

Gradu Amaierako Lana  
Fisioterapiako Gradua

# Aldagai biokimikoen balioak eta lesio arriskua emakumezkoen zein gizonezkoen futbol profesionalean eta formakuntza futbolean

13 denboralditako atzera begirako ikerketa

Egilea:  
Maite Lejonagoitia Garmendia  
Zuzendaria:  
José Antonio Lekue Gallano

© 2020, Maite Lejonagoitia Garmendia

## **LABURPENA**

**SARRERA:** Goi mailako futbol taldeen helburu nagusiak errendimendu maila gorena izatea eta etorkizunean klubeko lehenengo taldean jokatzeko prest egongo diren jokalariei gazteak garatzea dira. Hori lortu ahal izateko jokalarien disponibilitatea ahalik eta altuena izan behar da, eta beraz, lesioen prebentzioa ezinbestekoa da. Gure kasuan, lesioen prebentzioaren alorrean beste pausu bat eman, eta aldagai biokimikoek lesio arriskuarekin duten harremana aztertu dugu.

**HELBURUAK:** Alde batetik, hainbat aldagai biokimikok denboraldian zehar duten bilakaera aztertu eta klubeko bost kategorian nagusientzako erreferentzia baloreak ezartzea dugu helburu. Bestetik, aldagai horiek lesio muskular, lesio artikular edo kontusio bat pairatzeko arrisku faktoreak izan daitezkeen aztertuko dugu.

**METODOLOGIA:** 13 denboralditan zehar (2007/2008-2019/2020) Athletic Clubeko emakumezko zein gizonen lehen taldeko futbolariak eta harrobiko hainbat jokalariei jarraipena egin zitzaion. Horretarako denboraldi bakoitzaren hasieran zein amaieran, era sistematikoan, odol analisiak egin zitzaizkien. Kasu batzuetan denboraldian zehar ere hartu zitzaizkien odol laginak. Horretaz gain, denbora tarte horretan izandako lesio guztiak erregistratu ziren.

**EMAITZAK:** D bitamina da denboraldian zehar nabarmen fluktuatzen duen aldagai bakarra, erritmo zirkulara jarraituz. Klubeko kategorien arteko desberdintasunak sexu artekoak dira batez ere, nahiz eta kasu batzuetan adinaren eragina ere antzeman daitekeen. Lesioei dagokienez, katabolismo proteikoa gailentzen denean lesio arriskua handiagoa da bai emakume zein gizonetan. Horretaz gain, D bitamina balio altuagoak direnean lesio muskular eta artikular bat pairatzeko probabilitatea handitzen da gizonetan. Emakumezkoetan, berriz, D bitamina maila zenbat eta baxuagoa izan orduan eta handiagoa da lesio muskular bat pairatzeko arriskua.

**ONDORIOAK:** Klubeko jokalarien sexu eta kategoriaren arabera erreferentzia balio espezifikoak ezarri izana da lan honen ekarpen nagusia. Horretaz gain, katabolismo proteikoa gailentzen denean lesio bat pairatzeko arriskua handiagoa dela ikusi dugu. D bitaminaren inguruan lortutako emaitzak, ordea, kontrajarriak izan dira. Horregatik etorkizunean alor honetan gehiago sakontzea interesgarria litzateke.

## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** The main objectives of top-level football teams are to achieve the highest level of performance and to develop talented young players capable of playing in the club's first team. To achieve this, the availability of players needs to be as high as possible, making injury prevention essential. In our case, we have taken a further step in injury prevention by studying the relationship of biochemical markers with injury risk.

**OBJECTIVES:** On the one hand, we want to analyze the evolution of different biochemical markers throughout the season and establish reference values for the five most important categories of the club. On the other hand, we aim to investigate whether these variables can be risk factors for suffering a muscle injury, joint injury or a contusion.

**METHODOLOGY:** Athletic Club's male and female first team players and several youth players were monitored for thirteen seasons (2007/2008-2019/2020). To this end, blood tests were systematically carried out at the beginning and end of each season. In some cases blood samples were also taken during the season. In addition, all injuries occurred during this period were recorded.

**RESULTS:** Vitamin D is the only variable that fluctuates considerably throughout the season, following a circannual rhythm. The differences between the categories of the club are fundamentally between sexes, although in some cases the influence of age can be seen. As for injuries, when protein catabolism prevails, the risk of injury is higher in both men and women. Moreover, when vitamin D levels are higher, the likelihood of muscle and joint injury increases in men. In women, however, the lower the vitamin D level, the higher the risk of suffering a muscle injury.

**CONCLUSIONS:** The main contribution of this work is the establishment of specific reference values according to the sex and category of the club's players. In addition, a higher risk of injury has been detected when protein catabolism prevails. However, the results obtained on vitamin D have been conflicting. Therefore, it would be interesting to go further into this field in the future.

## AURKIBIDEA

1- SARRERA .....	1
1.1. Lesioen prebentzioaren garrantzia .....	1
1.2. Prebentzio programen diseinua .....	2
1.3. Aztertutako aldagai biokimikoak eta lesioak .....	4
2- MATERIALAK ETA METODOAK .....	7
2.1. Ikerketaren diseinua .....	7
2.2. Aztertutako aldagai biokimikoak .....	7
2.3. Lesioen erregistroa .....	8
2.4. Analisi estatistikoa .....	8
3- EMAITZAK.....	9
3.1. Aldagai biokimikoen kuartilak.....	9
3.2. Aldagai biokimikoen bilakaera denboraldian zehar.....	11
3.3. Aldagai biokimikoen balioak kategorien arabera .....	13
3.4. Aldagai biokimikoak eta lesio arriskua gizonetan .....	15
3.5. Aldagai biokimikoak eta lesio arriskua emakumeetan.....	16
4-EZTABAIDA.....	16
4.1. Aldagai biokimikoen bilakaera denboraldian zehar.....	16
4.2. Kategorien arteko desberdintasunak .....	17
4.3. Aldagai biokimikoak eta lesio arriskua.....	18
4.3.1. D bitamina eta lesio arriskua.....	18
4.3.2. Ingurune metabolikoa eta lesio arriskua .....	21
4.3.3. Aldagai biokimikoak eta kontusio arriskua.....	22
4.4. Erabilgarritasun klinikoa .....	22
4.5. Lanaren indarguneak eta mugak .....	23
5- ONDORIOAK .....	24
6- BIBLIOGRAFIA .....	25

## 1- SARRERA

### 1.1. LESIOEN PREBENTZIOAREN GARRANTZIA

Goi mailako futbol taldeen helburu nagusiak bi dira. Alde batetik, denboraldian zehar ahalik eta garaipen gehien lortzea, hau da, errendimendu maila gorena izatea. Bestetik, etorkizunean klubeko lehenengo taldean jokatzeko prest egongo diren jokalarik gazteak garatzea, kluba maila gorenean mantent dadin. Bi helburu horiek betetze aldera jokalarien disonibilitatea, hau da, entrenatzaileak hala erabakiz gero jokalariai entrenamendu zein partidetan parte hartzeko prest egotea, mugarrria da.

Kirol desberdinetan egindako ikerketen arabera, jokalarien disonibilitatearen eta denboraldian zeharreko errendimenduaren arteko erlazioa garbia da; disonibilitatea zenbat eta handiago izan, orduan eta emaitza hobeak lortzen dira (1). Futbolaren kasuan, adibidez, Qatarreko futbol ligan lesio intzidentzia altuagoa zuten taldeek liga postu okerragoetan amaitu zuten, eta partidu gutxiago irabazi zituzten (2). Honetaz gain, Europako talderik indartsuenekin egindako ikerketa batean (3) *injury burden* baxuagoa zuten eta partiduko jokalarik erabilgarri gehiago zituzten taldeek, hau da, disonibilitate altuagoa zutenek, bai ligan zein UEFAREN *SCC ranking*ean postu hobeak lortzen zituztela ikusi zuten. Era berean oso emaitza antzekoak lortu zituzten elite mailako atletetan (4), errugbian (5) eta saskibaloian (6) egindako ikerketetan ere.

Errendimenduaren beherakada hori hainbat faktoreren ondorio izan daiteke. Adibidez, entrenatzaileak ezin izango ditu jokalarik onenak aukeratu, edo baliteke taktika aldatu eta jokalarik batzuek berezkoa ez duten posizioetan jokatu behar izatea. Gainera, orain dela gutxi egindako ikerketa baten arabera zenbat eta jokalarik gutxiago egon jokatzeko prest, orduan eta altuagoak izango dira jokaturako partiduen intentsitatea eta bolumen totala (7); beraz, disonibilitateak partiduen eskakizun fisikoetan ere eragiten du. Era berean, lesio bat psikologikoki gogorra izaten da bai jokalariaientzat zein taldeko partaide guztientzat, eta horrek ere taldearen maila jaitea eragin dezake (3,5). Honetaz gain, jokalaria lesioaren ondoren berriro ere lehiaketara itzuli arren, askotan lehenengo aste zein hilabeteetan oraindik ez du lesio aurreko maila berreskuratuko, eta hori eskuratutako emaitzetan islatuko da. Futboleko pisu handia duten iskiotibialetako zuntz hausturen (8) edota aurreko lotailu gurutzatuaren (ALGren) hausturaren (9) ondoren gerta daiteke hori, besteak beste.

Gainera, kontuan hartzekoa da lesionatutako jokalaria zenbat eta garrantzitsuagoa izan, orduan eta eragin handiagoa izango duela taldeak lortutako emaitzetan (10).

Jokalari gazteen garapenean arreta jarritz, lesio gehiago edota larriagoak dituzten futbolariak hurrengo urtean klubean jarraitu eta mailaz igotzeko aukera gutxiago dituzte. Athletic Cluben, guk oinarri izango dugun klubean, honen inguruko ikerketa bat egin zuten (datuak oraindik errebisiopean daude). Bertan, lehen taldera iritsi ziren 2. eta 3. taldeetako jokalaria guztiek hainbat ezaugarri amankomun zituztela ikusi zuten: beraien partiduetako disponibilitatea % 84 baina altuagoa zen, guztizko baja denbora % 14tik beherakoa zen eta ez zuten aurreko lotailu gurutzatuaren hausturarik edota 200 baja egun baino gehiago eragin zuten lesiorik pairatu. Datu hauek argi uzten dute harrobiko jokalarientzat ez lesionatzea zeinen garrantzitsua den.

Aurrerago ere ikusiko dugun bezala, prebentzio programak ezartzearen alde zailenetako bat jokalaria zein teknikariei protokolo horiek duten garrantzia ikusaraztea izaten da. Bada, orain arte aipatutako datuak oso erabilgarriak izan daitezke era objektibo batean lesioek taldearen errendimenduan eta jokalaria gazteen garapenean izan ditzaketen ondorio kaltegarriez ohartarazi, eta entrenatzaile zein kirolariak prebentzio programen garrantziaz jabe daitezten.

## **1.2. PREBENTZIO PROGRAMEN DISEINUA**

Parry-ren arabera “lesioak dira futbolarien baja denboraren erantzule nagusiak” (11). Hori kontuan hartuta, eta maila altuko futbol taldeetan lehen taldeko zein harrobiko jokalarien disponibilitatea ahalik eta altuena izateak duen garrantzia zenbatekoa den jakinda, bertako zerbitzu medikoaren eginbeharra izango da lesioak ekiditeko prebentzio programa eraginkorrak diseinatzea, horrela taldea emaitza hobek lortzeko bidean lagunduz.

Programa horiek diseinatzerako orduan 1992an Van Mechelen-ek proposatutako sekuentzia (12) izan da erabiliena. Modelo horren arabera, lehenengo arazoaren magnitudea zehaztu behar izaten da. Ondoren, lesioaren etiologia zein mekanismoa aztertuz lesionatzeko arrisku faktoreak identifikatzen dira. Behin horiek ezagututa, aldagarriak direnak aukeratu eta beraiengan eragiteko neurriak proposatu eta martxan jarriko dira. Azken pausua, berriz, ezarritako programaren eraginkortasuna baloratzea izango da. Hala ere, sekuentzia hau erabiliz garatutako neurriak ez dira

beti eraginkorrak izaten. Horregatik berau aplikatzerakoan hainbat puntu kontuan hartzea komenigarria litzateke (13).

Arazoaren magnitudea ikerketa epidemiologikoen bidez zehazten da, eta horrelakoetan ezinbestekoa da lesioaren, bere larritasunaren, intzidentziaren... definizio bateratuak erabiltzea. Horrela lortutako emaitzak zilegiak eta konparagarriak izango dira (14). Gainera, kirol lesioaren izaera oso konplexua denez, lan hori egiterakoan ikuspuntu sozioekologiko bat erabiltzea izango litzateke egokiena. Hortaz, fokua kirolariarengan jarri eta berari lotutako ezaugarri indibidualak, inguruneak eta soziokulturalak hartu behar dira kontuan (15).

Kirol lesio baten arrisku faktoreak identifikatzerakoan, bere etiologia multifaktoriala dela hartu behar dugu kontuan, eta beraz, faktore fisiologikoak, psikologikoak, portaerakoak eta sozioekonomikoak aztertu beharko ditugu (16,17). Orain arteko joera lesioaren eta arrisku faktore baten arteko lotura zuzena ezartzea izan da. Gaur egun, ordea, ikuspuntu hori alde batera utzi eta lesioa sistema dinamiko eta ireki bat bezala ulertu behar dugu (18). Horrela, gure helburua jada ez da arrisku faktore indibidualak zehaztea izango, baizik eta arrisku faktore sareak eratzea, non arrisku faktoreek elkarri eragiten dioten lesio arriskua ere aldatuz (19). Gainera, lesioaren unean sare hori eratzen duten arrisku faktoreen ezaugarriak aztertuz, lesio profilak eratzeko aukera ere izango dugu (16).

Hirugarren pausua diseinatutako prebentzio neurriak praktikan jartzea izaten da. Kasu honetan, Finch-ek kritika egiten dio Van Mechelen-ek proposatutako ereduari. Izan ere, azken honek proposatutako sekuentzian prebentzio neurriak egunerokotasunetik urrun dauden laborategiko baldintza idealetan ezarri ohi dira. Horregatik, nahiz eta askotan ikerketetan programa eraginkorra dela frogatu, gero errealitatean aplikatzerakoan lortzen diren emaitzak ez dira hain onak izaten (13).

Hori ekiditeko Finch-en arabera ezinbestekoa da neurriak hasieratik egoera errealetan aplikatzea, orduan ikusiko baita taldearen eguneroko errealitatea zein den, eta egoera espezifiko horretan programa eraginkorra izan dadin erabili beharreko inplementazio bideak zeintzuk diren (13). Esate baterako, baliteke prestatutako prebentzio programa ebidentziari dagokionez ezinhobea izatea, baina taldeko jokalariei eta entrenatzaileek

bere erabilgarritasuna ikusten ez badute, ez dute aurrera eramango, eta, noski, ez da eraginkorra izango.

Orain aipatutakoaren harira, talde bateko barne komunikazioaren kalitatearen eta jokalarien disponibilitate eta lesio indizearen arteko erlazioa frogatuta dago. Komunikazioa zenbat eta hobea izan, orduan eta baxuagoa da lesio indizea eta altuagoa futbolariaren disponibilitatea (20). Horregatik berebiziko garrantzia du prozesu guztian zehar, zerbitzu medikuaren, talde teknikoaren eta jokalarien arteko komunikazioa egokia izateak.

### **1.3. ALDAGAI BIOKIMIKOAK ETA LESIOAK**

Lan honetan lesionatzeko arrisku faktoreen identifikazioan jarriko dugu arreta. Hain zuzen ere, aurrez aipatutako arrisku faktoreen sarearen barruan aldagai biokimikoek izan dezaketen garrantzia aztertuko dugu. Izan ere, laborategiko medikuntza kirolariaren errendimendu maila gorena lortzeko asmoz erabil dezakegun beste herraminta bat da (21). Horretarako, *screening* hematologiko eta biokimikoaren bidez kirolariaren arrisku faktoreak identifikatzen saiatuko gara.

Bide horretan kontuan hartu beharreko lehen gauza faktore genetikoek zein ingurumenekoek parametro hematologiko eta biokimikoetan eragiten dutela da. Hori jakinda argi dago odol analisisien emaitzetan populazio taldeen arteko desberdintasunak agertuko direla (22-25). Arraza beltzekoen kreatina kinasa (CK) maila, adibidez, europearrena halako bi edo bost izan daiteke (26). Kirolarietan bilirrubina altuagoa izatea ere normala izan daiteke (27). Hori ikusita, ezinbestekoa da populazio bakoitzerako erreferentzia balio espezifikoak ezartzea, lortutako emaitzek egoera patologiko bat adierazten duten edo ez ziurtatu ahal izateko.

Hain zuzen ere, pixkanaka ari dira alor horretan aurrerapausuak ematen. Besteak beste, hurrei (28) edota futbolari nerabe europearrei (29) dagozkien erreferentzia balio espezifikoak argitaratu dituzte, baita gizon-emakume kirolarientzako CK balio zehatzak ere (30). Kirol bakoitzerako garrantzitsuenak diren aldagaiak ere identifikatu behar dira; futbolarien kasuan, esaterako, CK, lakatato, urea eta kreatinarentzako balio espezifikoak ezartzea oso garrantzitsua da (31).



Gure lanean 13 aldagai biokimiko izango ditugu aztergai. Tartean CK eta kreatinina aztertuko ditugu. CK da, laktatoarekin batera, muskulu kaltearen adierazle nagusia (21,32). Bere atsedeneko balioak altuagoak izaten dira kirolarietan populazio orokorrarekin alderatuta (33,34). Hala ere, ez dago argi ea hori masa muskular handiagoaren eta entrenamendu erregularraren (32) edo urteetan zehar errekupeazio ezegokia egitearen (33) ondorio den. Gainera, ariketa fisikoa egin eta gero balioek gora egiten dute, batez ere atletak ez direnetan. Hori zelularen mintzaren iragazkortasuna handitzen delako izan daiteke, baita zuntz mikrohausturak gertatzen direlako ere (35). Kreatinina, berriz, jokalarien osasun egoera orokorra baloratzeko erabili ohi da, eta kirolariaren masa muskularraren adierazlea ere bada (27).

Hormonei dagokienez, kortisola eta testosterona aztertuko ditugu. Kortisola hipergluzemiantea da, eta proteinolisiaren eta lipolisiaren bidez ariketa fisikoan zehar gluzemia mantentzen laguntzen du. Normalean bere igoera puntuala izaten da, baina estres fisiko, psikologiko eta kimiko handiko aldietan, baliteke kortisol maila altuak denbora gehiagoz mantentzea. Ondorioz proteinolisia luzaro mantenduko da, eta horrek entrenamendua asimilatzen ez uzteaz gain, lesio arriskua ere handi dezake. Horregatik estres handiko aldietan lesio gehiago erregistratzen dira. Testosterona, berriz, gaitasun fisikoa hobetzen laguntzen duen hormona anabolizatzailea da. Horretarako eritropoesia kitzikatu eta, proteinen sintesiaren bidez, masa muskularra handitu eta glukogeno sintesia bultzatzen du. Orain artekoa ikusita, kortisol/testosterona indizea parametro garrantzitsua izango da organismoan katabolismoa edo anabolismoa nagusitzen den jakiteko.

Burdinaren metabolismoa ere aztertuko dugu. Kirolarietan ohikoa da burdin urritasuna izatea (36-39), batez ere emakumeetan (40). Hori garrantzitsua da, izan ere, defizit horrek fatiga eta letargia eragin ditzake (41), eta kasu larrietan errendimendu aerobikoa ere murriz dezake (42-43). Ariketa fisikoak induzitutako hemolisi mekanikoa eta hepzidinaren jariaketa daude murrizketa horren atzean, baita dieta ezegokia ere (43). Gainera, sexu hormonek (estrogenoak eta testosterona anemiarekiko babesleak izanik) eta hilekoak ere badute zerikusia (43). Hala ere, ezinbestekoa da burdin urritasuna eta pseudoanemia desberdintzea. Lehenegoa hemoglobinaren benetako murrizketa bat dago. Bigarrean, aldiz, ariketa fisikoak eraginda odol bolumen osoa eritropoesia baina azkarrago handitzen da. Ondorioz,

hemoglobina kontzentrazioa murriztu eta diluzio anemia sortzen da (44). Nolanahi ere, badirudi azken honek ez duela kirolariaren errendimendua kaltetzen (43).

Alaninoamino transferasa (SGPT) eta aspartato aminotransferasa (SGOT) ere aztertuko ditugu. Parametro hauen aldaketak ulertzeko gakoa SGPT gibelean eta SGOT muskuluan biltegitratzen dela jakitea da (21,27). Hori kontuan hartuta, kirolari batek SGOT maila altuak izan ditzake, batez ere ariketa fisiko intentsoaren ostean (27). Are gehiago, SGOT altua muskulu karranpekin lotu izan da (45). SGPT altu izatea, berriz, arraroagoa da. Oso iraupen luzeko probetan soilik gertatzen da eta gibel funtzioaren beherakada adierazten du (21).

Amaitzeko, D bitaminan jarriko dugu arreta. Giza organismoko D bitaminaren %80-100 azalean sintetizatzen da UVB izpien bidez (46). Horregatik erritmo zirkunuala du, akrofasea eguzki gehieneko garaian eta maila minimoa neguan dituelarik (47). Bere funtzio nagusia odoleko  $\text{Ca}^{2+}$  eta  $\text{K}^+$  kontzentrazioak handitzea da (47-48), eta beraz, ezinbestekoa da kaltzioaren homeostasia mantendu, hezur metabolismoa erregulatu eta muskulu eskeletikoaren zein bihotz muskuluen uztegarritasuna mantentzeko (47-49). Are gehiago, D bitamina gabezia estres frakturai (50,51) eta arrisku kardiobaskularrari lotuta dago (52,53). Hori ikusita, kirolarientzat garrantzitsua izango da balio egokiak mantentzea. Hala ere uste baina ohikoagoa da atletek bitamina honen insufizientzia izatea (52), batez ere *indoor* kirolean (54,55), neguan, latitude altuetan (54-56) eta melanina altua dutenenetan (54). Eguzki faltaz gain, defizit hori aktibitate muskular handiari (muskulu eskeletikoan D bitaminaren hartzailea dagoelako) (57-59) eta estres psikosozialari (47) ere egotzi izan zaie.

Orain arte kirol munduan arlo honetan egindako ikerlanetan *delayed onset muscle soreness*-a (DOMS) eta estres oxidatiboa izan dira aztergai, batez ere. Bada, gure helburua gorago aipatutako parametro biokimikoek lesio muskular zein artikularrekin eta kontusioekin izan dezaketen zerikusia aztertzea izango da.

Lesio zehatz horiek aztertzeko erabakia Athletic Clubeko datu epidemiologikoetan oinarrituz hartu genuen. Izan ere, klubeko emakumezkoen zein gizonezkoen lehen taldeetan egindako ikerketa epidemiologiko baten arabera (60), jokalarien artean intzidentzia altueneko lesioak, lesio muskularrak eta artikularrak dira, hurrenez hurren. Kontusioei dagokienez, klubak azken urteetan egindako jarraipen

epidemiologikoan oinarrituz, lesio guztiak barne hartzen dituen lesio intzidentziaren sailkapenean kontusioak 3. postuan daude gaur-gaurkoz. Gainera, kontusioak sahiesezineko gertaerak direnaren ideia oso zabaldua egon arren, kontusio gehiago edo gutxiago gertatzeko arrisku faktoreen azterketa sakonago bat egin behar dela uste dugu. Ikuspuntu horri jarraituz, eta beste hainbat faktoreekin (nekearekin, *training load*-arekin...) egiten den bezala, interesgarria iruditu zaigu kontusio eta aldagai biokimikoen artean erlaziorik dagoen aztertzea.

## **2- MATERIALAK ETA METODOAK**

### **2.1. IKERKETAREN DISEINUA**

2007/2008-2019/2020 denboraldietan zehar Athletic Clubeko hainbat jokalariri jarraipena egin zitzaien era prospektiboan. Horretarako denboraldi bakoitzaren hasieran zein amaieran, era sistematikoan, odol analisiak egin zitzaizkien. Kasu batzuetan denboraldian zehar ere hartu zizkieten odol laginak. Gauzak horrela, denboraldia 4 zatitan banatu genuen urteko sasoi bakoitzean egindako analitika multzokatzeko asmoz: uztaila-abuztua (uzt.-abu.), iraila-azaroa (ira.-aza), abendua-otsaila (abe.-ots.) eta martxoa-ekaina (mar-eka.). Analitika horietan lortutako emaitza guztiak klubaren datu basean gorde ziren.

Era berean, datuen analisia errazteko asmoz 5 kategoriatan sailkatu genituen aztertutako jokalaria. Zehatzago esanda, gizonezkoak hiru multzotan banatu genituen: Kadeteak (15 urte), Gazteak (16-18 urte) eta Seniorrak (Baskoniako (18-21 urte), Bilbao Athleticeko (18-23 urte) eta lehen taldeko jokalaria barne hartzen dituena). Emakumezkoak, berriz, bitan: Emakumezkoena B (16-23 urte) eta Emakumezkoena A. Ikerketa hau Euskal Herriko Unibertsitateko etika batzordeak onetsia izan zen (CEISH/340/2015).

### **2.2. AZTERTUTAKO ALDAGAI BIOKIMIKOAK**

Analisi guztiak gutxienez 24 orduko atsedenen ondoren egin ziren. Gainera, laginak goizeko zortziak eta hamarrak bitartean jasotzen zituzten, jokalaria baraurik zeudela. Ondoren, laginak bi laborategi desberdinetara bidaltzen ziren bertan analiza zitzaten.

Egindako analisietan hainbat parametro biokimiko eta hematologiko neurtu ziren arren, ikerketa hau egiterako orduan 13 aldagai biokimiko soilik hartu genituen aintzat: CK eta kreatinina; kortisola, testosterona eta testosterona/kortisol indizea; burdina, hemoglobina, ferritina, transferrina eta transferrinaren saturazio indizea; SGOT eta SGPT; eta D bitamina (25(OH)D).

### 2.3. LESIOEN ERREGISTROA

Aztertutako denboraldi guztietan zehar klubeko zerbitzu medikoa bera izan zen. Hain zuzen ere bertako partaideak arduratu ziren Europako Futbol Elkartearen Batasunak (UEFAk) zehaztutako definizio eta datuen erregistro prozesuak (61) jarraituz, lesio guztiak era sistematikoan diagnostikatu, tratatu eta erregistratzeaz.

Hori kontuan hartuta, lesio bat datu basean erregistratzen zen futbol partidu edo entrenamendu batean jasandako edozein kexa fisikorengatik jokalaria batek ondorengo entrenamendu edo partiduan parte hartu ezin zuenean. Gainera, zerbitzu medikoak entrenamendu eta partidetan normaltasunez parte hartzeko baimena eman arte, futbolaria lesionatuta zegoela kontsideratzen zuten.

Horretaz gain, aurrez aipatutako kontsentsuan erabaki bezala, lau larritasun maila desberdintzen zituzten lesioak eragindako baja egun kopuruaren arabera: lesio minimoa (1-3 egun), lesio arina (4-7 egun), lesio moderatua (8-28 egun) eta lesio larria (>28 egun) (61). Era berean, lesio motari buruzko informazioa ere jasotzen zuten: lesio muskularra, artikularra, kontusioa, hezur-lesioa, tendoi-lesioa, rakiseko lesioa, pubisekoa edo beste motako lesio bat zen zehaztuz (61).

Lan honetan 7 baja egun baino gehiago eragin zituzten lesio muskularrak, lesio artikularrak eta kontusioak izan genituen aztergai.

### 2.4. ANALISI ESTADISTIKOA

Aztertutako aldagai biokimikoen kuartilak kalkulatu ziren jokalarien kategoria bakoitzerako. Horretaz gain, klubeko kategorien, denboraldiko une desberdinen eta lesionatutako zein lesionatu gabeko jokalarien parametro biokimikoen baloreen artean desberdintasunik ote zegoen aztertzeko p balioa kalkulatu zen *Student-t* testa erabiliz. Gainera, ezberdintasunaren tamaina kuantifikatzeko *Cohen-en d* kalkulatu zen. Azken honen interpretazioa ondokoa izan zen:  $d=0-0.3$  bada ez dago multzoen arteko desberdintasunik,  $d=0.3-0.5$  denean desberdintasuna txikia da,  $d=0.5-0.8$  bada

moderatua eta  $d \geq 0.8$  denean, berriz, handia (62). Gure kasuan emaitzak esanguratsuak zirela kontsideratu zen, baldin  $p \leq 0.05$  eta  $d \geq 0.5$  baziren.

Aldagai biokimikoek lesio bat izateko probabilitatean duten eragina neurtzeko modelo lineal mistoak erabili ziren. Parametroak kuartiletan batu eta kuartil altua eta baxua tarteko bi kuartilekin konparatu ziren. Honetaz gain, aldagaiak ebaketa balore hobezinaren arabera sailkatu ziren R-ko Cat Predi paketea (63) erabiliz. Odds Ratioa (OR) % 95eko konfiantza tartearekin kalkulatu zen, eta adierazgarritasun maila  $p \leq 0.05$ ean ezarri zen. Analisi estatistikoak Microsoft Excel 2016 (Microsoft, Redmond, WA, USA) eta R 3.2.3 bertsioarekin (R Core Team 2015, R Fundazioa Estatistika Informatika, Viena, Austria) egin ziren.

### 3-EMAITZAK

Guztira 958 jokalariri egin zitzaizkien jarraipena eta 1980 jokalaria-denboraldi aztertu ziren. Futbolarietatik 318 seniorrak, 308 gazteak, 177 kadeteak, 75 emakumezkoen A taldekoak eta 80 emakumezkoen B taldekoak ziren. Lesioei dagokienez, lan honetan 7 baja egun baino gehiago eragin zituzten lesioak soilik hartu genituen aintzat. Gauzak horrela, ikertutako denboraldietan zehar gizonezkoetan 442 lesio muskular, 402 lesio artikular eta 64 kontusio erregistratu ziren. Emakumezkoen artean, berriz, 104 lesio muskular, 95 lesio artikular eta 7 kontusio zenbatu ziren.

#### 3.1. ALDAGAI BIOKIMIKOEN KUARTILAK

Eskuragarri zeuden analitikan oinarrituz 13 aldagaien kuartilak kalkulatu ziren aztertutako kategoria bakoitzerako. Lortutako emaitzak **1. Taulan** ageri dira.

**1.Taula. Aldagaien kuartilak aztertutako kategorien arabera**

Taldea	Analitika kopurua	BB eta DE	Kuartilak		
			1 (% 0-25)	2 eta 3 (% 25-75)	4 (% 75-100)
<b>Kreatina Kinasa (UI/L)</b>					
Senior	1572	273.6 ± 229.3	21.0-148.0	148.0-321.3	321.3-3759.0
Gazteak	581	289.8 ± 246.9	49.0-150.0	150.0-348.0	348.0-2826.0
Kadete	138	311.5 ± 195.7	77.0-175.3	175.3-413.5	413.5-1270.0
Emakumezkoena A	430	168.9 ± 118.3	39.0-97.0	97.0-199.3	199.3-1042.0
Emakumezkoena B	141	186.7 ± 150.3	59.0-97.0	97.0-223.0	223.0-967.0

Taldea	Analitika kopurua	BB eta DE	Kuartilak		
			1 (% 0-25)	2 eta 3 (% 25-75)	4 (% 75-100)
<b>Kreatinina (mg/dL)</b>					
Senior	1697	1.04 ± 0.13	0.73-0.95	0.95-1.12	1.12-1.98
Gazteak	714	0.94 ± 0.12	0.53-0.86	0.86-1.02	1.02-1.43
Kadete	301	0.87 ± 0.12	0.56-0.79	0.79-0.94	0.94-1.20
Emakumezkoena A	515	0.85 ± 0.11	0.58-0.78	0.78-0.90	0.90-1.80
Emakumezkoena B	222	0.78 ± 0.10	0.58-0.71	0.71-0.83	0.83-1.20
<b>Kortisola (µg/dL)</b>					
Senior	1615	20.4 ± 5.0	0.2-17.0	17.0-23.8	23.8-67.5
Gazteak	571	18.2 ± 5.4	7.0-14.4	14.4-21.3	21.3-49.5
Kadete	149	16.1 ± 5.0	7.1-12.5	12.5-18.8	18.8-69.0
Emakumezkoena A	432	21.3 ± 5.8	3.8-17.5	17.5-24.7	24.7-44.0
Emakumezkoena B	116	19.2 ± 5.1	7.7-15.6	15.6-21.8	21.8-32.4
<b>Testosterona (ng/mL)</b>					
Senior	1618	6.83 ± 1.53	2.19-5.80	5.80-7.67	7.67-18.74
Gazteak	571	6.55 ± 1.55	2.76-5.46	5.46-7.40	7.40-11.97
Kadete	149	6.21 ± 1.79	0.26-5.02	5.02-7.25	7.25-11.98
Emakumezkoena A	435	0.49 ± 0.18	0.03-0.37	0.37-0.60	0.60-1.29
Emakumezkoena B	116	0.49 ± 0.19	0.15-0.40	0.40-0.62	0.62-1.08
<b>T/K indizea</b>					
Senior	1615	0.35 ± 0.12	0.06-0.27	0.27-0.41	0.41-38.35
Gazteak	571	0.39 ± 0.14	0.09-0.29	0.29-0.47	0.47-0.91
Kadete	149	0.42 ± 0.18	0.01-0.29	0.29-0.52	0.52-0.97
Emakumezkoena A	431	0.02 ± 0.01	0.00-0.02	0.02-0.03	0.03-0.07
Emakumezkoena B	116	0.03 ± 0.02	0.00-0.02	0.02-0.04	0.04-0.08
<b>Burdina (µg/dL)</b>					
Senior	1718	102.1 ± 36.1	25.0-74.0	74.0-125.0	125.0-302.0
Gazteak	713	100.5 ± 41.0	12.0-73.0	73.0-122.0	122.0-335.0
Kadete	287	98.9 ± 31.8	21.0-77.0	77.0-121.0	121.0-176.0
Emakumezkoena A	544	83.5 ± 57.5	10.0-55.0	55.0-105.0	105.0-269.0
Emakumezkoena B	231	82.3 ± 34.9	18.0-58.0	58.0-104.0	104.0-248.0
<b>Hemoglobina (g/dL)</b>					
Senior	1726	15.1 ± 0.8	8.5-13.9	13.9-15.5	15.5-17.7
Gazteak	741	15.0 ± 0.9	7.5-13.9	13.9-15.5	15.5-17.8
Kadete	304	14.8 ± 0.9	8.6-13.9	13.9-15.5	15.5-18.2
Emakumezkoena A	549	13.1 ± 0.9	11.5-14.0	14.0-15.4	15.4-17.5
Emakumezkoena B	234	13.0 ± 0.9	11.1-14.0	14.0-15.3	15.3-17.0
<b>Transferrina (mg/dL)</b>					
Senior	1716	250.5 ± 29.6	200.0-230,0	230.0-269.0	269.0-367.0
Gazteak	721	267.2 ± 33.5	144.0-244,0	244.0-288.0	288.0-415.0
Kadete	287	171.2 ± 35.0	187.0-244,5	244.5-296.0	296.0-395.0
Emakumezkoena A	546	272.9 ± 39.4	280.6-249,0	249.0-295.0	295.0-444.0
Emakumezkoena B	230	274.0 ± 37.5	199.0-247,0	247.0-294.5	294.5-416.0
<b>Transferrina Sat. (%)</b>					
Senior	608	32.0 ± 11.4	10.0-23.1	23.1-39.0	39.0-89.0
Gazteak	166	30.9 ± 15.4	4.1-20.1	20.1-38.6	38.6-91.5
Kadete	52	30.2 ± 10.7	4.9-26.1	26.1-34.1	34.1-61.7
Emakumezkoena A	169	28.4 ± 11.6	7.1-19.5	19.5-36.4	36.4-73.1
Emakumezkoena B	87	25.4 ± 11.3	5.9-17.8	17.8-31.0	31.0-78.1

Taldea	Analitika kopurua	BB eta DE	Kuartilak		
			1 (% 0-25)	2 eta 3 (% 25-75)	4 (% 75-100)
<b>Ferritina (ng/dL)</b>					
Senior	1717	106.2 ± 61.8	10.0-64.0	64.0-133.0	133.0-490.0
Gazteak	287	75.4 ± 42.8	2.9-45.0	45.0-97.0	97.0-328.0
Kadete	712	55.0 ± 31.5	4.0-31.0	31.0-70.5	70.5-204.0
Emakumezkoena A	548	37.8 ± 22.6	2.0-21.0	21.0-49.0	49.0-133.0
Emakumezkoena B	232	42.9 ± 24.4	4.0-28.5	28.5-54.3	54.3-175.0
<b>SGOT (UI/L)</b>					
Senior	1721	27.1 ± 9.7	8.0-21.0	21.0-30.0	30.0-126.0
Gazteak	712	26.6 ± 9.5	8.0-21.0	21.0-30.0	30.0-105.0
Kadete	303	28.8 ± 9.6	13.0-22.0	22.0-32.0	32.0-66.0
Emakumezkoena A	512	21.9 ± 6.1	6.0-18.0	18.0-25.0	25.0-55.0
Emakumezkoena B	204	22.2 ± 6.2	12.0-17.8	17.8-24.3	24.3-58.0
<b>SGPT (UI/L)</b>					
Senior	1722	21.8 ± 10.2	6.0-16.0	16.0-25.0	25.0-114.0
Gazteak	736	19.7 ± 8.2	1.2-15.0	15.0-22.0	22.0-87.0
Kadete	303	19.9 ± 7.7	4.0-15.0	15.0-23.0	23.0-62.0
Emakumezkoena A	512	16.4 ± 7.1	1.0-12.0	12.0-19.0	19.0-94.0
Emakumezkoena B	205	16.1 ± 6.2	7.0-12.0	12.0-18.0	18.0-48.0
<b>D bitamina (ng/dL)</b>					
Senior	605	38.6 ± 12.0	11.3-29.9	29.9-45.8	45.8-81.0
Gazteak	165	47.4 ± 20.2	17.0-35.0	35.0-55.0	55.0-228.0
Kadete	50	54.4 ± 14.6	23.0-45.4	45.4-66.0	66.0-88.0
Emakumezkoena A	159	45.4 ± 11.5	17.8-38.0	38.0-52.0	52.0-93.0
Emakumezkoena B	85	40.2 ± 14.0	15.0-29.0	29.0-49.0	49.0-77.0

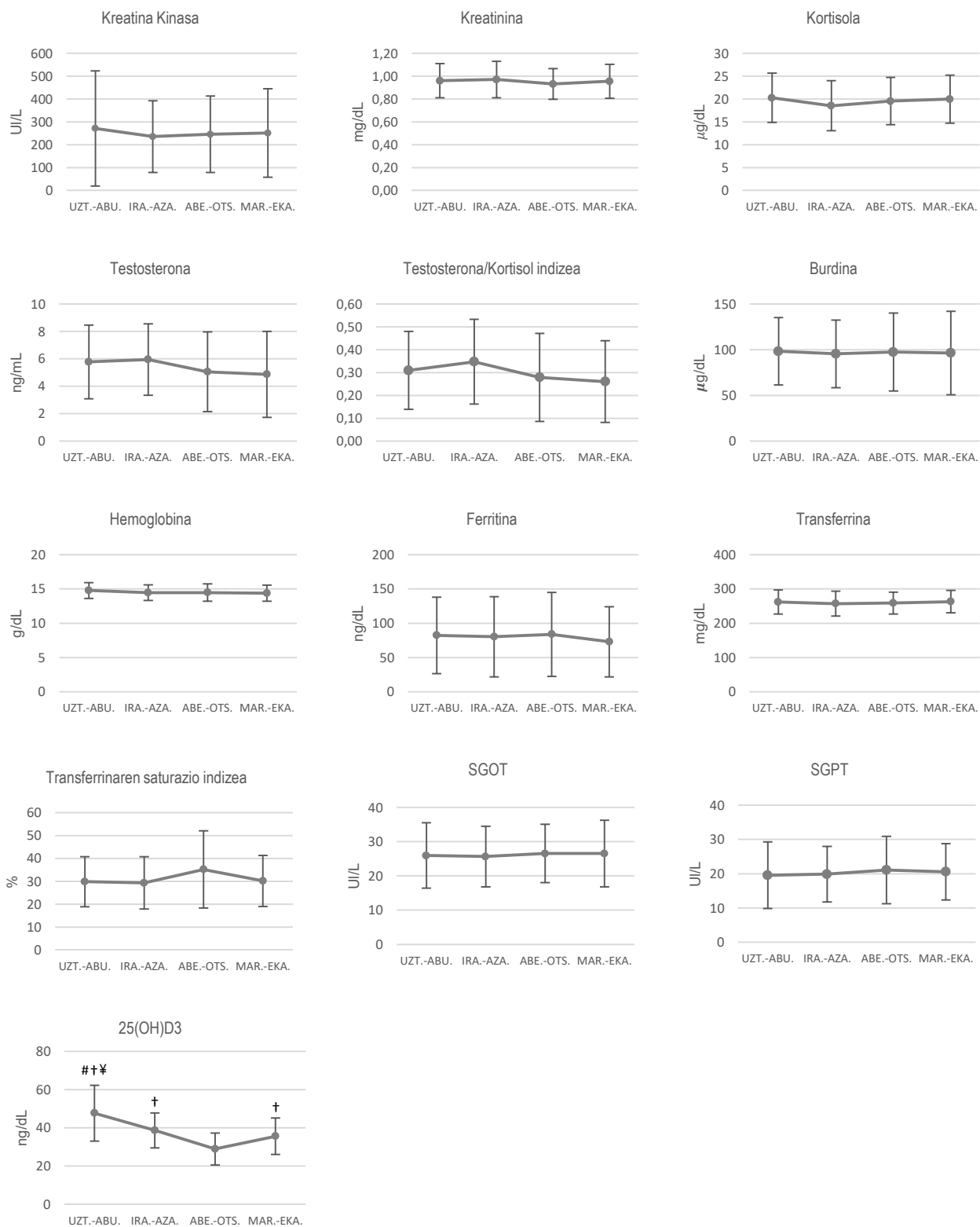
BB: Bataz bestekoa; DE: Desbiderapen estandarra; T/K: Testosterona/Kortisol ratioa; Transferrina Sat.: Transferrinaren saturazioa indizea

### 3.2. ALDAGAI BIOKIMIKOEN BILAKAERA DENBORALDIAN ZEHAR

Analizatutako aldagaiek denboraldian zehar izandako bilakaera **1. Irudian** ikus daiteke.

D bitaminaren kasuan, Uzt.-Abu.-ko balioak ( $47.65 \pm 14.64$ ) denboraldiko beste hiru uneetakoak baino altuagoak izan ziren (Ira.-Aza.:  $38.63 \pm 9.18$ ,  $p < 0.01$ ,  $d = 0.66$ ; Abe.-Ots.:  $28.92 \pm 8.32$ ,  $p < 0.01$ ,  $d = 1.39$ ; eta Mar.-Eka.:  $35.57 \pm 9.50$ ,  $p < 0.01$ ,  $d = 0.87$ ). Gainera, Ira-Aza.-ko baloreak ( $38.63 \pm 9.18$ ) Abe.-Ots.-ekoak baino altuagoak ziren ( $28.92 \pm 8.32$ ,  $p < 0.01$ ,  $d = 1.11$ ). Era berean, Mar.-Eka.-ko D bitamina mailak ere ( $35.57 \pm 9.50$ ) Abe.-Ots.-ekoak baino altuagoak ziren ( $28.92 \pm 8.32$ ,  $p < 0.01$ ,  $d = 0.76$ ).

## 1. Irudia. Aldagai biokimikoen bilakaera denboraldian zehar



# Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Ira.-Aza.-rekiko

† Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Abe.-Ots.-rekiko

¥ Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Mar.-Eka.-rekiko



### 3.3. ALDAGAI BIOKIMIKOEN BALIOAK KATEGORIEN ARABERA

Klubeko kategorien araberako aldagaien balioak **2. Irudian** ageri dira.

CKri dagokionez, gazteen baloreak altuagoak ziren Emakumezkoena A (Emak. A) taldekoenekin alderatuta. Horretaz gain, kadeteen mailak Emakumezkoena A eta B (Emak. B) taldekoenak baino altuagoak ziren.

Kreatininaren kasuan, seniorrek beste kategoria guztiek baino balio altuagoak zituzten. Era berean, gazteen mailak kadete, Emak. A eta B-koenak baino altuagoak ziren. Kadete eta Emak. A-koen baloreak ere Emak. B-koenak baino altuagoak ziren.

Kortisolean arreta jarriz, seniorrek, Emak. A eta Emak. B taldeetako jokalariek kadeteek baino maila altuagoak zituztela ikusi zen. Gainera, Emak. A taldekoen balioak gazteenak baino altuagoak ziren.

Testosteronaren eta testosterona/kortisol indizearen kasuan, gizonezkoen hiru kategorietan emakumezkoen bi taldeetan baino maila altuagoak erregistratu ziren. Hemoglobinarene neurketak aztertzerakoan ere gauza bera ikusi zen.

Burdinari dagokionez, senior eta kadeteen balioak Emak. B-koenak baino altuagoak zirela ere ikusi zen.

Ferritinaren neurketak aztertzerakoan, seniorren balioak altuagoak ziren gainontzeko kategoria guztiekin konparatuta. Era berean, gazteetan neurtutako baloreak kadeteenak eta Emak. A eta B taldeetakoena baino altuagoak izan ziren. Gainera, kadeteek Emak. A taldeko jokalariek baino ferritina maila altuagoak zituzten.

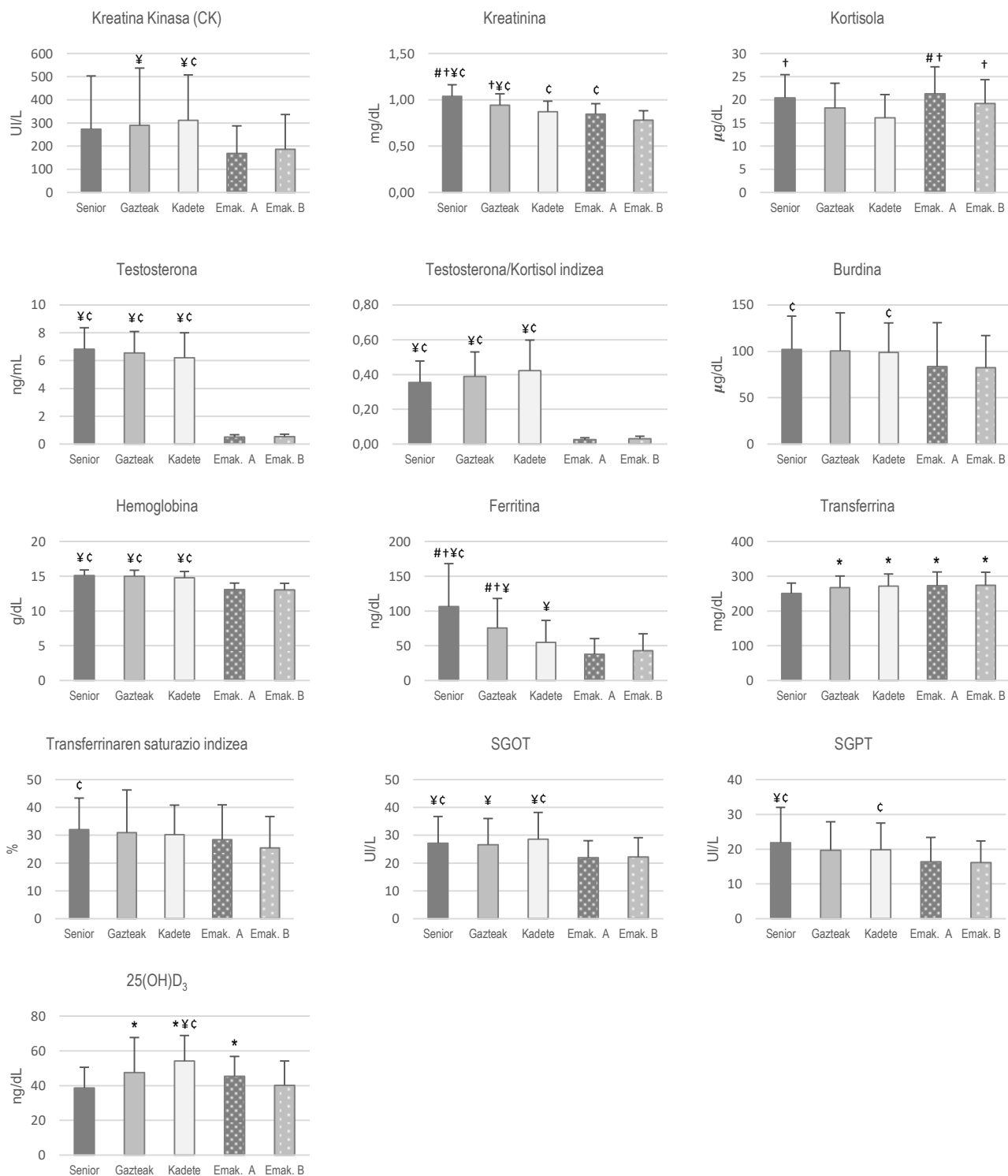
Transferrinaren kasuan, kategoria guztietan seniorretan baino balio altuagoak erregistratu ziren. Transferrinaren saturazio indizeari dagokionez, berriz, seniorren balioak Emak. B taldekoenak baino altuagoak ziren.

Gizonezkoetan Emak. A taldeko jokalarietan baino SGOT balore altuagoak neurtu ziren. Gainera, senior eta kadeteek Emak. B-koek baino maila altuagoak zituzten.

SGPTren kasuan, seniorren baloreak emakumezkoen bi taldeenak baino altuagoak ziren. Gainera, kadeteek balore altuagoak zituzten Emak. B-koekin alderatuta.

Amaitzeko, gazte, kadete eta Emak. A-koen baloreak altuagoak ziren seniorrekin alderatuz. Kadeteen D bitamina mailak ere emakumezkoenak baino altuagoak ziren.

## 2. Irudia. Aldagai biokimikoen balioak klubeko kategorien arabera



\* Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Seniorrekiko

# Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Gazteekiko

† Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Kadeteekiko

¥ Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Emakumezkoena Arekiko

ç Desberdintasun esanguratsua ( $p < 0.01$ ,  $d \geq 0.5$ ) Emakumezkoena Brekiko

### 3.4. ALDAGAI BIOKIMIKOAK ETA LESIO ARRISKUA GIZONETAN

Gizonezkoetan ikusitako aldagai biokimikoen eta lesio arriskuaren arteko erlazioa **2. Taulan** dago adierazita. Kasu honetan adierazgarriak izan ziren ( $p < 0.05$ ) aldagaien informazioa soilik ageri da.

D bitamina  $\geq 40$  ng/dL, transferrinaren saturazio indizea  $\geq$  % 44, transferrina  $< 251$  mg/dL, ferritina  $< 57$  ng/dL edo T/K indizea  $< 0.53$  zenean lesio muskular bat sufritzeko arriskua handiagoa zen. Horretaz gain, D bitamina maila egokiak ( $< 30$  ng/dL) zituztenek edo transferrina 251 mg/dL-tik gora zutenek lesio articular gehiago pairatzen zituzten. Kontusioei dagokienez, berriz, SGOT  $\geq 21$  UI/L zutenetan kontusio bat izateko probabilitatea altuagoa zen.

**2. Taula. Aldagai biokimikoen balioak eta lesio arriskua gizonezkoetan**

Gizonezkoak	Lesionatuak/lesionatu gabeak (lesionatutakoen %)	Odds Ratio (% 95 KT)	p
<b>Lesio muskularrak</b>			
D bitamina (ng/dL)	$< 40$	49/319 (% 13.3)	-
	$\geq 40$	85/301 (% 22.0)	1.98 (1.33-2.99)
Transferrina Sat. (%)	$< 44$	105/543 (% 16.2)	-
	$\geq 44$	29/82 (% 26.1)	1.98 (1.2-3.24)
Transferrina (mg/dL)	$< 251$	218/825 (% 20.9)	1.75 (1.16-2.78)
	$\geq 251$	213/995 (% 17.6)	-
Ferritina (ng/dL)	$< 57$	137/513 (% 21.1)	1.72 (1.08-2.78)
	$\geq 57$	294/1308 (% 18.4)	-
T/K indizea	$< 0.53$	352/1355 (% 20.6)	1.82 (1.03-3.45)
	$\geq 0.53$	32/194 (% 14.2)	-
<b>Lesio artikularrak</b>			
D bitamina (ng/dL)	$< 30$	12/152 (% 7.3)	-
	$\geq 30$	104/486 (% 17.6)	2.81 (1.49-5.81)
Transferrina (mg/dL)	$< 251$	151/892 (% 14.5)	-
	$\geq 251$	245/963 (% 20.3)	2.02 (1.26-3.27)
<b>Kontusioak</b>			
SGOT (UI/L)	$< 21$	52/1958 (% 2.6)	-
	$\geq 21$	12/252 (% 4.5)	3.00 (1.10-7.27)

KT: Konfiantza tarte; T/K indizea: Testosterona/Kortisol indizea; Transferrina Sat.: Transferrinaren saturazio indizea

### 3.5. ALDAGAI BIOKIMIKOAK ETA LESIO ARRISKUA EMAKUMEETAN

Emakumezkoen parametro biokimikoen baloreen eta lesio arriskuaren arteko erlazioa **3. Taulan** dago adierazita. Kasu honetan ere, adierazgarriak izan ziren ( $p < 0.05$ ) aldagaien xehetasunak soilik daude ikusgai.

T/K indizea  $< 0.03$  izatea lesio muskularrak pairatzeko arrisku handiagoarekin erlazionatu zen, baita D bitamina maila lehen kuartilean egotea ere. Era berean, kortisol maila  $\geq 25$   $\mu\text{g/dL}$  zutenek lesio articular gehiago izan zituzten. Kontusioen kasuan, ordea, ez zen aldagai biokimikoen eta kontusio arriskuaren arteko loturarik aurkitu.

**3. Taula. Aldagai biokimikoen balioak eta lesio arriskua emakumeetan**

Emakumezkoak		Lesionatuak/lesionatu gabeak (lesionatutakoen %)	Odds Ratio (% 95 KT)	p
<b>Lesio muskularrak</b>				
T/K indizea				
	$< 0.03$	67/210 (% 24.2)	3.45 (1.08-14.71)	0.05
	$\geq 0.03$	13/91 (% 12.5)	-	-
D bitamina (mg/dL)				
	1. kuartila	16/35 (% 31.8)	3.70 (1.16-15.15)	0.03
	2-4. kuartilak	22/108 (% 16.9)	-	-
<b>Lesio artikularrak</b>				
Kortisola ( $\mu\text{g/dL}$ )				
	$< 25$	36/259 (% 12.2)	-	-
	$\geq 25$	22/64 (% 25.6)	2.47 (1.31-4.60)	0.004

KT: Konfiantza tarte; T/K indizea: Testosterona/Kortisol indizea

## 4-EZTABAIDA

### 4.1. ALDAGAI BIOKIMIKOEN BILAKAERA DENBORALDIAN ZEHAR

Gure emaitzen arabera, denboraldian zehar gorabehera nabarmenak dituen parametro bakarra D bitamina da. Honek erritmo zirkuanala jarraitzen du, akrofasea udan eta balore minimoak neguan erregistratzen dituelarik.

Emaitza horiek ez datoz bat aldeztatik futbol profesionalean egindako ikerlanetan (64,65) ikusitakoarekin, non denboraldian zehar hainbat parametroren fluktuazioak antzeman zituzten. Nolanahi ere, ikerketa horietan guztietan erabilitako lagina oso txikia zen, eta denboraldi bakar baten jarraipena soilik egin zuten. Horrek eurek lortutako emaitzen esangura zalantzan jartzen du.

## 4.2. KATEGORIEN ARTEKO DESBERDINTASUNAK

Klubeko kategorien arteko konparaketak egiterakoan ikusitako joerak, oro har, esperotakoak izan ziren. Sexu artekoak izan ziren desberdintasun nabarmenenak, nahiz eta kasu batzuetan adinaren eragina ere antzeman zitekeen.

Kreatininaren balioak masa muskularrarekiko zuzenki proportzionalak dira, horregatik gorputz masa indizea aintzat hartu behar da bere balioak aztertzerakoan (27). Gauzak horrela, gizonen kreatinina mailak emakumeenak baina altuagoak ziren. Gainera, sexu bereko jokalarien artean ere bazeuden desberdintasunak, kategorian aurrera egin ahala kreatinina balioak altuagoak izanik. Hau ikusita masa muskularraren eta kreatininaren arteko erlazioa argi geratu zen.

CKren kasuan, literaturan argitaratu izan den bezala (30,33), gizonezkoen baloreak emakumeenak baino altuagoak ziren. Hori gizonezkoek muskuluetan kreatina kinasa gehiago dutelako izan daiteke (66), baina zuntzen iragazkortasunean (67) eta garbitze abiaduran egon daitezkeen diferentziak ere ezin dira ahaztu (30).

Espero bezala, gizonezkoen testosteronaren mailak askoz altuagoak ziren; emakumeenak baino, 13 aldiz altuagoak, zehazki. Ondorioz, T/K indizea ere askoz altuagoa zen gizonezkoetan. Jakin badakigu neska zein mutilen testosterona mailak berdinak direla nerabezaroan mutilen testosterona jariapena esponentzialki igotzen den arte. Izan ere, emakumeetan pubertaroan testosterona jariapenean piko bat gertatzen da, baina baloreak 2 nmol/l-tik behera mantentzen dira beti (68). Mutiletan, aldiz, egunean 10-35 nmol/L jariatzen dira (68). Datu hauen argitan, ez da harritzekoa gizonezkoek emakumezkoek baino errendimendu gaitasun handiagoa izatea, testosteronak onura handiak baitakartza masa muskular, indar eta gaitasun aerobikoan, besteak beste. Hitz gutxitan esanda, testosterona maila baxuagoa izan daiteke emakumeen errendimendu gaitasunaren mugatzaile nagusia.

Ildo horretatik jarraituz, klubeko emakume askoren testosterona mailak laborategiek ezarritako balio maximoetatik gora egotea (datuak ez daude lanean ikusgai) beste datu esanguratsu bat da. Hori ikusita, esan dezakegu testosteronak emakumeen errendimendu gaitasunean ere eragiten duela, eta beraz, sexu arteko desberdintasunak ez-ezik emakumeen arteko diferentziak ere eragin ditzakela.

Burdinaren metabolismoaren faktoreak aztertzerakoan ikusitako joera bera izan zen.

Lortutako baloreek, oro har, emakumeek gaitasun aerobikoa txikiagoa dutela adierazten zuten. Lan honetan aurrerago aipatu bezala, kirolarietan burdin defizientzia izatea ohikoa izan daiteke, baina emakumeetan are arruntagoa da. Horren arrazoietako bat testosterona da (58). Testosteronak bi bidetatik eragin dezake gaitasun aerobikoan. Alde batetik, eritropoietinaren jariaketa estimulatuz hemoglobina mailak igotzen ditu (58). Horregatik gizonezkoen hemoglobina maila % 12 altuagoa izaten da (68). Bestetik, testosteronak hepzidinarek jariaketa murriztu, eta honek eragiten duen burdin xurgapenaren inhibizioa ekidinez, burdin defizientzia arriskua txikitzen du (58).

Zehaztasunetan sartuz, ferritina gaitasun oxidatiboarekin zuzenki erlazionatuta dago. Bien arteko harreman hori argi ikus daiteke **2. Irudian**, non gizonezkoen kategorian zenbat eta altuagoa izan orduan eta handiagoak diren neurtutako ferritina baloreak.

Muskuluarekiko espezifikagoa den entzima SGOT izan arren, muskuluan SGPT ere badago. Horretan oinarrituz, gizonezkoetan neurtutako SGOT zein SGPT maila altuagoak beraien masa muskular handiagoaren adierazle direla esan dezakegu.

Kadeteetan eta gazteetan seniorretan baino D bitamina balore altuagoak antzeman genituen. Kasu honetan kontuan izan behar dugu bi kategorian horietako jokalariek asko oraindik ere hazkuntza prozesuan daudela, eta beraz, euren hezur metabolismoaren erritmoa altuagoa dela. Hori jakinda, futbolari horien D bitamina seniorrena baino altuagoa izatea zentzuzkoa da.

### **4.3. ALDAGAI BIOKIMIKOAK ETA LESIO ARRISKUA**

#### **4.3.1. D bitamina eta lesio arriskua**

Ikerlan honetan zenbait aldagai biokimikoren eta lesio mota desberdinak pairatzeko arriskuaren arteko erlazioa ezarri ahal izan genuen. Besteak beste, paradoxikoki, gizonezkoetan D bitamina maila egokia izatea (>30ng/dL) lesio artikular zein muskular gehiago pairatzeko arrisku faktoreetako bat izan daitekeela ikusi genuen. Emaidza hauek, ordea, ez datoz bat orain arte argitaratutako ebidentzia apurrarekin, non *National Football League*-eko (NFLko) jokalarietan kontrako tendentzia ikusi izan den (69).

D bitaminaren eta lesioen arteko erlazio posible hau aztertzerakoan hainbat dira

planteatu ditugun hipotesiak. Lehenengoan D bitaminak ziklo zirkanuala jarraitzen duela hartu dugu kontuan. Gauzak horrela, D bitamina denboraldiko unearen adierazle izan daitekeela pentsatu dugu; hau da, D bitamina altua denean lesio gehiago egoteak ez ote du esan nahi aurrendenboraldian lesio gehiago erregistratzen direla?

Lesio muskularren, D bitaminaren eta urteko sasoiaren arteko erlazio posiblea analizatzerakoan hainbat aspektu aztertu behar ditugu. Tartean, koadrizepsean jarri behar dugu fokua. Muskulu hau denboraldi osteko geldialdia dela eta desadaptatu egiten da. Ondorioz, aurrendenboraldian aurreko zuzenaren haustura kopurua bikoiztu eta denboraldiaurreko lesiorik ohikoena izaten da (70). Gizonezkoetan koadrizepseko hausturak lesio muskularren artean bigarren prebalenteenak direnez, eta uztail-abuztuan bere intzidentzia oso altua dela ikusita, planteatutako lehen aukera hori babes dezakegu.

Hala ere, beste hainbat faktorek hipotesi honen bideragarritasuna zalantzan jartzen dute. Alde batetik, gizonezkoetan intzidentzia handiena duen lesioa iskiotibialetako zuntz haustura da, eta koadrizepseko hausturen kontrako tendentzia jarraituz, lesio mota hau bikoiztu egiten da txapelketa aldiaren zehar (71), hau da, D bitamina baxuagoa denean. Bestetik, ikerketa batean Athletic Clubeko gizonezkoen lehen taldeko jokalarien azken 3 denboraldietako D bitamina mailaren jarraipena egin zuten. Bertan denboraldiko uneak lesio arriskuan izan zezakeen eragina eliminatu zuten, eta hala ere D bitaminaren eta lesio muskularren arriskuaren arteko erlazio positibo hori berretsi zen. Azkenik, aurrerago ikusiko dugun bezala, emakumeetan lortutako emaitzetan kontrako joera ikusi genuen; D bitamina zenbat eta baxuagoa izan orduan eta altuagoa zen lesio muskular bat izateko arriskua. Datu hau oso esanguratsua da, izan ere, emakumeetan koadrizepseko haustura da lesio guztien artean intzidentzia altuena duena (60). Gainera, gizonezkoetan gertatzen den bezala, emakumezkoen kasuan ere lesio honen % 36 abuztuan, D bitamina altuena den unean, erregistratzen da (72). Azken hiru baieztapenetan ez da lesio kopuruaren, D bitamina mailaren eta denboraldiko unearen arteko harremana betetzen. Hortaz, ez dirudi D bitaminak lesio muskular gehiago edo gutxiago izaten diren denboraldiko unea adierazten duenik.

Lesio artikularren kasuan, ordea, baliteke hipotesi honek garrantzia handiagoa izatea. Izan ere, lesio mota honen barruan orkatilako bihurridura da ohikoena, eta denboraldian zehar bihurridura kopurua nahiko konstante mantentzen den arren, aurrendenboraldian eta txapelketako lehen hilabeteetan bere prebalentzia apur bat altuagoa izaten da (73). Gainera, D bitaminak hainbat aldaketa estruktural eta funtzional bultzazen ditu muskulu eskeletikoan, baina ez estruktura artikularretan (lotailu, kartilago...). Beste era batera esanda, ez dirudi D bitaminak berak lesio artikular bat pairatzeko arriskua areagotu dezakenik. Kasu honetan zentzuzkoagoa litzateke D bitamina altua lesio artikular gehiago erregistratzen diren unearen erakuslea dela esatea.

Laburbilduz, D bitamina lesio artikular gehiago zenbatzen diren denboraldiko unearen adierazlea izatea posible da. Lesio muskularren kasuan, ordea, adierazle kronologiko soil bat baino gehiago izan liteke, muskuluan sortzen dituen aldaketa estruktural eta funtzionalek lesio muskularrak pairatzeko arriskuan eragin dezaketelako.

D bitaminak muskuluaren propietateak moldatu eta lesio arriskuan zuzenean eragin badezake zergatik lortu ditugu emaitza kontrajarriak emakumezko eta gizonezkoetan? Gogora dezagun, gizonezkoetan ez bezala, emakumezkoetan D bitamina baloreak zenbat eta baxuagoak izan, orduan eta handiagoa zela lesio muskular bat izateko arriskua.

Alde batetik, baliteke emakumezkoetan ikusitako erlazioa kalkulu estatistikoan ondoriozko kasualitate hutsa izatea. Bestetik, D bitamina maila ezagutzeko erabilitako neurketa modua jar dezakegu zalantzan.

Kaltzitriolaren erdibizitza denbora oso laburra da (74), eta bere balioak PTHaren arabera aldatzen dira (75). Horrek bere neurketa zailtzen du. Horregatik, organismoko D bitamina mailak estimatzeko erarik onena odoleko 25(OH)D kontzentrazioa neurtzea dela esan izan da orain gutxi arte (74); lan honetan, hain zuzen ere, 25(OH)D baloreak neurtu genituen. Azken urteetan, ordea, beste aukera bat proposatzen hasi dira: bioerabilgarria den 25(OH)D neurtzea; hau da, *Vitamin D Binding Protein* (VDBP) delakoari lotuta ez dagoen, eta beraz, aktibitate biologikoa duen D bitaminaren frakzioa neurtzea (75,76). Normalean 25(OH)Dren % 85-90



egoten da VDBPari lotuta. 25(OH)D bioerabilgarria neurtzeak duen abantaila da bere baloreak, 25(OH)Drenak ez bezala, ez direla gibel eta giltzurruneko disfunzioen, estrogenoen edota faktore genetikoen arabera aldatzen (77). Horregatik, egoera patologikoak edo anormalak identifikatzeko egokiagoa da.

Horren adibide da bihotzeko gaixotasunen bat dutenetan 25(OH)D bioerabilgarria mortalitatearen adierazle ona dela, ez ordea 25(OH)D (78). Gure gaira gehiago hurbilduz, Allison et al.-ek ere antzeko joera bat antzeman zuten 25(OH)Dren eta hezur masaren arteko erlazioa aztertzerakoan (79). Ondorioz, D bitaminak hezur masan izan dezakeen eragina ezagutzeko egokiena 25(OH)D bioerabilgarria neurtzea litzateke (79). Hau ikusita, gure kasuan interesgarria izan daiteke 25(OH)Dren frakzio bioerabilgarria aintzat hartzerakoan ere emaitza berdinak lortzen diren ikustea. Hori D bitaminak sistema muskuluesketikoaren integritatean izan dezakeen eragina hobeto ulertzeko bidean beste aurrerapausu bat izango litzateke.

25(OH)D bioerabilgarria neurtzerakoan guk lortutako emaitzak berretsiko balira, ikuspuntu genetiko batetik azter genezake egoera. Izan ere, gizonezkoetan VDBP proteina kodifikatzen duen geneko bi polimorfismo zuzenki erlazionatuta daude femurreko haustura arriskua kuantifikatzeko erabiltzen den *Compression Strength Index*-arekin, baina ez emakumeetan (80). Hori esanda, pentsatzekoa da sistema muskuluesketikoaren ezaugarrietan eragiten duten horrelako sexu arteko desberdintasun gehiago egon daitezkeela.

Nolanahi ere atal honetan aipatutakoak hipotesi soilak direla azpimarratu nahiko nuke beste behin ere. Lan honetan plateatutako aukerak denboraldiko uea kontrolatuz edota eta 25(OH)D bioerabilgarria neurtuz egiten diren ikerketen bidez baieztatu edo ezeztatu ahal izango dira.

#### **4.3.2. Ingurune metabolikoa eta lesio arriskua**

Gizonezkoetan T/K indizea, transferrina edo ferritina baxu izatea lesio muskularrak pairatzeko arrisku faktoreak izan zitezkeela ikusi genuen. Emakumeetan, aldiz, kortisol maila altua eta T/K indize baxua zutenek lesio articular eta muskularrak pairatzeko aukera handiagoa zuten, hurrenez hurren. Balio horiek guztiak katabolismo proteikoa gailentzen den ingurune metaboliko baten adierazleak dira. Kirol errendimenduko bibliografian aipatutako parametroak gainentrenamendu

sindromearen kontextuan aztertu izan dira batez ere, baina, guk dakigula, orain arte ez dira lesioekin erlazionatu.

Gainentrenamendu sindromeak iraupen luzeko kiroletan duen garrantzia ezin da zalantzan jarri. Taldeko kiroletan duen presentzia, ordea, ez dago batere argi. Are gehiago, baliteke taldeko kiroletan lesioa erresistentzia kiroletan gainentrenamendua denaren parekoa izatea. *Wellness* kaskarra, nutrizio ezegokia eta entrenamendu kargaren kontrol eskasa errendimendu eta adaptazio murrizketa bezala manifestazen dira erresistentziako kiroletan (81). Taldeko kiroletan, berriz, lesio bezala. Beste era batera esanda, gainentrenamendua eta lesioa antzeko faktore etiologikoen ondoriozko bi manifestazio modu dira. Diferentzia hori kirol bakoitzaren ezaugarri espezifikoengatik izan daiteke; taldeko kiroletan estres estrukturala handiagoa da estres fisiologikoa baino, eta iraupen luzeko kiroletan kontrakoa gertatzen dela hipotetiza daiteke.

Gauzak horrela, iraupen kiroletan bezala, talde kiroletan ere garrantzitsua izango da errekupeazioa eta egoera metabolikoa adierazten duten aldagaiak erregistratu eta aztertzea, baina kasu honetan helburua lesioak prebenitzea izango da.

#### **4.3.3. Aldagai biokimikoak eta kontusio arriskua**

Azkenik, SGOT balio altuagoen eta kontusio kopuruaren arteko erlazio zuzena antzeman genuen. Hala ere, ez dugu erlazio hori justifikatzeko hipotesi sendorik aurkitu, eta beraz, gaur-gaurkoz ezin dugu alor honetan gehiago sakondu.

#### **4.4. ERABILGARRITASUN KLINIKOA**

Aurrez aipatu bezala, lesioak prebenitu eta errendimendu maila gorena lortzeko bidean laborategi medikuntzak asko dauka eskaintzeko. Alor horretan lan egiten hasi ahal izateko lehen pausua norberaren populaziorako espezifikoak diren erreferentzia baloreak ezartzea da. Horregatik, klubeko jokalarien sexu eta kategoriaren arabeko erreferentzia balore espezifikoak ezarri izana da, zalantzarik gabe, lan honen ekarpen nagusia.

Ikerketa honetako datuekin, gainera, jokalarien arrisku faktore sarean beste aldagai bat ezarri ahal izango da hemendik aurrera. Hala ere, aldagai biokimikoengan eragiteko dugun gaitasuna mugatua denez, ziurrenik batek baino gehiagok ikerketa

honen aplikagarritasuna zalantzan jarriko du. Ildo honetatik, arrisku faktore aldagarri eta ez-aldagarrien inguruko hausnarketa bat egitea gustatuko litzaidake.

Fokua molda ditzakegun arrisku faktoreetan soilik jartzeko joera handia dago. Aldagarriak ez diren horietan eragin ezin dezakegunez, askotan aztertzeak ere ez omen du merezi. Gainera, arrisku faktore batean eraginez lesio arriskua jaitsi dezakegula pentsatzeak liluratu egiten gaitu. Baina askotan ahaztu egiten dugu arrisku faktore bat aldatzea baino, hori era eraginkorrean egitea dela gakoa.

Eliteko kirolarien prebentzioa indibidualizatua izaten da beti, eta aurrean dugun jokalararen arrisku faktore sarea zenbat eta osoagoa izan orduan eta eraginkorragoa izango da interbentzioa. Horregatik ahalik eta arrisku faktore gehien (moldagarri zein ez-moldagarriak) hartu behar dira aintzat. Are gehiago, prebentzio programa asko ziurrenik ez dira eraginkorrak izango, besteak beste, aldatu ezin diren arrisku faktoreak kontuan hartzen ez direlako. Hau esanda, arrisku faktore moldagarriei garrantziarik kendu gabe, moldagarriak ez direnei, pixkanaka, leku handiago bat eskaini beharko litzaike etorkizunean.

Amaitzeko, arrisku faktore ez-moldagarrien garrantzia ondo azaltzen duen analogia bat aipatu nahiko nuke. Demagun haur bat kalean alde batetik bestera jolasean dabilela bat-batean euria hasten duenean. Gurasoetako batek, umea busti eta gaixotzeko beldur, berehala eman dio bere aterkia, umearentzat erraldoia dena. Gurasoa lasai gelditu da, umea ez da bustiko. Umea, aldiz, ez dago hain gustura. Nahikoa lan du aterkiari eusten, eta ezin du jolasean jarraitu. Irudia desberdina litzateke umeari bere neurriko aterki bat eman izan balio; haurra ez litzateke bustiko, eta gainera korrika egiten jarraitu ahalko luke. Hori da, gutxi gorabehera, jokalaria bakoitza osotasunean aztertuta edo aztertu gabe egindako interbentzioen arteko desberdintasuna.

#### **4.5. LANAREN INDARGUNEAK ETA MUGAK**

Aipatzekoa da gure lanean erabilitako lagina, dakigunaren arabera, gai honen inguruan egindako ikerlanetan inoiz erabili den handiena dela. Gainera, partehartzaile guztiak oso ezaugarri espezifikoak dituen populazio baten parte dira, eta horrek are balio handiagoa ematen die lortutako emaitzei.

Ikerketa honen mugak eta hobetu beharrekoak ere hainbat dira. Alde batetik, ez genuen jokalaria bakoitzaren esposizio denbora kontuan izan. Bestetik, parametro biokimikoek lesioengan izan zezaketen eragina indibidualki soilik aztertu genuen, parametro desberdinen konbinazioak alde batera utziz. Hortaz, hurrengo ikerlanetan esposizio denbora erregistratzea eta aldagaien konbinazio posibleak kontuan hartzea gomendatzen dugu.

Era berean, ezin dugu ahaztu lesioa gertaera multifaktorial bat dela, eta beraz, aldagai biokimikoak lesioaren prozesuan parte hartzen duten beste hainbat faktoreren artean bat bakarria direla. Gainera, gurea ikerlan deskriptibo bat denez ezin dugu kausa-efektu erlaziorik ezarri. Lortutako emaitzak kalkulu estatistikoaren ondoriozko kasualitate hutsak izatea ere posible da. Horregatik oso zuhurrak izan behar gara datu hauetatik ondorioak ateratzerako orduan.

## **5- ONDORIOAK**

Ikerlan honetan ikusi dugu futbolarien parametro biokimikoek denboraldian zehar ez dutela fluktuazio nabarmenik jasaten, ziklo zirkanuala jarraitzen duen bakarria D bitamina delarik. Aldagaiak kategoriaka aztertzerakoan sexu arteko desberdintasunak antzeman daitezke batez ere, gizonezkoen errendimendu gaitasun handiagoaren adierazle direnak. Lesio arriskuari dagokionez, katabolismo proteikoa gailentzen denean lesionatzeko arriskua handiagoa dela ikusi dugu. D bitaminaren inguruan lortutako emaitzak, aldiz, kontrajarriak izan dira. Hori dela eta, D bitaminak lesio arriskuan izan dezakeen eragina ulertzeko ezinbestekoa da etorkizunean denboraldiko unea kontrolatu eta 25(OH)D bioerabilgarria neurtzen duten ikerketak egitea. Azkenik, klubeko bost kategoria nagusientzako erreferentzia balio espezifikoak ezarri izana baliagarria izango da laborategi medikuntzaren bidez lesioak prebenitu eta errendimendu gorena lortzeko.

## 6- BIBLIOGRAFIA

1. Drew M, Raysmith B, Charlton P. Injuries impair the chance of successful performance by sportspeople: a systematic review. *Br J Sport Med.* 2017;51(16):1209-1214.
2. Eirale C, Tol J, Farooq A, Smiley F, Chalabi H. Low injury rate strongly correlates with team success in Qatari professional football. *Br J Sport Med.* 2012;47(12):807-808.
3. Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sport Med.* 2013;47(12):738-742.
4. Raysmith B, Drew M. Performance success or failure is influenced by weeks lost to injury and illness in elite Australian track and field athletes: A 5-year prospective study. *J Sci Med Sport.* 2016;19(10):778-783.
5. Williams S, Trewartha G, Kemp S, Brooks J, Fuller C, Taylor A et al. Time loss injuries compromise team success in Elite Rugby Union: a 7-year prospective study. *Br J Sport Med.* 2015;50(11):651-656.
6. Podlog L, Buhler C, Pollack H, Hopkins P, Burgess P. Time trends for injuries and illness, and their relation to performance in the National Basketball Association. *J Sci Med Sport.* 2015;18(3):278-282.
7. Hoffman D, Dwyer D, Bowe S, Clifton P, Gastin P. Is injury associated with team performance in elite Australian football? 20 years of player injury and team performance data that include measures of individual player value. *Br J Sport Med.* 2019;0:1-6.
8. Windt J, Ekstrand J, Khan K, McCall A, Zumbo B. Does player unavailability affect football teams' match physical outputs? A two-season study of the UEFA champions league. *J Sci Med Sport.* 2018;21(5):525-532.
9. Verrall G, Kalairajah Y, Slavotinek J, Spriggins A. Assessment of player performance following return to sport after hamstring muscle strain injury. *J Sci Med Sport.* 2006;9(1-2):87-90.
10. Barth K, Lawton C, Touhey D, Selley R, Li D, Balderama E et al. The negative

- impact of anterior cruciate ligament reconstruction in professional male footballers. *Knee*. 2019;26(1):142-148.
11. Parry L, Drust B. Is injury the major cause of elite soccer players being unavailable to train and play during the competitive season?. *Phys Ther Sport*. 2006;7(2):58-64.
  12. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper H. Incidence, Severity, Aetiology and Prevention of Sports Injuries. *Sports Med*. 1992;14(2):82-99.
  13. Finch C. A new framework for research leading to sports injury prevention. *J Sci Med Sport*. 2006;9(1-2):3-9.
  14. Vrencken JGPM, Bouens AMPM, Wynen JAG, Braeken JJN, van Baak MA, Bouter LM et al. Sportbeoefening en blessures. *Sport en Geneeskd*. 1988;21(1):12-18.
  15. Bolling C, van Mechelen W, Pasma H, Verhagen E. Context Matters: Revisiting the First Step of the ‘Sequence of Prevention’ of Sports Injuries. *Sports Med*. 2018;48(10):2227-2234.
  16. Bittencourt N, Meeuwisse W, Mendonça L, Nettel-Aguirre A, Ocarino J, Fonseca S. Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition—narrative review and new concept. *Br J Sport Med*. 2016;50(21):1309-1314.
  17. Pol R, Hristovski R, Medina D, Balague N. From microscopic to macroscopic sports injuries. Applying the complex dynamic systems approach to sports medicine: a narrative review. *Br J Sport Med*. 2018;53(19):1214-1220.
  18. von Bertalanffy L. General system theory: foundations, development, applications. Penguin university books. New York, USA: George Braziller Inc., 1969.
  19. Rosen R. Essays of life itself. New York, USA: Columbia University Press, 2000. ISBN: 0-231-10511-8.
  20. Ekstrand J, Lundqvist D, Davison M, D’Hooghe M, Pensgaard A. Communication quality between the medical team and the head coach/manager is associated with injury burden and player availability in elite football clubs. *Br J Sport Med*. 2018;53(5):304-308.

21. Lombardo B, Izzo V, Terracciano D, Ranieri A, Mazzaccara C, Fimiani F et al. Laboratory medicine: health evaluation in elite athletes. *Clin Chem Lab Med*. 2019;57(10):1450-1473.
22. Sing CF, Orr JD. Analysis of genetic and environmental sources of variation in serum cholesterol in Tecumseh, Michigan: II. The role of education, occupation, and income. *Soc Biol*. 1975; 22(1):34–43.
23. Sing CF, Orr JD. Analysis of genetic and environmental sources of variation in serum cholesterol in Tecumseh, Michigan. III. Identification of genetic effects using 12 polymorphic genetic blood marker systems. *Am J Hum Genet*. 1976;28:453–464.
24. Sing CF, Orr JD. Analysis of genetic and environmental sources of variation in serum cholesterol in Tecumseh, Michigan. IV. Separation of polygene from common environment effects. *Am J Hum Genet*. 1978;30:491–504.
25. Sørensen GL, Hjelmberg JvB, Kyvik KO, et al. Genetic and environmental influences of surfactant protein D serum levels. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2006;290(5):L1010–L1017.
26. Tahmasebi H, Trajcevski K, Higgins V, Adeli K. Influence of ethnicity on population reference values for biochemical markers. *Criti Rev Cl Lab Sci*. 2018;55(5):359-375.
27. Banfi G, Colombina A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic Markers in Sports Medicine. *Adv Clin Chem*. 2012;56:1-54.
28. Karbasy K, Ariadne P, Gaglione S, Nieuwesteeg M, Adeli K. Advances in Pediatric Reference Intervals for Biochemical Markers: Establishment of the Caliper Database in Healthy Children and Adolescents. *J Medl Biochem*. 2014;34(1):23-30.
29. Bogner B, Schwenoha K, Vogl M, Weghuber D, Roth C, Kipman U et al. Evaluation of reference intervals of haematological and biochemical markers in an Austrian adolescent study cohort. *Clin Chem Lab Med*. 2019;57(6):891-900.
30. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sport Med*. 2007;41(10):674-678.
31. Meyer T, Meister S. Routine Blood Parameters in Elite Soccer Players. *Int J Sports Med*. 2011;32(11):875-881.

32. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli F. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull.* 2007;81-82(1):209-230.
33. Santos Silva Lopes J, Monteiro de Magalhães Neto A, Oliveira Gonçalves L, Lourenço Alves P, Castilho de Almeida A, Marlise Balbinotti Andrade C. Kinetics of Muscle Damage Biomarkers at Moments Subsequent to a Fight in Brazilian Jiu-Jitsu Practice by Disabled Athletes. *Front Physiol.* 2019;10.
34. Koutedakis Y, Raafat A, Sharp NC, Rosmarin MN, Beard MJ, Robbins SW. Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993;33,252–257.
35. Maxwell JH, Billor CM. Effects of conditioning on exertional rhabdomyolysis and serum creatine kinase after severe exercise. *Enzyme.* 1981;26(4):177–181.
36. Fallon KE. Utility of hematological and iron-related screening in elite athletes. *Clin J Sport Med.* 2004;14(3):145–152.
37. Fallon KE. Screening for haematological and iron-related abnormalities in elite athletes-analysis of 576 cases. *J Sci Med Sport.* 2008;11(3):329–336.
38. Malczewska J, Szczepańska B, Stupnicki R, Sendecki W. The assessment of frequency of iron deficiency in athletes from the transferrin receptor-ferritin index. *Int J Sports Nutr Exer Metab* 2001;11(1):42–52.
39. Parks RB, Hetzel SJ, Brooks MA. Iron Deficiency and anemia among collegiate athletes: a retrospective chart review. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49(8) 1711–1715.
40. Beard J, Tobin B. Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2):594S–597S.
41. Pasricha SR, Flecknoe-Brown SC, Allen KJ, Gibson PR, McMahon LP, Olynyk JK et al. Diagnosis and management of iron deficiency anaemia: a clinical update. *Med J Aust* 2010;193(9):525–532.
42. Woodson RD, Wills RE, Lenfant C. Effect of acute and established anemia on O<sub>2</sub> transport at rest, submaximal and maximal work. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physio.* 1978;144(1):36–43.
43. Sim M, Garvican-Lewis L, Cox G, Govus A, McKay A, Stellingwerff T et al. Iron considerations for the athlete: a narrative review. *Eur J App.* 2019;119(7):1463-1478.



44. Bartsch P, Mairbaurl H, Friedmann B. Pseudo-anemia caused by sports. *Ther Umsch.* 1998;55(4):251–255.
45. Maddali S, Rodeo SA, Barnes R, Warren RF, Murrell GAC. Postexercise increase in nitric oxide in football players with muscle cramps. *Am. J. Sports Med.* 1998;26(6):820–824.
46. Holick MF. The cutaneous photosynthesis of previtamin D<sub>3</sub>: a unique photoendocrine system. *J Invest Dermatol.* 1981;77(1):51-8.
47. Lombardi G, Vitale J, Logoluso S, Logoluso G, Cocco N, Cocco G et al. Circannual rhythm of plasmatic vitamin D levels and the association with markers of psychophysical stress in a cohort of Italian professional soccer players. *Chronobiol Int.* 2017;34(4):471-479.
48. Holick MF. Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease, and osteoporosis. *Am J Clin Nutr* 2004;79(3):362-71.
49. Prentice A, Goldberg GR, Schoenmakers I. Vitamin D across the lifecycle: physiology and biomarkers. *Am J Clin Nutr* 2008;88(2):500S-6S.
50. Burgi A, Gorham E, Garland C, Mohr S, Garland F, Zeng K et al. High serum 25-hydroxyvitamin D is associated with a low incidence of stress fractures. *J Bone Min Res.* 2011;26(10):2371-2377.
51. Dao D, Sodhi S, Tabasinejad R, Peterson D, Ayeni O, Bhandari M et al. Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels and Stress Fractures in Military Personnel. *Am J Sports Med.* 2014;43(8):2064-2072.
52. Lanteri P, Lombardi G, Colombini A, Banfi G. Vitamin D in exercise: Physiologic and analytical concerns. *Clinica Chimica Acta.* 2013;415:45-53.
53. Ardestani A, Parker B, Mathur S, Clarkson P, Pescatello L, Hoffman H et al. Relation of Vitamin D Level to Maximal Oxygen Uptake in Adults. *Am J Cardiol.* 2011;107(8):1246-1249.
54. Teixeira P, Santos A, Casalta-Lopes J, Almeida M, Loureiro J, Ermida V et al. Prevalence of vitamin D deficiency amongst soccer athletes and effects of 8 weeks supplementation. *J Sport Med Phys Fit.* 2019;59(4):1-22.
55. Halliday T, Peterson N, Thomas J, Kleppinger K, Hollis B, Larson-Meyer D. Vitamin D Status Relative to Diet, Lifestyle, Injury, and Illness in College Athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(2):335-343.

56. Farrokhyar F, Tabasinejad R, Dao D, Peterson D, Ayeni O, Hadioonzadeh R et al. Prevalence of Vitamin D Inadequacy in Athletes: A Systematic-Review and Meta-Analysis. *Sports Medi.* 2014;45(3):365-378.
57. Hamilton B. Vitamin D and human skeletal muscle. *Scand J Med Sci Sport* 2010;20:182–90.
58. Bartoszewska M, Kamboj M, Patel D. Vitamin D, Muscle Function, and Exercise Performance. *Pediatr Clin N A.* 2010;57(3):849-861.
59. Ceglia L. Vitamin D and its role in skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr.* 2009;12(6):628-633.
60. Larruskain J, Lekue J, Diaz N, Odriozola A, Gil S. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scand J Med Sci Spor.* 2017;28(1):237-245.
61. Fuller C, Ekstrand J, Junge A, Andersen T, Bahr R, Dvorak J et al. Consensus Statement on Injury Definitions and Data Collection Procedures in Studies of Football (Soccer) Injuries. *Clin J Sport Med.* 2006;16(2):97-106.
62. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* 2nd ed. Burlington: Lawrence Erlbaum Associates;1988.
63. Barrio I, Rodríguez-Álvarez MX, Meira-Machado L, Esteban C, Arostegui I. Comparison of two discrimination indexes in the categorisation of continuous predictors in time-to-event studies. *SORT.* 2017;1:73-92.
64. Nowakowska A, Kostrzewa-Nowak D, Buryta R, Nowak R. Blood Biomarkers of Recovery Efficiency in Soccer Players. *Int J Envir Res Public Health.* 2019;16(18):3279.
65. Silva J, Rebelo A, Marques F, Pereira L, Seabra A, Ascensão A et al. Biochemical impact of soccer: an analysis of hormonal, muscle damage, and redox markers during the season. *Appl Physiol Nutr Me.* 2014;39(4):432-438.
66. Apple FS, Rogers MA. Mitochondrial creatine kinase activity alterations in skeletal muscle during long distance running. *J Appl Physiol.* 1986;61:482–5.
67. Tiidus PM. Estrogen and gender effects on muscle damage, inflammation and oxidative stress. *Can J Appl Physiol.* 2000;25:274–287.

68. Handelsman D, Hirschberg A, Bermon S. Circulating Testosterone as the Hormonal Basis of Sex Differences in Athletic Performance. *Endocr Rev.* 2018;39(5):803-829.
69. Rebolledo B, Bernard J, Werner B, Finlay A, Nwachukwu B, Dare D et al. The Association of Vitamin D Status in Lower Extremity Muscle Strains and Core Muscle Injuries at the National Football League Combine. *Arthroscopy.* 2018;34(4):1280-1285.
70. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36(6):436-441.
71. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2009;45(7):553-558.
72. Abrisketa A. Zuzen Femoraleko Kontaktu Gabeko (ZFKG) lesioen epidemiologia deskriptiboa lehen eta bigarren mailako emakume futbolarietan. 12 denboraldiko ikerketa retrospektiboa. [Gradu amaierako lana Interneten]. Leioa: Euskal Herriko Unibertsitatea, Medikuntza eta Erizaintza Fakultatea; 2018 [Kontsulta data 2020/05/04]. 24orr. Eskuragarri: <https://www.researchgate.net/project/Epidemiology-of-rectus-femoris-non-contact-injuries-injuries-in-first-and-second-division-female-soccer-players-A-retrospective-study-of-12-season>
73. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. *Br J Sports Med.* 2003;37(3):233-238.
74. Todd J, Pourshahidi L, McSorley E, Madigan S, Magee P. Vitamin D: Recent Advances and Implications for Athletes. *Sports Med.* 2014;45(2):213-229.
75. Yagüe M, Collado Yurrita L, Ciudad Cabañas M, Cuadrado Cenzual M. Role of Vitamin D in Athletes and Their Performance: Current Concepts and New Trends. *Nutrients.* 2020;12(2):579.
76. Książek A, Zagrodna A, Słowińska-Lisowska M. Vitamin D, Skeletal Muscle Function and Athletic Performance in Athletes—A Narrative Review. *Nutrients.* 2019;11(8):1800.

77. Tsuprykov O, Chen X, Hocher C, Skoblo R, Yin L, Hocher B. Why should we measure free 25(OH) vitamin D?. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 2018;180:87-104.
78. Yu C, Xue H, Wang L, Chen Q, Chen X, Zhang Y et al. Serum Bioavailable and Free 25-Hydroxyvitamin D Levels, but Not Its Total Level, Are Associated With the Risk of Mortality in Patients With Coronary Artery Disease. *Circ Res*. 2018;123(8):996-1007.
79. Xu X, Xiong D, Liu X, Guo Y, Chen Y, Zhao J et al. Association analyses of vitamin D-binding protein gene with compression strength index variation in Caucasian nuclear families. *Osteoporosis Int*. 2009;21(1):99-107.
80. Allison R, Farooq A, Cherif A, Hamilton B, Close G, Wilson M. Why don't serum vitamin D concentrations associate with BMD by DXA? A case of being 'bound' to the wrong assay? Implications for vitamin D screening. *Br J Sports Med*. 2017;52(8):522-526.
81. Cadegiani F, Kater C. Novel causes and consequences of overtraining syndrome: the EROS-DISRUPTORS study. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2019;11(21).