperaketari loturiko birika edema, ULBE) eta iraupen luzeko lasterkarietan (iraupen luzeko ariketari loturiko birika edema, ILALBE), hain zuzen [14].

Ageriko birika edema nahiko arraroa den entitate klinikoa da eta disnea, eztula eta hemoptosi bidez adieraz daiteke [8]. Hala ere, kasu gehienetan asintomatikoa izan ohi da [11].

Altitude handiko erresistentzia-probek altueragatiko gaitz akutua (AGA) garatzeko arrisku handiagoa ekar diezaiekete atletei. Termino horrek hainbat sindrome barne hartzen ditu, hala nola, mendiko gaitz akutua, altitude handiari loturiko birika edema (AHLBE) eta altitude handiari loturiko garun edema (AHLGE) [15]. Sindrome horien garapenean eragina duten ingurumen-faktore garrantzitsuenak atmosferako oxigenoaren kontzentrazio txikia eta presio barometriko baxua dira [15]. AHLBE da AGAren ondoriozko heriotza eragile nagusia, %0,2-6 bitarteko intzidentziarekin. Baliteke maiztasun datuak gutxietsi izana, izan ere, klinikoki esanguratsuak diren AHLBEak soilik aztertzen dira; hau da, sintomak ematen dituztenak [16]. Atsedeneko disnea, eztula, bularreko mina/opresioa, zianosi zentrala, estertoreak, sibilantziak... eragin ditzake. Tratamendu moduan, altitudea jaitea, oxigeno gehigarria, kamara hiperbarikoa eta ondorengo farmakoak proposatzen dira: nifedipino, 5-fosfodiesterasaren inhibitzaileak eta salmeterola, besteak beste [15].

Bestalde, urperaketari loturiko birika edema (ULBE) atleta igerilari eta ur azpiko buzeatzaileen %1,1-1,8k pairatzen du [17]. Urperatzea, uraren tenperatura hotzaren esposizioa eta ariketa fisikoaren konbinazioak hipoxia, erantzun adrenergikoa eta odol

fluxuaren birbanaketa (zirkulazio periferikotik birika zirkulaziora) eragiten ditu. Eta horrek, aldi berean, biriketako kapilarren kongestioa eta odol hodi barneko presio hidrostatiakoaren handitzea. Ondorioz, birika edema interstiziala eta hemorragia albeolarra gerta daitezke [17,18]. ULBE garatzen dutenen %90ak disnea, eztula eta esputoa izaten dute. %50k baino gehiagok hemoptisia [17]. Ahultasuna, bularreko mina, ortopnea, zorabioa... azterketa fisikoan sibilantziak, estertoreak, 3.bihotz soinua eta murmurio pansistolikoa ere ager daitezke [19]. Tratamendua, askotan, euskarrikoa da: oxigenoterapia lagungarria, 24h – 2 egun bitarteko epean, kirolariak beren kabuz berreskuratzen baitira [17]. Hala ere, farmako diuretiko eta  $\beta$ -agonista adrenergikoak erabil daitezke. Kasu honetan, nifedipino eta sildenafiloa ULBEren prebentzio metodo gisa proposatu dira, nahiz eta ez dagoen euren erabilera justifikatzen duen daturik [17].

AHLBE eta ULBE entitate arraroak badira ere, euren fisiopatologia, tratamendu aukerak eta profilaxia metodoak zenbait ikerlarik eztabaidatu dituzte eta argiagoak dira. Horregatik, gradu amaierako lan honetan birika edema azpimota horiek alde batera utzi dira eta iraupen luzeko ariketari loturiko birika edeman (ILALBE) sakondu nahi da. Azken honen inguruko ikerlana askoz murriztagoa da eta argitaratu diren ikerketen lagina xumeagoa. Hori dela eta, ILALBEren patogenesisia, diagnostiko metodo, profilaxia eta tratamenduan hutsune handia dago.

### **3.4. IRAUPEN LUZEKO ARIKETARI LOTURIKO BIRIKA EDEMA (ILALBE)**

#### **3.4.1. Patogenesisia**

Hiru birika edema motek oinarri fisiopatologiko antzekoa dutela baieztatzen duten ikerketak baldin badaude ere [14], aurretik azaldutako bi azpimotetan ingurugiroko faktoreek eragin garrantzitsua dute: AHLBEn, atmosferako oxigenoaren presio partzialaren murrizketak; eta, ULBEn presio barometrikoaren handitzeak. Aitzitik, ILALBE garatzen duten kirolariak itsas-mailan eta presio atmosferikoan jarduten dute.

ILALBEren patogenesiari dagokionez, ez dago adostasun zientifikorik. Lehenengo teoria, eta baliteke garrantzitsuena, ariketa fisikoak eragindako bihotz gastuaren (BG) handitzea da [11,20]. Erresistentzia handiko jarduera fisikoak bihotz gastua 4-5 aldiz handitu dezake [14]. BGren handitze horren nabarmenak, birika zirkulazioan bat-bateko eta neurritz kanpoko odol fluxuaren areagotzea eragiten du, eta ondorioz, birika zirkulazioaren bolumen ginkarga [11]. Hori dela eta, ariketa fisikoa egitean biriketako erresistentzia baskularra odol hodian dilatazioari esker murrizten bada ere, birika arteria, sare kapilar, zain eta ezkerreko aurikularen presio hidrostatikoa nabarmenki handitzen dira [14]. Horrez gain, ikerlari batzuk, muturreko egoeretan, hala nola, iraupen luzeko eta erresistentzia handiko kirolelan, mintz albeolo-kapilarraren kalte primarioa gertatzen dela diote [11]. Nolanahi ere, azken efektua albeoloetako hesi hematogaseosoaren estresa, hutsegitea eta likidoaren espazio interstizialerako estrabasazioa dira [11,14,20]. Bestalde, ez dago argi sistema linfatikoaren eragina. Batzuk, ariketa fisikoa egitean biriketako likido linfatikoaren argitzea handitzen den arren, grabitazio gradientearen kontra egin behar duenez, bolumen ginkarga konpentsatzeko nahikoa ez dela defendatzen dute [21]. Beste batzuk, aldiz, gizakietan biriketako fluxu linfatikoaren handiterik gertatzen ez dela diote [11]. Horrez gain, ezkerreko bentrikularen hutsegitea ere proposatu da birika edemaren faktore eragile moduan [11,22]. Are gehiago, zenbait ikerlariak iraupen luzeko ariketa fisikoa egitean, plasmako gantz azido librean maila handitzen dela ikusi dute, zeinak kardiotoxikoak izan daitezkeen [22]. Orain arte aipaturiko hipotesi guztiek bihotzean jatorria duen birika edema arrazoitzen dute.

Hala ere, ILALBE duten zenbait pazientetan biriketako kapilarren presioa baxua dela behatu da [23]. Aurkikuntza hori ez dator bat jatorri kardiogenikoa duen birika edemarekin. Gainera, serum hipertonikoan infusioaren ondoren, klinikaren hobekuntza eta birika edemaren ebazpena ikusi dira [23]. Horrek garun edema eta birika edeman ez-kardiogenikoaren arteko erlazio posiblea iradokitzen du [23]. Are gehiago, ILALBE ur intoxikazioaren ondoriozko birika edema neurogenikoaren (BEN) adierazpen ez-ohikoa izan litekeela uste dute batzuk [22]. BEN maizago lotzen da konbultsio, odoljario intrakraneal nahiz subaraknoideo eta garun traumatismoekin [22,24], baina, hiponatremia testuinguruan ere deskribatu da [22]. Badirudi, ariketa

fisikoa egitean izerditzearen ondoriozko ur eta elektrolitoen galerak, ADHren bidezko ur librearen birxurgapenak [22] eta ur soilaren gehiegizko ingestak [4,23] hiponatremia hipotonikoa eragin dezaketela [23]. Eta hiponatremia akutuak, garun barneko presioa handitzearen ondorioz, hipoxia eta birika edema ez kardiogenikoa eragin ditzake [23].

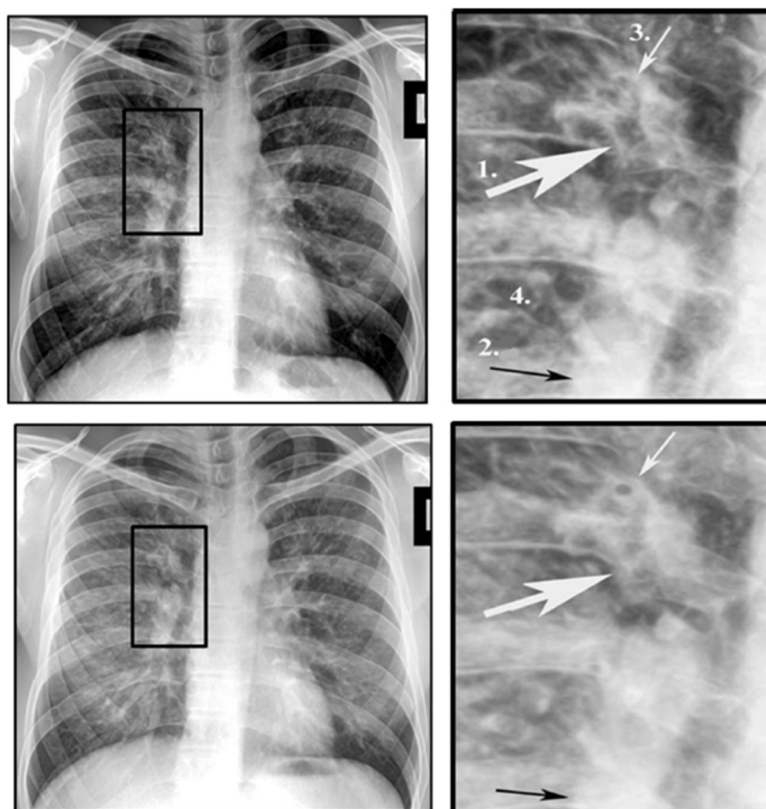
### 3.4.2. Diagnostiko metodoak

Asko dira ariketa fisikoak eragindako birika edema aztertu duten zientzialariak. Birika edemaren ebidentzia baieztatzeko, irudi teknika ez-inbasibo ezberdinak erabili dituzte. Izan ere, biriketako ur estrabaskularraren aldaketak ehunaren dentsitate-aldaketa gisa ikus eta kuantifika daitezke [25].

Klasikoki, irudi erradiografikoak erabili izan dira birika edemaren diagnostikorako, torax erradiografia arrunta zein eskanerra (TC) [20]. Bietan, birika edemaren presentzia iradokitzen duten zeinu ez zuzenak azter daitezke.

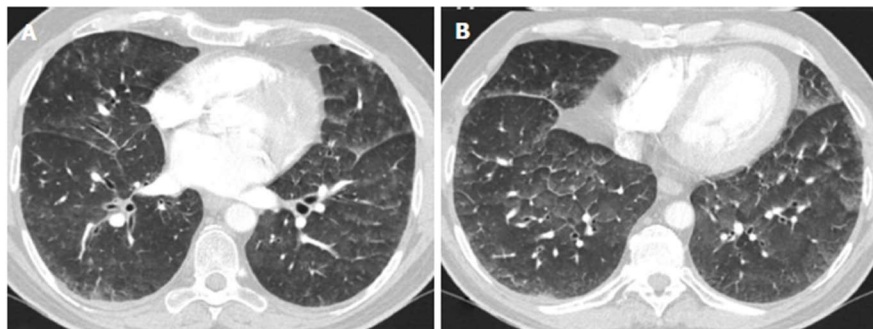
Torax Rx-an, birika kongestioa handitzen doan heinean, zeinu erradiologikoek ondorengo sekuentzia jarraitzen dute: 1) lerro baskularren definizio garbiaren galera, opakutasun baskularra, batez ere goiko birika-lobuluetan, eta birika zainen distentsioa; 2) hilioko egituren definizioaren galera; 3) behe-lobuluetan lerro septalen agerpena, Kerley-en A eta B lerroak; 4) zorro edo mahuka peribronkial eta peribaskularraren presentzia; 5) lobulu arteko fisura eta septuen loditzea [20,26,27]. Zeinu horietan oinarrituz, iraupen luzeko ariketa fisikoari loturiko birika edemaren presentzia frogatu dute hainbat ikerlariek: 1979an Mckecnie eta laguntzaileak ultramaratoi lasterketa baten ostean [25]; 1999an Anholm eta lag. altitude ertaineko txirrindu-lasterketa baten ostean [25]; 2011an Zavorsky eta lag. Steamtown maratoian [26]... Azken ikerketa horretan parte hartu zuten kirolari guztiek ondorengo baldintzak betetzen zituzten: <55 urte izatea, maratoia 5h baino gutxiagotan bukatu izana, birika-bihotz gaixotasunik ez edukitzea eta ariketa fisikoaren ostean sintomarik ez izatea. Maratoia bukatu eta 20, 45 eta 90 minutura atzetik aurrerako torax Rx-ak egin zizkieten partaide guztiei. 26 lasterkarietatik 12k (%46ak) birika edema arin-larria iradokitzen zuten zeinuak izan

zituzten. Gainera, emakumezkoen intzidentzia gizonezkoena baino handiagoa zela ikusi zuten [26]. Zavorsky eta laguntzaileek, maratoietan parte hartzen zuten kirolarietan, birika edemaren garapena ikertzen jarraitu dute, edemaren presentzia baieztatuz torax Rx bidez. Ikerlan horietako batean, biriketako edemak garrantzi fisiologiko txikia duela ondorioztatu zuten. Izan ere, maratoiko errendimenduan eragin minimoa zuela, ariketak eragindako hipoxemia arteriala probabilitate txikiarekin gertatzen zela eta birika funtzioaren aldaketak arinak zirela ikusi zuten [28].



**5.irudia. Maratoian parte hartu zuen gizon baten torax erradiografia irudiak;** goiko irudiak lasterketa aurretik, eta behekoak lasterketa ondoren. 1) Gezi zuri handia: zorro peribronkobaskularretako uraren metaketaren ondorioz, bronkio paraten loditzea. 2) Gezi beltza: odol hodian ertzen definizioaren galera. 3) Gezi zuri txikia: bronkio aurrez aurre. 4) Periferiako odol hodi txikiaren definizioaren galera [26].

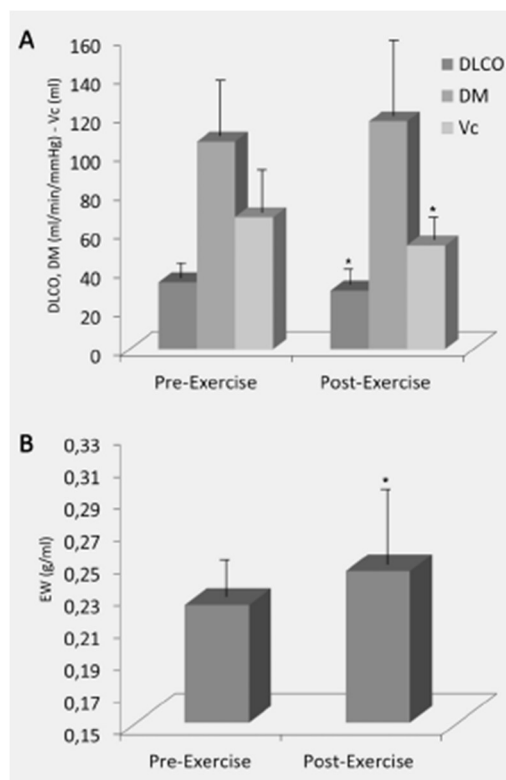
Beste ikerlari batzuk, bestalde, erresistentzia handiko kirolarien biriketan ur pilaketa frogatu zuten TC bidez [11,25]. TC-an, birika edema, lobulu arteko septuen loditze eta distirarik gabeko beira-patroia jarraitzen duten opakutasunen bidez adierazten da [27]. Konsolidazioak eta opakutasun peribaskularrak ere ager daitezke [27].



**6. irudia. Beheko birika lobuluen TC irudiak:** distirarik gabeko beira patroidun opakutasun areak, fisuren loditzea eta bronkio eta odol hodi inguruko loditzea birika edema interstizialaren adierazle dira [27].

TC bidezko diagnostikoan oinarrituz, Caillaud-ek, triatloi lasterketa batean parte hartu zuten 8 lasterkari ikertu zituen. Bere azterketa DLCO eta torax eskanerren oinarritu zen. DLCO biriketako albeoloen zeharreko gas difusioa aztertzen duen birika funtzio-proba bat da. Eskanerraren analisiak, bestalde, ondorengo helburuak zituen: 1) opakutasun lineal eta poliglonalen zenbaketa (likido interstizialaren metaketa-indizea); eta 2) biriken batez besteko dentsitatea eta korteen batez besteko masaren kalkulua. Emaitzek agerian utzi zuten lasterketa osteko DLCO-ren murrizketa ( $44,9 \pm 2,3$  vs  $42,9 \pm 1,7$  ml.min<sup>-1</sup>.mmHg<sup>-1</sup>;  $p < 0,05$ ), biriken batez besteko dentsitatearen handitzea ( $0.21 \pm 0.009$  vs.  $0.25 \pm 0.01$  g/cm<sup>3</sup>;  $p < 0.0001$ ) eta biriketako opakutasunen areagotzea ( $p < 0.001$ ) [11].

Caillauden ildo jarraituz, McKenziek 1:45h-ko txirrindu gaineko proba fisiko baten ondoren, DLCOren %12ko murrizketa eta RM bidez neurtutako biriketako ur estrabaskularraren %9,4ko handitzea baieztatu zuen [11].

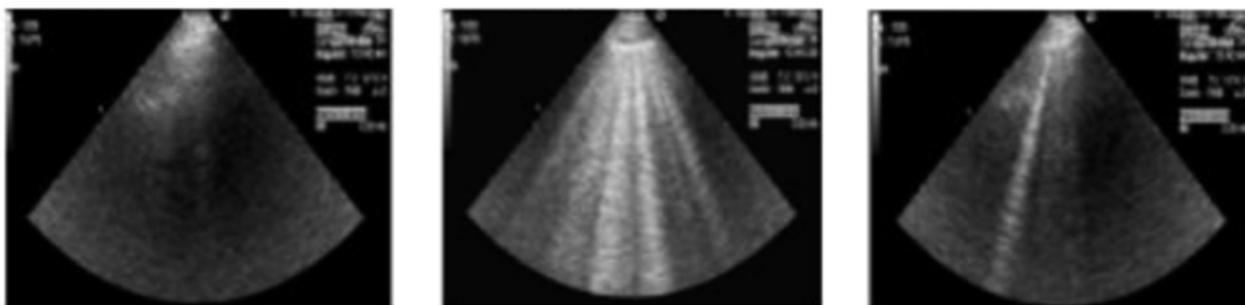


**7. irudia. Erresistentzia handiko ariketa fisikoaren eragina birikaren gas difusio eta biriketako ur estrabaskularrengain.** DLCO: karbono monoxidoaren birika-difusioa. DM: mintz-difusioa. Vc: kapilarretako bolumena. EW: RM bidez neurtutako biriketako ur estrabaskularra [11].

Torax Rx, TC eta RM-z gain, azken urteotan ekografia transtorazikoa biriketako edema interstiziala diagnostikatzeko metodo berria eta nagusia bihurtu da. Ekografia ez da inoiz birika aztertzeko aukerazko irudi frogatzat hartu, aireak ultrasoinu-sortaren progresioa eragozten baitu [16]. Baina, birika, airea ez den beste osagai batek okupatzeak, birika-leiho akustikoa zabaltzen du, patologia aztertzea ahalbidetuz [16].

Birika-ekografia aireak eta urak propietate akustiko ezberdinak izatearen ondorioz sortutako artefaktuan oinarritzen da [27,29]. Birika edemaren presentzian, ultrasoinu-sortak urak loditutako lobulu arteko septuak aurkitzen ditu; hau da, airez inguraturiko eta desberdintasun akustiko handiko inpedantzia txikiko egiturak. Talka horren islapenak “erreberberazio-fenomenoa” sortzen du. Ultrasoinu-sorta loditutako septuaren bukaerara iristen denean, eko-transduktoreak, erreberberazio errepikakorren arteko denbora distantzia bat bezala interpretatzen du eta pseudointerferentzia-segida

bat sortzen du [30]. Horrela, birika edema testuinguruan linea pleuraletik ekografia-pantailaren ertzeren diren bala hiperekogeniko bertikalak ikus daitezke [29,31], zeinak urak loditutako lobulu arteko septuetatik sortzen diren [30]. Bala horiei B lerro sonografikoak, birika-kometa ultrasoniko (BKU; ULC; ultrasound lung comets) edo “kometa isats” zeinua deritze [11,29]. Arnasketarekin mugitu egiten dira [29,30] eta birika edema bezala definitzeko, 5 kometa isats baino gehiago ikusi behar dira [11,30].



**8. irudia. Kometa isatsen adibidea.** 1) Lasterketa aurretik. 2) Lasterketa bukatu eta berehala. 3) Lasterketa bukatu eta 12 ordutara [31].

BKUak artefaktu normaletatik bereizi behar dira. Azken horiek lerro pleuralaren azpitik ikusten diren eraztun-erdi itxurako 1-2 lerro paralelo eta horizontalak dira. Lerro horizontalen arteko distantzia berdina izan ohi da. BKUak, aitzitik, lerro bertikalak dira eta lerro-tarteko erregularutasuna bertikalki mantentzen da [30]. Ondorengo taulan BKU eta artefaktu normalen arteko ezberdintasunak zehazten dira.

	<b>Artefaktu normala</b>	<b>BKU</b>
Islatzaile anatomikoa	Pareta-errai pleura	Lobulu arteko septua
Orientazioa	Horizontala	Bertikala
Jatorria	Lerro pleurala	Lerro pleurala
Esanahi klinikoa	Normala	Patologikoa (>5)
Erregulartasun espaziala	Bertikala	Horizontala

**1.Taula. Artefaktu normalen eta birika-kometa ultrasoinuen arteko ezberdintasunak [30].**



Gainera, lerro sonografikoak kuantifikatuz, birika edema larritasunaren arabera sailka daiteke (2. Taula) [30].

<b>Puntuazioa</b>	<b>BKU kopurua</b>	<b>Biriketako ur estrabaskularra</b>
0	<5	Zeinu esanguratsurik ez
1	5-15	Gradu arina
2	15-30	Gradu ertaina
3	>30	Gradu larria

## **2.Taula. Kometa isatsen kuantifikazioa eta birika edemaren gradazioa [30].**

Horren harira, Pingitore eta laguntzaileak 31 ironman lasterkariko lagina zuen ikerketa burutu zuten. Kirolari guztietan, presio arterialaren neurketa, azterketa ekokardiografikoa, ekografia transtorazikoa, birika funtzioaren azterketa (FVC, FEV1, FEV1/FVC, FEF %25-75), eta aldagai humoralen azterketarako odol analitika burutu ziren lasterketa aurreko egunean eta lasterketa ondoren 20 minututara. Emaitzetara joz, atsedenean, hau da, lasterketa aurretik, kometa isatsak 14 atletetan aurkitu ziren, baina modu esanguratsuan (>5), soilik 2tan. Lasterketa bukatu eta berehala, aldiz, kometa isats esanguratsuak identifikatu ziren 23 lasterkarietan; hots, %68an. Gainera, lasterketa bukatu eta 12 ordutara, gehiengo bere kabuz konpondu zen [31].

Era berean, beste lantalde batzuk ere kometa isatsen identifikazioa erabili dute biriketako ur estrabaskularraren adierazle gisa, erresistentzia handiko kirolari lotutako birika edema diagnostikatzeko [1].

Hala eta guztiz ere, badira ariketa fisikoak eragindako birika edemaren garapenaren kontrako ikerketak ere. Gallagher eta laguntzaileak birika edemaren ebidentzia erradiografikoa baztertu zuten [11]. Brasileirotik, era berean, kirolari osasuntsuetan erresistentzia handiko kirolaren ostean birika edemaren absentsia baieztatu zuen TC bidez. Beste ikerlari batzuk ere ez zuten ariketa fisiko kementsuaren ostean birikan dentsitate aldaketarik aurkitu, ez kirolari emakume [32], ez gizonezkoetan [25]. Azkenik, Hodges-ek RM erabili zuen kirolaren birikaren gaineko efektuak aztertzeko.

60 minutuko esfortzu proba kementsuaren aurretik eta ondoren (50, 60 eta 100 minututara) 10 kirolarien birika ehunaren intentsitatea neurtu zuen RM bidez. 10tik 9 kirolarik hipoxemia arterial arin edo moderatua izan zuten. Baina birika intentsitatean ez zen diferentzia esanguratsurik ikusi [11].

### **3.4.3. Torax Rx, TC eta ekografiaren onurak eta mugak birika edemaren diagnostikoan**

Klasikoki erabili den torax erradiografia sinplearen abantaila nagusia toraxeko ikuspegi globalaren eta kostu txikiaren konbinaketa da [27]. Eta bere muga nagusia beste irudi frogan aldean, sentsibilitate txikiagoa da (%56koa) [27,30]. Izan ere, birika edema detektatzeok ur estrabaskularren %35ko areagotzea behar du [20].

Torax eskanerra, bestalde, toraxeko ikuspegi zabalena eskaintzen duen irudi froga da. Horregatik eta Rx baino sentsibilitate handiagoa edukitzeagatik, toraxeko patologien diagnostiko diferentziala burutzeko aukerazko teknikatza hartzen da [27]. Hala ere, desabantaila ugari ditu; besteak beste, kostu handia, eskuragarritasun txikia eta X izpien erradiazio-esposizio handia. Ezaugarri horiek guztiek birika edemaren diagnostikorako errutinazko froga ez izatea eragiten dute [27].

Azkenik, ekografiak birika edemaren zeinu goiztiarren identifikaziorako sentsibilitate handiagoa erakutsi du (%100koa) [27]. Gaur egun, merkeagoa izateaz gain, adina eskuragarriagoa da [8, 27]. Horrek profesional ezberdinak ekografia irudietara ohitzea eta ikastea eragin du. Gainera, eramangarria denez, “a pie de cama” burutu daiteke eta nahi adina aldiz errepikatu liteke; hau da, erreproduzigarritasun handiena duen irudi froga da [18, 27]. Are gehiago, erradiazio ionikorik suposatzen ez duenez, pazienteari eragiten zaion kaltea nulua da [30]. Hala eta guztiz ere, ekografiak ere baditu bere mugak. Alde batetik, azaleko teknika denez, toraxeko ikuspegi globala txikiagoa da. Eta bestetik, ekografiaren espezifikotasuna txikiagoa denez, subjektibitate handiagoa eta ekografista-menpeko teknika dela leporatu izan zaio [18,27].

	<b>Torax Rx</b>	<b>TC</b>	<b>Ekografia</b>
<b>Kostua</b>	Txikia	Handia	Txikia
<b>Sentsibilitatea</b>	Txikia (56%)	Handia	Handia (100%)
<b>Espezifikotasuna</b>	Ertaina	Handia	Txikia
<b>Eskuragarritasuna</b>	Handia, baina osasun zentro batean.	Txikia	Handia, “a pie de cama” burutzeko gaitasuna
<b>Toraxeko ikuspegi globala</b>	Zabala	Gold standard	Mugatua
<b>Erreproduzigarritasuna</b>	Ertaina	Txikia	Nahi adinakoa
<b>Subjektibitatea</b>	Ertaina	Txikia	Handiagoa
<b>Erradiazioa</b>	Ertaina	Handia	Bat ere ez

3.Taula. Irudi froga ezberdinen konparaketa.

## **4. IKERKETA PROIEKTU BATEN HASIERA: BIRIKA EDEMAREN NEURKETA IRAUPEN LUZEKO TIRRINDULARIETAN**

### **4.1.HELBURUA**

Gradu amaierako lan honetan, errebisio sistematiko bat egitetik haratago, ikerketa proiektu baten hasieraren isla egin nahi izan da. Birika edemaren ekografia bidezko neurketaren ikerketa nolakoa izan daitekeen bideratu daiteke. Horretarako Kataluniako txirrindulari itzulian parte hartu zuen talde bateko 7 txirrindulariren datuak tratatzeko aukera izan dugu. Txirrindulariek birika edema asintomatiko duten edo ez neurtu da ekografia bidez. Ondorio argirik ateratzeko lagina txikia den arren, ikerketa nondik nora bideratu daitekeen eta honek ekar ditzakeen balizko onurak aztertu nahi izan dira.

## **4.2.MATERIAL ETA METODOAK**

### **4.2.1. Ikerketaren diseinua eta parte-hartzaileak**

Gradu amaierako lan honetan erresistentzia handiko kirolari osasuntsuen lagin baten jarraipen kohortea egin nahi izan da; horretarako, 2022ko martxoak 21-27 bitartean “Volta Catalunya”-n parte hartu duten 7 kirolari aztertu dira.

“Volta Catalunya” Katalunian ospatzen den etapez osaturiko txirrindulari-lasterketa da. 2022ko lasterketak guztira 1214km luze izan ditu (171km - 202,5km – 161km – 166,5km – 206km – 168,5km – 138,5km), 7 egun iraun ditu eta etapa lauak eta menditsuak tartekatu dira.

UCIren (Unión ciclista nacional) araudiko 2.1.005 artikulua arabera, “Volta Catalunya” lasterketa, UCI World Team-en inskribatutako “Gizon Elite” kategoriarentzat zuzentzen da.

Kirol-taldeak 7 txirrindularik osatzen dituzte. Eta kirolari bakoitzak UCIk onartutako federazio nazional batek luzatutako lizentzia izan behar du.

Beraz, 2022ko martxoak 21-27 bitartean “Volta Catalunya”-n parte hartu duten kirol talde bateko 7 txirrindularien ikerketa obserbazionala, deskriptiboa eta prospektiboa burutu nahi izan da, zeinetan, etapa bakoitzaren aurretik eta ondoren, kirolarien aldagai desberdinak jaso diren.

#### **Inklusio kriterioak:**

- 2022ko “Volta Catalunya”-n parte hartu izana.
- UCIk onartutako federazio nazional batek luzatutako lizentzia izatea.
- Lasterketaren antolaketari luzatutako datuak ikerketarako erabili ahal izateko baimena sinatu izana.

#### 4.2.2. Ikerketa materiala

Eta bakoitzaren aurretik eta ondoren hainbat aldagai neurtu dira. Hala nola, pisua, atsedeneko bihotz-maiztasuna, tentsio arteriala, oxigeno saturazioa eta azterketa honetarako erabiliko ditugun ekografia bidezko birika-balorazioa. Gainera, alderdi subjektiboa baloratzeko, neke maila, loaren kalitatea, min muskularra, estres maila eta aldaratearen inguruan galdetu zaie kirolariei.

#### Birika edemaren balorazioa:

Birika edema baloratzeko ekografia erabili da irudi frogatzat. Ekografiak birika-kometa ultrasonikoak (BKU) aztertzen ditu; hau da, lerro pleural hiperekogenikotik ekografia-pantailaren ertzerantz iristen diren bala hiperekogeniko bertikalak.

Ekografia bidezko balorazioa egunero egin zaie txirrindulariei, etapa hasi aurretik eta ondoren. Azken egunean etapa ondorengo baloraziorik ezin izan da lortu logistika arazoengatik ez baitzen egin. Ekografia bidez lortutako irudiak 2. Taulan [30] adierazitako sailkapenaren arabera markatu dira.

Birika edemaren balorazioa 0-3 bitarteko balorazioekin adierazi da.

Puntuazioa	BKU kopurua	Biriketako ur estrabaskularra	
0	<5	Zeinu esanguratsurik ez	0
1	5-15	Gradu arina	+
2	15-30	Gradu ertaina	++
3	>30	Gradu larria	+++

4.Taula. Kometa isatsen kuantifikazioa eta birika edemaren gradazioa.

Eskuinaldea	Besape erdian	Besape aurrean	Lepauztai erdian	Para-esternala	Espazio inter-kostala	Para-esternala	Lepauztai erdian	Besape aurrean	Besape erdian	Ezkerraldea	
					2						
					3						
					4						
					5						



5.Taula. Ekografia teknikaren irudikapena.

### 4.3. EMAITZAK

“Volta Catalunya”-n parte hartu duten 7 kirolarietan behatutakoa laburbiltzen da 4.taulan. Kirolariak letra larriz zenbatu dira (A-G). Ekografia bidezko balorazioa etapa bakoitzaren aurretik eta ondoren adierazten da. Eta aurretik aipatu bezala, BKU-n presentzia 0-3 balioekin baloratu da.

Guztira 91 balorazio ekografiko egin dira. Oro har, kirolari gehienetan ikusi da birika edemaren zantzuren bat. Baina, taulari begirada orokor bat emanez, kasu gehienak arinak izan direla esan liteke.

		1	2	3	4	5	6	7
A	Etapa aurretik	0	0	+	+	+	0	++
	Etapa ondoren	0	0	0	++	+	+++	
B	Etapa aurretik	0	0	0	0	0	0	+
	Etapa ondoren	0	0	0	+	++	++	
C	Etapa aurretik	0	0	0	0	0	0	0
	Etapa ondoren	0	0	0	++	+	0	
D	Etapa aurretik	0	+	0	0	+	0	0
	Etapa ondoren	++	0	0	+	+	++	
E	Etapa aurretik	0	0	0	0	0	0	0
	Etapa ondoren	0	0	0	+	0	0	
F	Etapa aurretik	0	0	0	0	0	0	0
	Etapa ondoren	0	0	0	0	0	0	
G	Etapa aurretik	0	0	0	0	0	0	0
	Etapa ondoren	0	0	0	+	0	0	

6.Taula. Lasterkarien birika edemaren balorazioa.

Datu zehatzetara joz (6.taula), aztertutako 7 txirrindularietatik 6ek (%85) izan dute volta-ren momenturen batean birika-edema. Birika-edema zantzuak 21 baloraziotan (%23.1) ikusi dira eta ia denak asintomatikoak izan dira. Kasu bakarra, birika-edema gradu larriena adierazi duena, izan da sintomak eman dituen. Honek neke maila markatua, eztula eta arnas-estu arina izan ditu. Bestalde, birika-edema zeinuak desagertu egin dira ordu batzuen ondoren.

Zeinu esanguratsurik ez	0	70	%76.9
Gradu arina	+	13	%14.3
Gradu ertaina	++	7	%7.7
Gradu larria	+++	1	%1.9

7.Taula. Birika edema gradu desberdinen presentzia, ehunekoetan.

Ikerketa honen helburua ez den arren, beste hainbat aldagai ere neurtu dira, hala nola, atsedeneko bihotz-maiztasuna, tentsio-arteriala, oxigeno saturazioa, pisua. Honez gain, kirolari bakoitzari galdetegi bat egin zaio alderdi subjektiboa baloratzeko: neke maila, loaren kalitatea, kalte muskularra, estres maila eta aldartea.

EGUNAK	PARAMETROAK		KIROLARIAK						
			A	B	C	D	E	F	G
Martxoak 21	Pisua	Etapa aurretik	51,95	63,70	65,80	73,00	56,75	71	71,5
		Etapa ondoren	-	-	-	-	-	-	-
	BM		40	47	56	53	49	51	49
	SatO2		%99	%98	%97	%98	%98	%99	%97
	TA		90/60	100/60	110/60	120/60	100/80	120/60	110/50
Martxoak 22	Pisua	Etapa aurretik	51,80	63,6	65,6	72,75	57,8	70,25	70,8
		Etapa ondoren	52,25	63,6	64,7	-	57,00	69,1	70,2
	BM		51	45	54	60	48	60	55
	SatO2		%100	%99	%96	%99	%99	%98	%97
	TA		90/70	100/60	110/50	120/60	110/50	110/60	110/60
Martxoak 23	Pisua	Etapa aurretik	52,15	62,90	65,3	72,35	58	70,6	70,7
		Etapa ondoren	-	-	-	-	-	-	-
	BM		48	42	57	49	41	58	46
	SatO2		100%	%100	%97	%98	%100	%97	%97
	TA		90/70	100/50	110/70	120/50	100/60	110/60	100/60
Martxoak 24	Pisua	Etapa aurretik	52,65	63,2	65,9	71,75	58,3	70,2	70,7
		Etapa ondoren	-	-	-	-	-	-	-
	BM		49	46	62	70	43	70	49
	SatO2		%97	%97	%94	%96	%96	%95	%93
	TA		90/60	110/60	110/60	120/60	110/70	120/80	120/80
Martxoak 25	Pisua	Etapa aurretik	52,00	62,90	65,45	72,05	58,15	69,65	70,5
		Etapa ondoren	52,30	63,50	64,7	71,55	57,00	68,8	70,1
	BM		54	48	59	63	41	69	45
	SatO2		%96	%96	%95	%97	%98	%98	%95
	TA		110/50	120/50	100/50	120/50	90/60	110/50	110/60
Martxoak 26	Pisua	Etapa aurretik	52,80	63,00	65,5	72,1	58,20	69,55	70,95
		Etapa ondoren	-	-	-	-	-	-	-
	BM		51	43	55	51	40	59	52
	SatO2		%98	%97	%96	%99	%99	%97	%95
	TA		90/60	90/60	110/70	120/60	90/60	110/60	90/60
Martxoak 27	Pisua	Etapa aurretik	51,50	63,45	65,7	71,8	57,6	68,95	70,45
		Etapa ondoren	-	-	-	-	-	-	-
	BM		53	54	54	71	51	54	65
	SatO2		%99	%97	%99	%97	%99	%97	%93
	TA		100/60	100/50	110/70	110/70	90/60	100/60	110/50

8.Taula. Kirolarietan neurtutako aldagai kuantitatiboen laburpena.



EGUNAK	PARAMETROAK	KIROLARIAK						
		A	B	C	D	E	F	G
Martxoak 21	Nekea	5	5	5	4	5	5	5
	Loaren kalitatea	5	5	5	4	5	5	5
	Mn muskularra	5	5	5	4	5	4	5
	Estres maila	5	5	5	3	5	4	5
	Aldarte	5	5	5	4	5	5	5
	<b>Guztira/eguneko</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>25</b>
Martxoak 22	Nekea	4	5	4	3	4	4	5
	Loaren kalitatea	5	3	4	3	4	4	5
	Mn muskularra	4	5	4	3	4	4	5
	Estres maila	5	5	4	4	4	3	5
	Aldarte	5	5	4	4	4	3	5
	<b>Guztira/eguneko</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>25</b>
Martxoak 23	Nekea	4	4	4	4	3	4	5
	Loaren kalitatea	5	5	5	3	5	4	4
	Mn muskularra	4	4	3	3	4	3	5
	Estres maila	5	5	4	4	4	4	5
	Aldarte	5	5	4	3	4	4	5
	<b>Guztira/eguneko</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>24</b>
Martxoak 24	Nekea	4	4	3	3	3	3	5
	Loaren kalitatea	4	3	3	3	2	3	4
	Mn muskularra	4	4	3	2	3	3	5
	Estres maila	5	5	3	4	4	3	5
	Aldarte	5	5	4	4	4	3	5
	<b>Guztira/eguneko</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>24</b>
Martxoak 25	Nekea	4	3	3	3	3	3	5
	Loaren kalitatea	5	3	2	2	3	3	5
	Mn muskularra	4	3	3	3	3	3	5
	Estres maila	5	5	3	4	4	3	5
	Aldarte	5	5	3	3	4	4	5
	<b>Guztira/eguneko</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>25</b>
Martxoak 26	Nekea	4	3	4	3	3	3	5
	Loaren kalitatea	5	4	4	4	4	4	5
	Mn muskularra	4	3	3	3	3	3	5
	Estres maila	5	5	4	4	4	4	5
	Aldarte	5	5	4	4	4	4	5
	<b>Guztira/eguneko</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>25</b>
Martxoak 27	Nekea	3	3	3	2	3	3	1
	Loaren kalitatea	4	4	4	3	2	4	1
	Mn muskularra	3	3	3	2	3	3	3
	Estres maila	5	5	4	4	4	3	3
	Aldarte	5	5	4	4	4	3	4
	<b>Guztira/eguneko</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>12</b>

7.Taula. Kirolarietan neurtutako aldagai kualitatiboen laburpena. Aldagaiak 1-5 balioekin neurtu dira, 1 minimoa eta 5 maximoa izanik.

#### 4.4.EZTABAIDA ETA ONDORIOAK

Iraupen luzeko kirolarietan birika-edema zeinuak aztertzeke helburuarekin, ekografiaren eskuragarritasunari esker, goi-mailako 7 txirrindulariri 7 egunetan zeharreko jarraipena egiteko aukera izan dugu. Lagineko txirrindulari kopurua baxua izan den arren, astebeteko jarraipena eginez, etapa aurretik eta etapa ondoren, orotara bildutako lagina esanguratsua dela esan daiteke (91 balorazio). Batez ere, aurretik publikatu diren ikerketen aldean. Izan ere, ikerketa honen balorazio kopurua aurretik argitaratu den datu kopuruaren gainetik dago.

Gure ikerketaren ekarpen nagusia egunetan zehar egindako jarraipena da. Etapa batean ez ezik, egunero etaparen aurretik eta ondoren neurtuko parametroei esker, txirrindularien birika edema garapena eta berreskurapena aztertu ditugu egunetan zehar. Hau horrela, lehenengo egunean txirrindulari bakarrak izan ditu edema zeinuak (%14). 5. Egunean, berriz, 4 txirrindularietan ikusi dira edema zantzuak (%57). Beraz, egunak aurrera joan ahala, nekea handitzen eta errekupeazio-gaitasuna murrizten doan bezala, birika-edemak gora egin duela ikus daiteke, bai kuantitatiboki (txirrindulari kopuruan), bai kualitatiboki (birika-edemaren larritasunean). Honek txirrindularien osasun/ errendimenduaren monitorizaziorako informazio oso baliagarria eskaintzen digu. Izan ere, birika edemaren presentziak lasterkarien kirol-emaitzekin zerikusirik duen ikus liteke. Eta horrek kirol erabakietan eta txirrindulari-taldearen lehiakortasuna planteamendua eragina izan lezake.

Honen harira, bibliografian aipatutako beste artikulua ezberdinetan, birika edema asintomatikoak ikusi dira, gehienetan neurketa bakarra egin delako, jarraipena alde batera utziz. Gure azterketan, ordea, kasu bat sintomatikoa izan da. Neke maila markatua, eztula eta arnas-estu arina izan ditu. Gainera, kirolari bakoitzari alderdi subjektiboa baloratzeko galdetegi bat egin zaienez, neke maila, loaren kalitatea, kalte muskularra, estres maila eta aldaratearen inguruan galdetuz, birika edemaren agerpenak sintoma horietan eraginik duen azter liteke. Gure ikerketan zentratuz, klinika izan duen kirolariak neke handiago eta min muskular handiagoa adierazi ditu azken egunetan. Dena dela, birika edema sintoma horien faktore eragilea edo laguntzailea den aztertzea beste ikerketa baten helburua izango litzateke.

Birika-edemaren errekupeazioari dagokionez, aurretik argitaratutako ikerlanen ildoak jarraituz, Pingitore eta laguntzaileen ondorio berera iritsi gara: birika-edema bere kabuz desagertzen da kasu gehienetan. Gure emaitzetan oinarrituz, birika edema identifikatu den kasu guztietan (gehienetan, etaparen ondoren ikusi da), hurrengo neurketa (hurrengo eguneko etaparen aurretik egindakoa) aurrekoa baino arinagoa izan da; hau da, egun batean etapa ondoren birika edema garatu duela ikusi bada, hurrengo eguneko etapa aurretik egindako azterketan, birika edemarik ez duela edo larritasunean txikitu egin dela ikusi da. Horrek, birika edema berez desagertzen dela egiaztatzen du.

Bestalde, kirolari loturiko birika edemaren testuinguruan, bere garapenak kirolarien errendimenduan duen inpaktua eztabaidan dagoen beste auzi bat da. Bussotti eta laguntzaileek adierazi zuten bezala, birika edema interstiziala ariketa fisiko kementsua egin bitartean gertatzen den hemoglobinarekin desaturazio esanguratsuen mekanismo posibleetako bat bada ere, horrek itsas mailan jarduten duten kirolari osasuntsuetan duen benetako eragina ezjakina da [11]. Are gehiago, azken ikerlanek erresistentzia handiko kirolarietan ematen den birikaren aldaera fisiologikoarekin erlazionatzen dela eta ondorio kliniko esanguratsurik ez duela defendatzen dute. Gure ikerketara joz, etapa osteko oxigeno saturazioa neurtu dela aprobetxatuz, kirolariak Volta-n zehar %5ko batez besteko desaturazioa jasan badute ere, horrek birika edemarekin erlaziorik duen zalantzarria da. Zenbait kirolarien oxigeno saturazio minimoa, izan duten birika edema gradu esanguratsuenarekin bat datorren arren (C kirolariaren kasuan, adibidez), beste txirindulari batzuetan, edema gradua ez da egokitzen esperoko litzatekeen oxigeno saturaziora, A nahiz G kirolarien kasuan, esate baterako (8.taula). Gainera, edemaren garapenak errendimenduan izan ditzakeen ondorioak aztertzeke, txirindularien ohizko lorpenak eta edema garatzean lortutakoak kontuan hartu beharko lirateke, besteak beste. Beraz, errendimenduari dagokionez, ez gara ondorio garbi batera iritsi.

KIROLARIA	Sat O2 minimoa / zein egunetan		Edema maximoa / zein egunetan		Loturarik?
<b>A</b>	%96	5. eguna	Gradu larria	6. egunean etapa ostean	EZ
<b>B</b>	%96	5. eguna	Gradu ertaina	5. eta 6. egunetan etapa ostean	Posible
<b>C</b>	%94	4. eguna	Gradu ertaina	4. egunean etapa ostean	Posible
<b>D</b>	%96	4. eguna	Gradu ertaina	6. egunean etapa ostean	Ez
<b>E</b>	%96	4. eguna	Gradu arina	4. egunean etapa ostean	Posible
<b>F</b>	%95	4. eguna	Edemarik ez		Ez
<b>G</b>	%93	4. eguna	Gradu arina	4. egunean etapa ostean	Posible

**8.Taula. Oxigeno saturazio minimoa eta birika edema maximoaren alderaketa.** Birika edema eta oxigeno saturazioaren artean loturarik dagoen aztertzeko, txirrindulariek etapetan zehar izandako desaturazio maximoa (ehunekoetan) eta garatutako birika edema maximoa (gradutan) adierazten dira honetan. Denboran bat datozen ikusteko, egunak zehaztu dira.

Beste alde batetik, birika-edema kasuak direla kontutan izanda, iraupen luzeko jardura izateaz gain, ez dugu ahaztu behar txirrindulariek goi mailako mendateak igotzen dituztela, batzuetan 2000m-tik gora eta eguraldiak ere baldintzatzen duela kirolarien jarduna. Hau da, bai altitudeak bai eguraldiak atmosferako oxigenoaren presio partzialaren murrizketa eragin dezakete eta horrek birika edema agertzea erraztu. Hortaz, faktore horiek iraupen luzeko ariketari loturiko birika edemaren presentzia eta patogenesia gaizki interpretatzea eragin dezakete. Horrekin batera, bibliografian birika edema erraztu dezaketen faktore ugari deskribatu dira; hala nola, bihotz gutxiegitasuna, arritmiak, gaixotasun linfatikoak eta odoleko triglizerido eta gantz azido libreen maila altua. Hala ere, ikerlan honetan ez dira kontuan hartu txirrindulari hauek guztiek ez baitituzte aurrekari mediko garrantzitsurik.

Ikerketaren errore sistematiko posibleekin jarraituz, ekografia bidezko balorazio guztietan bezala, behatzaile-menpeko teknika da eta beste irudi frogan aldean, subjektibitate handiagoa egon ohi da. Hori dela eta, behaketa-alborapena aintzat hartu beharko litzateke. Dena dela, gure kasuan, behatzailea pertsona bera izan da balorazio orotan.

Aurretik aipatu bezala, ikerketa honen helburua ez den arren, aurrez aipatu diren beste aldagai batzuk ere neurtu dira: atsedeneko bihotz-maiztasuna, tentsio-arteriala, oxigeno saturazioa, pisua, besteak beste. Gainera, kirolari bakoitzak alderdi subjektiboa baloratzeko neke maila, loaren kalitatea, min muskularra, estres maila eta aldartearen inguruko galdetegia bete dute. Bildutako datu hauei guztiei etapa bakoitzari dagozkien datuak gehitu ahalko litzazkieke: etaparen iraupena, eguraldia, portuen altuera, txirrindulari bakoitzak mugitu dituen wattio kopurua, elikadura, errendimendu maila, lasterketaren puntan edo atzean aritu den, denboraldiko prestaketaren zein fasetan dabilzan... Datu bilketa orokor horren ondoren, aztertu ahalko litzateke ea zergatik txirrindulari batzuek ez duten edemarik garatu eta beste batzuk, aldiz, horrenbestekoa. Are gehiago, errendimenduan eragin negatiboa duela baieztatuko balitz, lo egin eta deskantsatzeaz gain, esku-hartze medikoaren beharra eztabaidatu beharko litzateke; izan ere, eliteko kirolarietan populazio orokorrean erabiltzen diren birika edema arintzeko neurri ospitalario gehienak dopintzat hartzen baitira, besteak beste, diuretikoaren erabilera.

## 5. ONDORIOAK

“Volta Catalunya”-n parte hartu duten txirrindularietan birika edema identifikatu da. Kasu gehienak asintomatikoak izan diren eta bere kabuz, beti guztiz ez bada ere, errekuperatzen diren aldetik, esan genezake orain arte azpidiagnostikatutako ezaugarri bat izan dela iraupen luzeko kirolarietan. Baina, ekografiaren eskuragarritasuna, kostua eta kalte eza kontuan hartuta, erresistentzia handiko kirolarien monitorizazio jarraierako tresna baliagarria da, kirolarien benetako ongizate fisikoaren identifikazioan eta hidratazio maila egokiago eta kirol planteamendu zentzudunago baten bidean lagundu dezakeelako. Gainera, gaur egungo baliabideekin ikerketa gehiago egiteko abiapuntu bat izan daiteke.

Hala eta guztiz ere, birika edemak erresistentzia handiko kirolarietan duen esangura aztertzeke dago. Beraz, alde batetik, iraupen luzeko kirolarietan birika edemaren presentzia baieztatzen duten lagin handiko ikerlanen eta bestetik, edemak duen eraginaren inguruko ikerlanen beharra dago.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Scheer, V., Tiller, N.B., Doutreleau, S. et al. Potential Long-Term Health Problems Associated with Ultra-Endurance Running: A Narrative Review. *Sports Med* (2021).
2. Scheer V, Rojas-Valverde D. Long-term health issues in ultraendurance runners: should we be concerned? *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2021 July 20;7(3):e001131.
3. Scheer V. Participation Trends of Ultra Endurance Events. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2019 March;27(1):3-7.
4. Knechtle B, Nikolaidis PT. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running. *Front Physiol*. 2018 June.
5. Galloza J, Castillo B, Micheo W. Benefits of Exercise in the Older Population. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2017 Nov;28(4):659-669.
6. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Ginebra: World Health Organization; 2009.
7. Organización Mundial de la Salud. Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios: de un vistazo. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020.
8. Bussotti M, Di Marco S, Marchese G. Respiratory disorders in endurance athletes - how much do they really have to endure? *Open Access J Sports Med*. 2014 April 2;5:47-63.
9. Fitch KD. An overview of asthma and airway hyper-responsiveness in Olympic athletes. *Br J Sports Med*. 2012 May.
10. Tantucci C, Grassi V. Flow limitation: an overview. *Monaldi Arch Chest Dis*. 1999.
11. Bussotti M, Di Marco S, Marchese G, Agostoni PG. Subclinical pulmonary edema in endurance athletes. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2012.
12. Biolaster. Fatiga muscular respiratoria inducida por el ejercicio físico: implicaciones para el rendimiento. 2008.

13. Tiller NB. Pulmonary and Respiratory Muscle Function in Response to Marathon and Ultra-Marathon Running: A Review. *Sports Med.* 2019 Jul;49(7):1031-1041.
14. Marabotti, Claudio; Cialoni, Danilo; Pingitore, Alessandro. Acute Pulmonary Edema in Healthy Subjects. *Aerospace Medicine and Human Performance.* 2020.
15. Khodae M, Grothe HL, Seyfert JH, VanBaak K. Athletes at High Altitude. *Sports Health.* 2016 Mar-Apr.
16. Pratali L, Cavana M, Sicari R, Picano E. Frequent subclinical high-altitude pulmonary edema detected by chest sonography as ultrasound lung comets in recreational climbers. *Crit Care Med.* 2010 September..
17. Kumar M, Thompson PD. A literature review of immersion pulmonary edema. *Phys Sportsmed.* 2019 May.
18. Frassi F, Pingitore A, Cialoni D, Picano E. Chest sonography detects lung water accumulation in healthy elite apnea divers. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008 October.
19. Pons M, Blickenstorfer D, Oechslin E, Hold G, Greminger G, Franzeck UK, Russi EW Pulmonary edema in healthy persons during scuba diving and swimming. *Eur Respir J* 1995.
20. Hodges AN, Mayo JR, McKenzie DC. Pulmonary oedema following exercise in humans. *Sports Med.* 2006;36(6):501-12.
21. Tedjasaputra V, Sá RC, Anderson KM, Prisk GK, Hopkins SR. Heavy upright exercise increases ventilation-perfusion mismatch in the basal lung: indirect evidence for interstitial pulmonary edema. *J Appl Physiol* (1985). 2019 August 1;127(2):473-481.
22. Young M, Sciurba F, Rinaldo J. Delirium and pulmonary edema after completing a marathon. *Am Rev Respir Dis.* 1987 September;136(3):737-9.
23. Ayus JC, Varon J, Arieff AI. Hyponatremia, cerebral edema, and noncardiogenic pulmonary edema in marathon runners. *Ann Intern Med.* 2000 May 2;132(9):711-4.
24. Rev. med. Rosario Edema agudo de pulmón neurogénico como complicación de traumatismo encéfalo craneano. Ramírez Stieben, Luis Agustín; Barat,

- Guillermina; Rojas, Silvina; Celentano, Andrés; Cera, Domingo. *79(1): 39-44, ene.-abr. 2013.*
25. MacNutt MJ, Guenette JA, Witt JD, Yuan R, Mayo JR, McKenzie DC. Intense hypoxic cycle exercise does not alter lung density in competitive male cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 2007 Apr;99(6):623-31
  26. Zavorsky GS, Milne EN, Lavorini F, Rienzi JP, Lavin KM, Straub AM, Pistolesi M. Interstitial lung edema triggered by marathon running. *Respir Physiol Neurobiol.* 2014 Jan 1;190:137-41.
  27. Cardinale L, Priola AM, Moretti F, Volpicelli G. Effectiveness of chest radiography, lung ultrasound and thoracic computed tomography in the diagnosis of congestive heart failure. *World J Radiol.* 2014 Jun 28;6(6):230-7
  28. Zavorsky GS, Milne EN, Lavorini F, Rienzi JP, Cutrufello PT, Kumar SS, Pistolesi M. Small changes in lung function in runners with marathon-induced interstitial lung edema. *Physiol Rep.* 2014 Jun 27;2(6):e12056.
  29. Martindale JL, Noble VE, Liteplo A. Diagnosing pulmonary edema: lung ultrasound versus chest radiography. *Eur J Emerg Med.* 2013 Oct;20(5):356-60.
  30. Picano E, Frassi F, Agricola E, Gligorova S, Gargani L, Mottola G. Ultrasound lung comets: a clinically useful sign of extravascular lung water. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006
  31. Pingitore A, Garbella E, Piaggi P, Menicucci D, Frassi F, Lionetti V, Piarulli A, Catapano G, Lubrano V, Passera M, Di Bella G, Castagnini C, Pellegrini S, Metelli MR, Bedini R, Gemignani A, L'Abbate A. Early subclinical increase in pulmonary water content in athletes performing sustained heavy exercise at sea level: ultrasound lung comet-tail evidence. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2011 Nov;301(5):H2161-7.
  32. Guenette JA, Sporer BC, Macnutt MJ, Coxson HO, Sheel AW, Mayo JR, McKenzie DC. Lung density is not altered following intense normobaric hypoxic interval training in competitive female cyclists. *J Appl Physiol* (1985). 2007.
  33. Stickland MK, Welsh RC, Petersen SR, Tyberg JV, Anderson WD, Jones RL, Taylor DA, Bouffard M, Haykowsky MJ. Does fitness level modulate the



cardiovascular hemodynamic response to exercise? J Appl Physiol (1985).  
2006 Jun;100(6):1895-901.