



HEZKUNTZA  
ETA KIROL  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE EDUCACIÓN  
Y DEPORTE

JARDUERA FISIKOAREN ETA KIROLAREN ZIENTZIETAKO GRADUA

**FUTBOL TALDE PROFESIONAL BATEAN LESIOAK PREBENITZEKO  
TERMOGRAFIAREN APLIKAZIOA**

**EGILEA: MIKEL ARRUTI IPARRAGIRRE  
TUTOREA: ASIER ZUBILLAGA ZUBIAGA**

## **AURKIBIDEA**

<b>1.- LABURPENA</b>	<b>5</b>
<b>2.- JUSTIFIKAZIOA</b>	<b>5</b>
<b>3.- MARKO TEORIKOA</b>	<b>6</b>
3.1.- Futbola	6
3.2.- Futbol profesionaleko lesio intzidentzia	7
3.3.- Futboleko lesioak gauzatzeko arrisku faktoreak	10
3.3.1.- Intrintsekoak	10
3.3.2.- Estrintsekoak	11
3.4.- Lesioak futbol profesionalean dakartzan eraginak	12
3.5.- Termografia infragorria	13
3.5.1.- Erabilerak	15
3.5.1.1.- Prebentzioa	15
3.5.1.2.- Diagnostika	16
3.5.1.3.- Lesioen jarraipena	16
<b>4.- METODOA</b>	<b>18</b>
4.1.- Sarrera	18
4.2.- Lagina	18
4.3.- Datuen eskuratzea	18
4.4.- Analisirako erabilitako tresna	22
4.5.- Prestatzaile fisiko zein fisioterapeutak eginiko interbentzioak	30
4.6.- Datuen analisisa	31
4.6.1.- Alarma maila 0	32
4.6.2.- Alarma maila 1	34
4.6.3.- Alarma maila 2	36
4.6.4.- Alarma maila 3	37
4.6.5.- Termografiak/Alarmak lesioa aurreikusi	38
<b>5.- KONKLUSIOA</b>	<b>40</b>
<b>6.- ERREFERENTZIAK</b>	<b>42</b>

## IRUDIEN AURKIBIDEA

<b>1. Irudia.</b>	<b>7</b>
<b>2. irudia.</b>	<b>8</b>
<b>3. Irudia.</b>	<b>9</b>
<b>4. Irudia.</b>	<b>10</b>
<b>5. Irudia.</b>	<b>14</b>
<b>6. Irudia.</b>	<b>15</b>
<b>7. Irudia.</b>	<b>19</b>
<b>8. Irudia.</b>	<b>19</b>
<b>9. Irudia.</b>	<b>20</b>
<b>10. Irudia.</b>	<b>21</b>
<b>11. Irudia.</b>	<b>22</b>
<b>12. Irudia.</b>	<b>23</b>
<b>13. Irudia.</b>	<b>24</b>
<b>14. Irudia.</b>	<b>24</b>
<b>15. Irudia.</b>	<b>25</b>
<b>16. Irudia.</b>	<b>25</b>
<b>17. Irudia.</b>	<b>26</b>
<b>18. Irudia.</b>	<b>27</b>
<b>19. Irudia.</b>	<b>28</b>
<b>20. Irudia.</b>	<b>28</b>
<b>21. Irudia.</b>	<b>29</b>
<b>22. Irudia.</b>	<b>29</b>
<b>23. Irudia.</b>	<b>30</b>
<b>24. Irudia.</b>	<b>31</b>
<b>25. Irudia.</b>	<b>32</b>
<b>26. Irudia.</b>	<b>33</b>
<b>27. Irudia.</b>	<b>33</b>
<b>28. Irudia.</b>	<b>34</b>

<b>29. Irudia.</b>	<b>34</b>
<b>30. Irudia.</b>	<b>35</b>
<b>31. Irudia.</b>	<b>35</b>
<b>32. Irudia.</b>	<b>36</b>
<b>33. Irudia.</b>	<b>37</b>
<b>34. Irudia.</b>	<b>37</b>
<b>35. Irudia.</b>	<b>38</b>
<b>36. Irudia.</b>	<b>38</b>
<b>37. Irudia.</b>	<b>39</b>
<b>38. Irudia.</b>	<b>39</b>

## 1.- LABURPENA

Futbola mundu mailan popularitasun haundiena duen kirola da eta honen exigentzia neuromuskular zein articular altuek lesio intzidentzia handienetarikoa duen kirola bilakatzen du ere. Honek talde profesionalentzat arazo larri bat suposatzen du, jokalarien lesio kopuru eta baja egun luzeagoak, taldearen errendimenduaren jaitsierarekin eta kostu ekonomiko altuago batekin erlazionatuta daude. Honenbestez, futbol talde profesionalak haien lesio intzidentzia jaisten saiatu behar dira taldeari ahalik eta errendimendu altuena atera ahal izateko, honen aurrean aukera berri bat irekitzen da.

Termografia infragorriak errendimenduan hiru helburu nagusi ditu, prebentzioa, diagnostika eta lesioen jarraipena. Lan honetan teknologia honek prebentzioaren arloan, talde profesional batean, duen aplikazioaz hitz egingo dugu. Horretarako termografiak aparte ThermoHumanen softwarearen bidez zenbait jokalariren egoera termikoa aztertuko dugu; alarma maila guztiak aztertuz; 0, 1, 2 eta 3. Azkenik, beste adibide praktikoa bat ikusiko dugu non termografiaren erabilera lesio bat aurreikusi duen. Kasu guztiak aztertuta eta futboleko lesioen intzidentzia jaisteak duen garrantzia jakinda, termografia infragorriaren teknologia oso interesgarria dela esan dezakegu, beti ere beste baliabide eta tresna batzuekin batera landuz.

**Hitz gakoak: termografia, lesioa, prebentzioa, ThermoHuman, alarma.**

## 2.- JUSTIFIKAZIOA

Duela 8-9 hilabete ez nuen bat ere argi gela ze gairen inguruan jorratuko nuen zehazki, nekien bakarra errendimendu eta futbolaren inguruan izango zirela zen. Futbola eta errendimendua txikitatik asko gustatu izan zaizkit, lehengo honi dagokionez jolastea eta baita ikustea ere, errendimenduari dagokionez, lehiakortasuna, gaitasunen maximoa eskeitzea ere asko gustatu izan zait betidanik.

Argi ez nuela komentatu dut, kezka hauek futbol talde batean praktikan hasi nintzenez amaitu ziren. Bertan proiektu batean lan egiteko aukera eskaini ziguten, hain zuzen ere, taldean termografia infragorria aplikatu nahi zuten, honek lesioen prebentziora zuten aplikazio eta baliagarritasuna frogatzeko. Bertan hasi nintzen lanean Urriaren eta segituan konturatu nintzen gela-jorrazeko gai oso interesgarri bat izan zitekeela. Azken finean, ordu asko pasa nituen teknologia hau erabiltzen eta honek izan dezakeen aplikazio frogatzen.

Honela, taldeari galdetu nion ea datuak erabili nitzazkeen gela-jorrazeko eta bertatik esan zidaten ez zutela inongo arazorik, baina taldearen izena eta jokalarienak lanean azaldu ez zitezkeen eskatu zidaten. Honenbestez, lanean ez dira honelako daturik agertuko, taldearen nahia errespetatuz.

### 3.- MARKO TEORIKOA

#### 3.1.- Futbola

Fifak 2006. urtean esan zuenaren arabera, futbola mundu mailan populartasun handiena duen kirola da, gutxi gora behera 270 milioi pertsonen parte-hartzen dute era aktibo batean, futbolari, epaile, teknikari eta zuzendarien artean. Espainian era federatua aritzen diren artean zentratuz gero, datu ofizialek esaten digute 2006. urtean 113.000 jokalarik daudela. Mundu mailan ospe handiena duen kirola izateaz gain, geroz eta jende gehiagok praktikatzeko du, indarrean dagoen kirola izanik. Gainera emakumeen kasuan ere azken urteetan datuek gora egin dute, 40 milioi federatu baino gehiago daudelarik (Elis, et al., 2004).

Maqués, Calleja, Arratibel eta Terradosek 2016. urtean, kirol aerobiko bezela definitzen duten arren, bide anaerobikoa arrakasta lortzeko faktore erabakigarri bezela definitzen dute, kirol hontan ematen diren intentsitate altuko esfortzuengatik. Honela, intentsitate altuko aldizkako kirola izateagatik bereizten da (Bangsbo, Iain, & Krstrup, 2007; Di Salvo et al., 2007) jokalariei etengabeko eskari fisiko, taktiko, tekniko, fisiologiko eta psikologikoak eskatuz (Owen et al., 2015). Konkreteki, futbolak azelerazio laburrak egitea eskatzen die parte-hartzaileei, jarraian luzeagoak eta intentsitate gutxiagokoak diren aldiekin (T. J. Gabbett, 2016), lehen hauek batzuetan 3.7 eta 4.4 segunduko esprinak eta osatugabeko errekupezioak 45 eta 56 segunduak izanik batzuetan beste (Ehrmann, Duncan, Sindhusake, Franzsen, & Greene, 2016; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007). Ezinbestekoak diren intentsitate altuko edo maximoko ekintza horien barnean, saltoak, driblinak, jaurtiketak, giroak, esprinak eta erritmo aldaketa azkarrak aurki ditzakegu (Stølen, Chamari, Castagna eta Wisløff, 2005). Gainera, erresistentziak ere sekulako garrantzia du, partidaren zehar batzuetan beste epe laburreko 1400 ekintza gauzatuz, 4-6 segunduroz aldatuz norgehiagokan zehar (Stølen et al., 2005).

Singerrek (1986) ekintzaren gaineko kontrol-mailan oinarritutako sailkapena egin du, honen arabera, futbola kanpoko erregulazioko kirola dela esan dezakegu. Honek esan nahi du, irekiak eta pertzeptiboak diren ataza motorretaz osatzen dela, irekiak direla esango dugu ingurune ezezagun edo/eta aldakorrean ematen diren atazak, eta pertzeptiozkoak, berriz, parte-hartze kognitiboa eskatzen duten atazei dagozkienak, mugimenduen sekuentzia ezezaguna delako.

Futboleko lehiaketa-aldia, praktikatzeko den mailaren arabera oso luzea izan daiteke, liga batzuetan 10-11 hilabeteko iraupenera iritsiz (Silva et al., 2011), eliteko taldeen artean, astebete askotan 2 partida jokatuz (Dupont et al., 2010), haien artean 3 eguneko errekupezioarekin (Malone et al., 2017). Lehia-maiztasun altu honek, batzuetan beste, talde bakoitza astean 4-5 aldiz entrenatzera behartzen du (Walden, Hagglund, & Ekstrand, 2005), hau karga konpetitiboarekin jokatuz, lesioak eragin ditzake, eta horrek kalte handia eragin, bai jokalarientzat maila fisiko eta psikologikoan eta bai klubarentzat maila ekonomikoan (Woods, Hawkins, Hulse, & Hodson, 2003).

### 3.2.- Futbol profesionaleko lesio intzidentzia

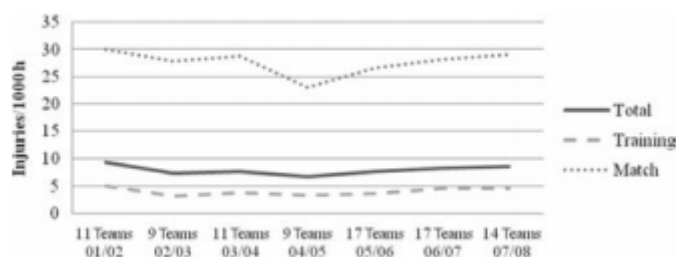
Lesioaren kontzeptua definitzerako garaian ez da adostasun argi bat ikusten autore guztien artean. Rodríguez eta Gusik (2002) definizio simple bat eskeintzen dute kirol lesioaren inguruan, molestiak sortzen dituen alterazio multzo bat bezela kontsideratuz, zenbait jarduera fisiko era normal batean egiteko gaitasunak gutxituz edo galaraziz. Llana, Pérez eta Lledóren eskutik (2010), autore desberdinek kontuan hartzen dituzten zenbait ezaugarri bateratuz, kirol lesioa kontsidezatzen dute kirolariak arazo fisikoengatik ezin duenean entrenatu edo partida jokatu eta tratamendu medikoa behar duenean, honela jokalariaren parte-hartzea ezinduz, egun batetik aste batzuetara bitarte.

Futboleko exigentzia neuromuskular eta artikularrak oso altuak dira, honek lesio intzidentzia kirol honetan oso altua bilakatzen du (Dvorak eta Junge, 2000). Honek futbol profesionalarentzat arazo larri bat suposatzen du, jokalarien lesioak taldeentzako errendimendu eta ekonomia mailan ondorio kaltegarriak sortuz (Small, McNaughton, Greig eta Lovell, 2009). Futbola beste kirolekin alderatuz, autore askok bat egiten dute ideia berdinarekin: futbolariek kirolen artean lesio intzidentzia altuenetakoa duela.

Romero eta Tousek (2010) lesio intzidentzia jasotzerako garaian, kirolean aritzen diren 1000 minuturen arabera kalkulatzeko proposatzen dute. Hurrengo formula hau erabiltzen da gaur egun kirol klubetan ematen diren lesioak alderatzeko:

$$\frac{\text{Lesio kopurua}}{\text{Esposizio orduak}} = 1000$$

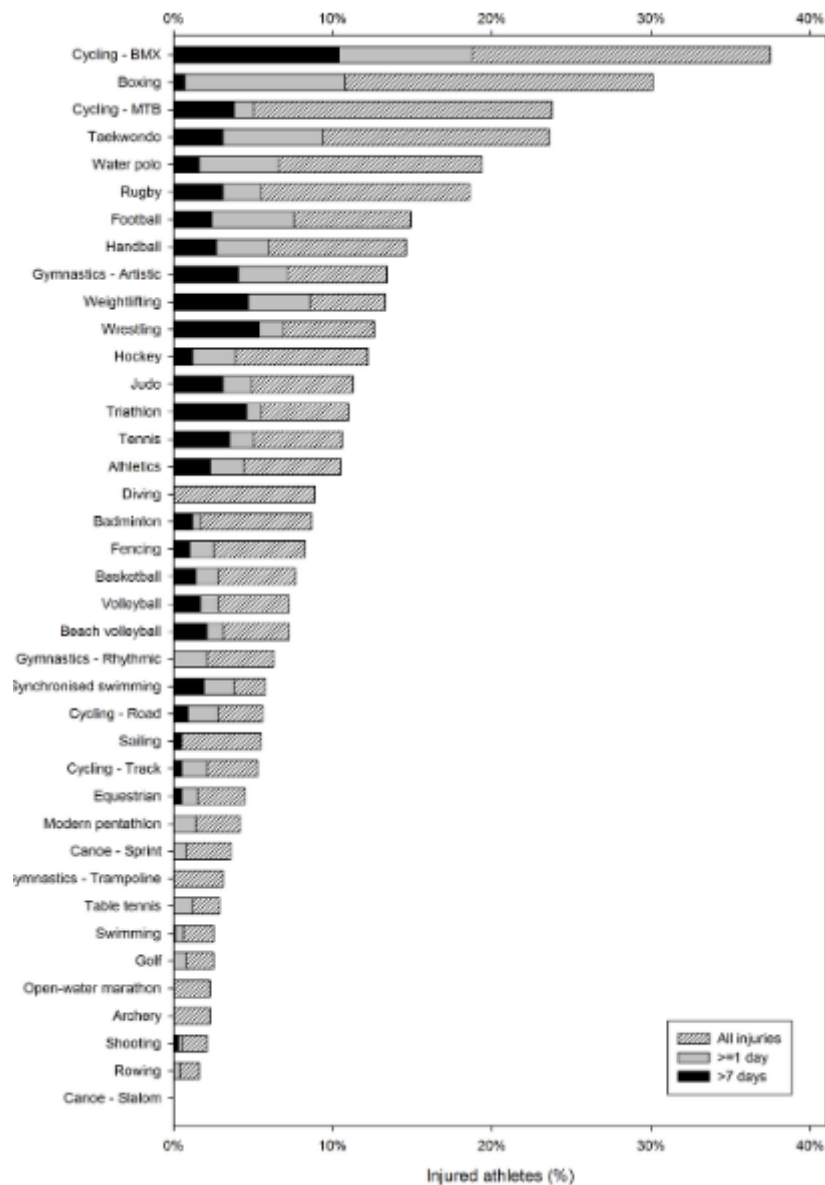
Ekstrand, Hägglund eta Waldének 2009. urtean ikerketa baten bidez honako konklusiora iritsi ziren; 1000 orduko bataz beste 8 lesio izaten dira futbol profesionalean, lehiaketetan 27,5-era igoz datu hau eta berriz entrenamendu orduetan 4,1-era jetsiz (1. irudia).



1. Irudia. Denboraldiko lesioen intzidentzia zazpi denboraldiko azterketa-aldian (lesioak 1.000 orduko) (Iturria: Ekstrand, Hägglund, & Waldén, 2009).

Beraz, honek suposatzen du, denboraldian zehar, 25 jokalaria dituen talde batek bataz beste 81 lesio sufrituko dituela (Ekstrand, Hägglund, & Waldén, 2009). Futbola beste zenbait kirolekin alderatuz gero, ikusi dezakegu lesio intzidentzia altua duela, baina adibidez errugbia bezelako diziplinen azpitik, honek 45,3 lesio dituelarik 1000 orduko esposizioko (T. Gabbett, 2004). Bestetik, futbolariek eskubaloiek

baino intzidentzia altuagoa du, bigarren honek 4,9 lesio izanik 1000 orduko (Mónaco et al., 2014). Bigarren irudi honetan (Soligard et al., 2017) ikusi dezakegu futbola 2016-ko Joko Olinpikoetako 39 modalitateetatik zazpigarren lesio intzidentzia altuena izan zuela.



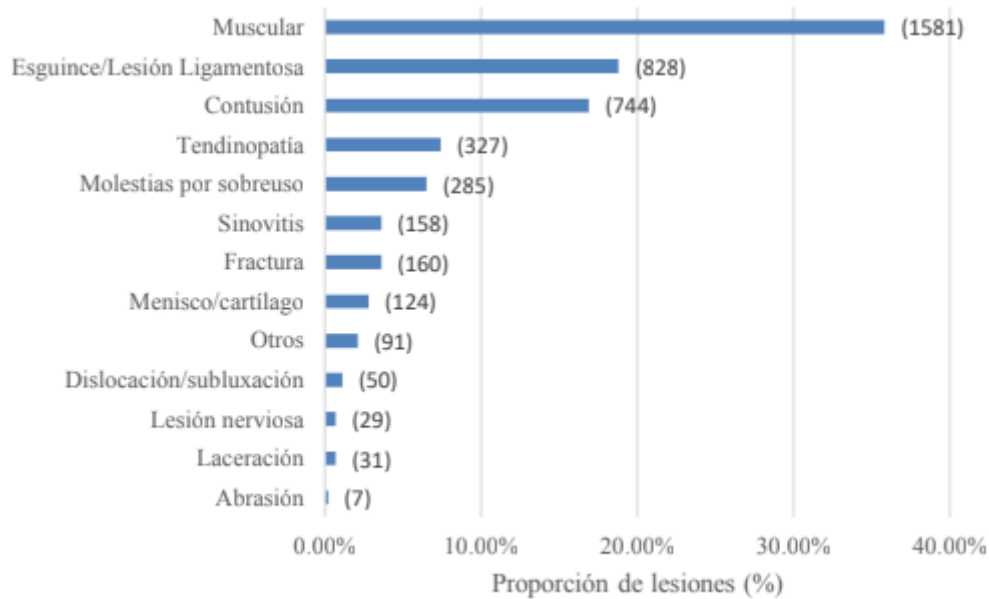
2. irudia. Rio de Janeiroko (2016) Olinpiar Jokoetan modalitate olinpiko bakoitzean izandako lesioen intzidentziaren arteko alderaketa (2016). (Iturria: Soligard et al. 2017).

Llana et. al (2010) ere lesio intzidentzia altuagoa behatu zuten partidoetan entrenamenduetan baino, eta hauen artean nagusiki beheko gorputz adarrean eta konkretuki izterrean.

Futbol profesionalean ematen diren lesioan barnean, ohikoenak lesio muskularrak izaten dira (Pfirrmann, Herbst, Ingelfinger, Simon, & Tug, 2016), hauek denboraldian zehar ematen diren lesio guztien artean %36-a izanik (Stubbe et al., 2015), hirugarren irudi honetan ikus dezakegun bezela. Lesio muskular gisa, gehiegizko esfortzu edo traumatismo baten ostean ehun muskularretan sortzen diren horiek bezela ulertuz (Bjorneboe, Bahr, & Andersen, 2011). Lesio muskularren barnean,



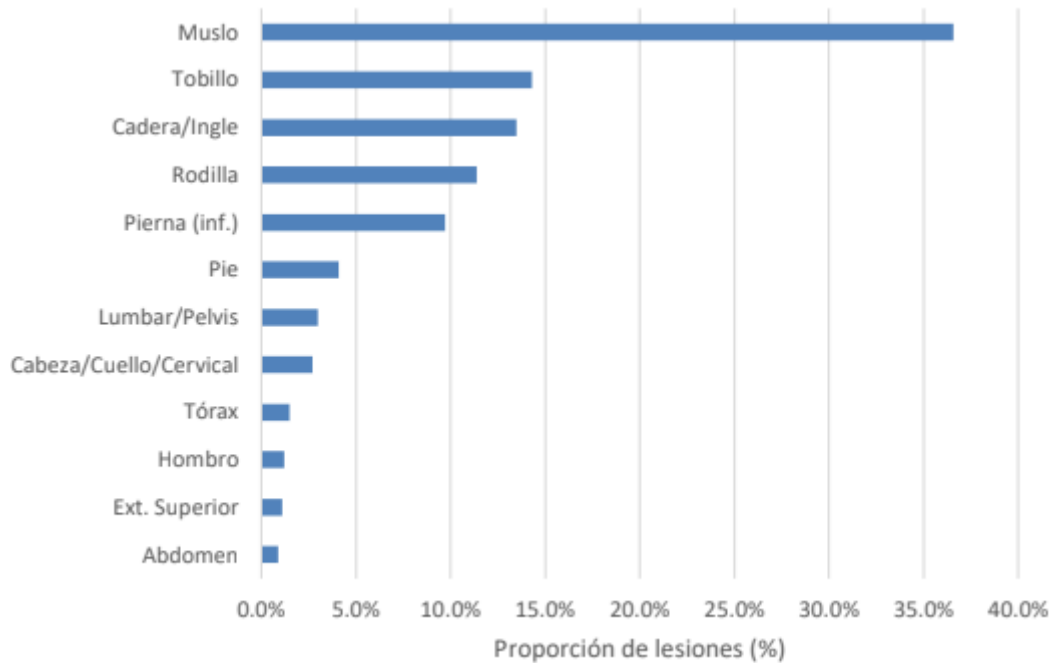
ohikoenak sobrekarga muskularrak dira %23,6-arekin , ondoren haustura muskularrak %16,2-arekin eta kontrakturak %9,3-a izanik (Noya & Sillero, 2012).



3. Irudia. Lesioen epidemiologia, lesio motaren arabera, eliteko 23 futbol-taldetan 7 denboralditan zehar, haien proportzioaren (%) eta maiztasunaren (n) arabera. (Iturria: Ekstrand et al., 2009).

Gainera, Noya eta Sillero-k (2012b) 2008-2009. denboraldian espainiar futbol profesionalean eman ziren lesioen ikerketa baten behatu zuten haustura muskularrak baja periodo haundienak sortu zituztela 267.2 egun batz besteko ekipo eta denboraldi bakoitzeko, ondoren lotailuetako lesioak doaz zerrenda hontan, 182,1 egun batz besteko ekipo eta denboraldiko.

Lesioak ematen diren guneari dagokionez, %72-89 bitarte behe gorputza adarrean ematen dira (Fuller, Smith, Junge, & Dvorak, 2004), izterra izanik lesio inditzen altuena duen gunea, %36,6 batekin (Noya et al., 2014), laugarren irudian ikus dezakegun bezela. Bestetik, biceps femoralak izan zen gihar lesionatuena, 3,3 lesio ekipo eta denboraldiko eta recto femoralak -k baja egun gehien sortu zituen giharra izanik (76,6 egun ekipo eta denboraldiko). Honek bat egiten du Koulouris eta Connellek (2003) behatutakoarekin, biceps femoralak eta zehazki bere zati luzeak min gehien sufritzen duen giharra izanik. Giharretan ematen diren lesio guztien artean %92-a lau guneeetan banatzen da: iskiotibialak (%37), aduktoreak (%23), koadrizeps (%19) eta bikiak (%13).



4. Irudia. Lesioen portzentailak hauen lokalizazioaren arabera futboleko talde profesional batean deboraldi osoan zehar (Iturria: adaptado de Noya et al., 2014).

Lesioak sortzeko moduaren arabera, Woods, Hawkings eta Hodsonen (2003) behatu zuten kontakturik gabeko lesioak, kontaktuarekin sortzen diren horiek baino ohikoagoak direla. Era berean, Ekstrand, Hägglund eta Waldének (2011), kontakturik gabeko lesioak edo sobrekargaz sorturikoak (%86,7) kontaktuarekin sortutakoak (%13,3) baino ohikoagoak direla ikertu zuten. Gainera, aduktoreetan ematen diren lesioen artean %92, koadrizeps eta iskiotibialetan %96 eta bikietan %95, kontakturik gabe sortzen diren horietarikoak dira, portzentai oso baxua izanik kontaktu bidez sortzen diren horiek.

### 3.3.- Futbolean lesioak gauzatzeko arrisku faktoreak

Sail honen barnean bi talde nagusi desberdinu behar ditugu, alde batetik faktore intrintsekoak eta bestetik, faktore estrintsekoak (Dvorak et al., 2000).

#### 3.3.1.- Intrintsekoak

Jokalariaren ezaugarri propioekin erlazionatuta dauden faktoreak intrintseko bezela ezagutzen dira. Hauen artean, bi azpi talde bana ditzakegu, aldatu ezin direnak (nahiz eta guk aldatu ezin ditugun, kontuan eduki behar ditugu programak ahalik eta indibidualizatuena izateko) eta aldakorak (era zuzenean esku hartu dezakegun horietakoa) (Raya, J & Estévez, J.L, 2016).

Alde batetik, aldaezinak diren faktore intrintseko hauek izan behar ditugu kontuan:

- Adina
- Sexua
- Arraza
- Altuera

Bestetik, faktore intrintsekoen artean aldakorrak diren hauek ere kontuan izan behar ditugu:

- Pisu korporala, gantz portzentaila eta gorputza-masaren indizea
- Beroketa
- Aurretiko lesioa eta errehabilitazio desegokia
- Nekea
- Erresistentzia
- Hanka menderatzailea
- Indar muskularra
- Malgutasuna
- Kontrol motorra

Hauek Raya eta Estévezek (2016) proposatzen dituzten faktore intrintsekoak dira, hona hemen beste autore batzuek proposaturiko beste zenbait faktore intrintseko desberdin:

- Estres psikologikoa (Dvorak et al., 2000)
- VO2 max (Bahr et al., 2003)
- Trebetasun maila (Bahr et al., 2003)
- ROM articularra (Dvorak et al., 2000)
- Gogo-aldartearen influentzia emaitzen arabera (Walden et al., 2005)
- Loaldi denbora (Issurin, 2010)

### **3.3.2.- Estringitakoak**

Faktore estringitakoak ingurune eta kirolariaren kanpoko alderdiarekin loturik dauden horiek dira eta lesioen produkzioan eragin handia dute (Raya, J & Estévez, J.L, 2016):

- Zelaiaren egoera
- Futboleko ohinetakoak
- Babesgarriak
- Meteorologia
- Jokoaren arau-haustek
- Etxetik kanpo jolastutako partidak
- Denboraldiaren unea
- Jokalariaren posizioa
- Aritutako denbora (bai entrenamendu zein partidotan)

Raya eta Estévezek (2016) proposaturiko faktore estrintsekoetaz aparte, hona hemen beste autore batzuek proposaturiko zenbait faktore estrintseko desberdin gehiago:

- Taldeko langile tekniko eta medikuen kalitatea eta egitea (Crozier et al., 2001)
- Aurkaria (Bahr et al., 2003)
- Entrenamenduaren kantitate zein kalitatea (Crozier et al., 2001)
- Jokoa emandako faltak (Dvorak et al., 2000)
- Denboraldian zehar lehiaketan jokaturiko partido kopuru ugaria (Bjerneboe et al., 2011)
- Partiden arteko atseden egunak (Dupont et al., 2010)

### **3.4.- Lesioak futbol profesionalean dakartzan eraginak**

Lesioek jokalaria entrenamendu eta lehiaketatik aldetzen dituzte, batz bestek jokalaria batek denboraldian zehar lesioagatik 37 baja egun izaten ditu, honek denboraldiko osoko %12-a suposatuz (Ekstrand et al., 2009), batz bestek 11 eguneko baja hartuz lesio bakoitzeko (Whalan, Lovell, McCunn, & Sampson, 2019). Jokalariak lehiaketarako prest daudenean duten balio komertziala kontuan izanda, hauek lesionatuak daudenean klubarentzat duten kostua oso altua da. Honen inguruan Hägglund, Waldén, Magnusson, Kristenson, Bengtsson eta Ekstrandek (2013) estimatzen dute elite mailako talde batek hilabetez baja dagoen jokalaria bakoitzeko jasan behar duen gastua 500.000€-ko dela batz bestek, gainera kontuan izan behar degu talde batean denboraldian zehar ematen diren lesio guztien artean batz bestek 8-9 hilabetezko baja epea gainditzen dutela. Fernandez-Cuevas eta kolaboratzaileen (2010) kalkuluen arabera, espainiako futbol profesionalean, hau da, lehen eta bigarren mailan, lesioek denboraldi batean zehar sortu zuten kostu ekonomikoa 230 milioi eurotik gorakoa izan zen.

Bestetik, lesioek ez diote klubari soilik arlo ekonomikoan kalte egiten baizik eta, ikertu denaren arabera txapeldu ateratzen diren taldeek haien jokalarien erabilgarritasun haundiago izaten dute, bai partidoetan zehar emandako lesio kopuru txikiagoarekin eta bai lesioen artean baja egun kopuru gutxiagorekin, lehiaketan txapeldun ateratzen ez diren horiekin alderaruz (McCall, Dupont, & Ekstrand, 2016). Honek konklusio batera eramaten gaitzake, denboraldian zehar talde batek duen lesio intzidentzia murriztea arrakasta lortzeko gakoetako bat izan daitekeela.

Lesio intzidentziak azken urte hauetan ez du behera egin (Hägglund et al., 2013), baizik eta gora egin duela esan daiteke (Stubbe et al., 2015), lesioek sortzen dituzten kalteak, bai kirolariei eta bai taldeei kontuan hartuta, argi dago lesioak prebenitzen laguntzen duten teknologian ikertzea oso garrantzitsua izan beharko lukeela.

Adibidez, Côté, Pedrinelli, Marttos, Souza, Grava, eta José Hernandez-ek, ikertu zuten 2016. urtean talde baten lesio intzidentziak %64 batean murrizten zela 2015. urtearekin alderatuta, bigarren denboraldia izanik entrenamenduaren karga monitorizatu zuten bakarra termografia infragorriaren bitartez. 2015. urtean lesio intzidentzia 1.6/1000 izanik eta bigarren denboraldian ordea 0.5/1000-ra jaitsiz.

Arlo ekonomikoari dagokionez, futbol talde profesional batean termografia infragorriaren erabilerak lesioak prebenitzeko helburuarekin, lesio muskularragatik emandako baja egun kopuruak 189 egun aurreko denboraldian izatetik (termografia infragorririk gabe) 62 egun izatera pasatu ziren teknologia hau erabiliz. Autoreek kontsideratzen dute batz bestea futbol jokalarik profesional batek 75.000,00 dolar kobratzen dituela hilean, honela 2015. denboraldian lesio muskularrek suposatutako kostu ekonomikoa 472.5000,00 dolarrekoa izan zen eta 2016. urtean ordea 155.000,00 dolarrekoa, gastu ekonomikoak %60 batean murriztuz.

### **3.5.- Termografia infragorria**

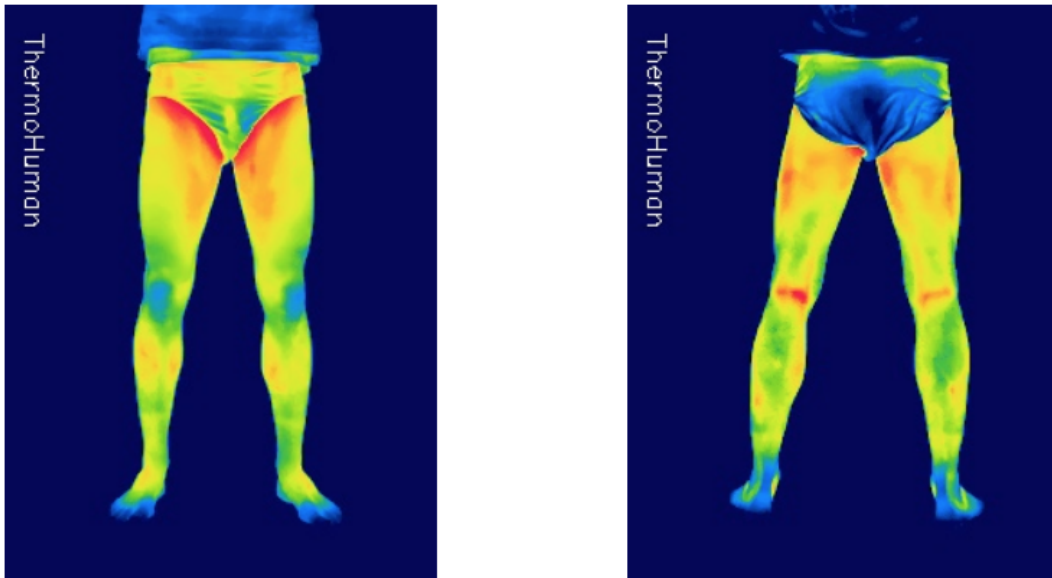
Termografia infragorriak (TI) denbora errealean eta era objektibo batean edozein objektuk irradiatzen duen energia kuantifikatzeko aukera ematen digu. Gainera teknologia hau ez da inbaditzailea (Ring & Ammer, 2000). Izaki bizidunen kasuan, TI-k azalak igortzen duen erradiazioa kalkulatu dezake, eta Stefan-Boltzmannen formula aplikatuz, azalaren tenperaturaren inguruko datu objektibo bat atera inongo kontakturik gabe (Arnaiz-Lastras, Fernández-Cuevas, López-Díaz, Gómez-Carmona, & Sillero-Quintana, 2014). Horrenbestez, TI-k azaletik gertuen dauden egitura eta ehunen egoera fisiologiko eta metabolikoen inguruko informazioa eskeintzen digu. Termografia infragorriak profil termiko general edota lokalak eraikitzeke aukera ematen digu, gorputzean interesgarri bezala ezagutzen diren esparruetan banatuz (ROI) (Marins, Fernández-Cuevas, Arnaiz-Lastras, Fernandes, & Sillero-Quintana, 2015).

Teknologia honen fundamentazio fisiologikoaren oinarriak erlazio estua du organismoak jarduera fisikoaren ostean dituen hantura prozesuekin, zeinak odol fluxuaren handitzea esparru aktiboetara bideratzen duten eta aktibitate metabolikoa handitzen duten (Arnáiz et al., 2014); honela, ehunak erreparatu eta moldatu daitezke jardueraren ostean, eta era berean zona horren kanpoaldearen tenperatura igotzen da. Jarduera muskularrak beroaren transferentzia eragiten duela frogatu da, prozesu hau azalean eta ondoan dauden muskulo eta ehunen artean ematen da, honela organismoaren homeostasi termikoa mantentzen saiatzen da eta emaitza antzera azalaren tenperatura igota (Abate et al., 2010). Prozesu hau termo erregulazio izenarekin ezagutzen da (Lahiri, Bagavathiappan, Jayakumar, & Philip, 2012) eta nerbio-sistema zentralak kontrolatzen du hipotalamotik.

Azalaren tenperatura aldaketa hauek, zeinak termo erregulazioaren emaitza diren, emaitza antzera erreakzio hipertermiko bat eman dezakete inflamazio prozesuak egongo balira, baita erreakzio hipotermiko bat ere degenerazio prozesu edota odol fluxua zailtzen duen konpresio egoera ematen den kasuetan (Sampedro, Piñonosa, & Fernandez, 2012). Garrantzitsua da argitzea TI-ak ez duela irregulartasun anatomikorik erakusten, baizik eta aldaketa fisiologikoak erakusten dituen, zeinak lagun gaitzaketen ehunetan ematen diren kalteak antzematen (Côrte et al., 2019).

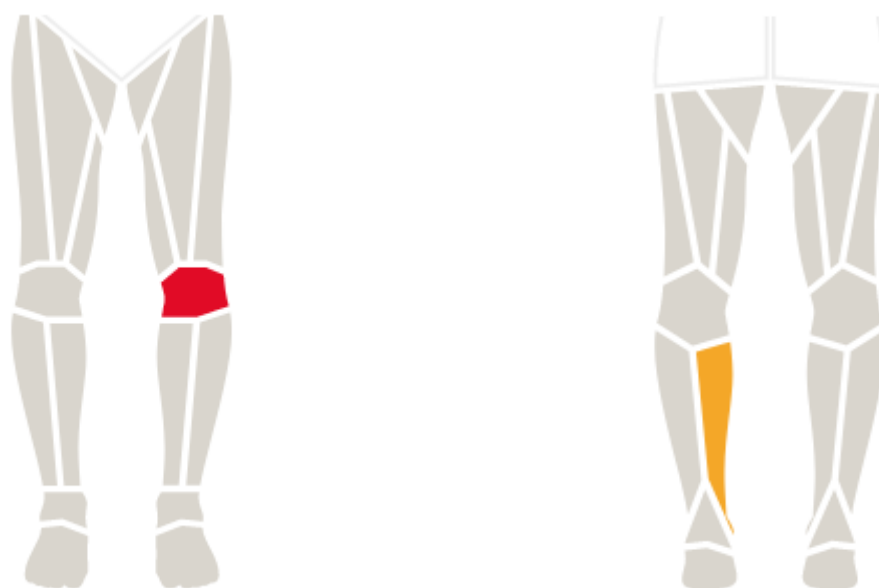
Zentzu horretan, honako hau finkatu da: intereskoak diren esparru (ROI) kontralateralen arteko asimetria 0,3°C-ren gainetik badago anormal bezala kontsideratu beharko genukeela (Arnaiz-Lastras et al., 2014). Sillero-Quintana eta laguntzaileek (2015) eginiko lanei esker, gaur egun gertatzen diren lesio gehienak lehen egunetan hipertermiarekin garatzen direla -batz besteko asimetria termikoa 0,5°C-ekoa izanik esparru lesionatuaren alde-.

TI-k irudi infragorri bidimentsionalak sortzen ditu, termograma izena hartzen dutenak (5. irudia, edota objektu edo gorputzek igortzen duten beroaren argazkiak, non azalaren temperatura neurri daitekeen (Gomez-Carmona, 2012); honela, pertsona baten balantze termikoa kuantifika daiteke eta lesio arriskuarekin lotuta dauden asimetriak identifika daitezke (Arnáiz et al., 2014), izan ere, pertsona osasuntsu batek patroia termiko simetrikoa erakutsi beharko luke (Sampedro et al., 2012), homeostasiaren printzipioak esaten duenez.



5. Irudia. Futbol jokalaria profesional baten beheko gorputz-adarren aurreko zein atzeko zatiko termograma (Thermo Human), termografia infragorrien bidez lortua. Iturria: FLIR T530 kamerarekin lortua (FLIR® Systems, Suedia).

Kamaren gehiengoak software bat dute zeinak irudiak manualki analizatzen ahalbidetzen duten, baina ikusi denez, ez fidagarritasun handiz. (Fernández-Cuevas et al., 2016). Merkatuan badira softwareak gizakien irudi termikoen analisi automatikoak egiten dituztenak, denbora eta fidagarritasuna irabaziz, eta gainera, irudi hauen bisualizazio eta interpretazio eraginkor bat erraztuz (6. irudia). Adibidez, ThermoHuman softwareak (Fernández-Cuevas et al., 2017) 98 intereseko esparru (ROI-ak) identifika ditzake segundo gutxitan, anatomia guztiaren asimetria termikoak detektatzen dituen bitartean.



6. Irudia. Thermo Humanek termografia infragorri eta haien software-aren bitartez lortutako errepresentazio grafikoa (ROI-ak).

### **3.5.1.- Erabilerak**

Gaur eguneko TI-ren aplikazio guztietatik, hiru azpimarra genitzake, zeinak lesio baten existentziaren gainean jarduten duten: lesio gabeko subjektuak behatzen baditugu, helburua lesioen prebentzioa izango da; tamalez, lesio baten existentzia balego, diagnosi prozesuan lagun lezakete termografia infragorriek; azkenik, honen ostean, TI bereziki interesgarria izango da lesioaren jarraipen eta sendatzean (Fernandez, 2019).

#### **3.5.1.1.- Prebentzioa**

Gomez-Carmona (2012) lesioen prebentzian, desoreka muskularren detekzioan eta entrenamenduaren kargak duen erantzun termikoaren kuantifikazioan, TI-ren balioa erakusten aitzindaria izan zen. Honen erabilera Espainiako talde profesional baten bi aurre denboraldian eman zen, ezberdintasun bakarra bigarren aurre denboraldian TI-aren erabilera izan zen; honek, %70-ean lesioen intzidentzia jaitsi zuen, eta %90-ean lesioetatik emandako baja egunak jaitsi zituen.

Ikerketa honetan ikus genezake nola TI tresna oso garrantzitsua den prebentziorako, profesionalak direla helburu hori betetzen dutenak ahaztu gabe, ez TI-k bere baitan. Horretarako, beharrezkoa da subjektuen ebaluazio periodiko bat ematea, protokoloa jarraituz (normalean entrenamendu edota tratamenduaren aurretikoa) eta alarmak aurkitzeko kasuan interbentzio plan bat erabakiz, karga

jaisteko edota tratamendu indibidualizatu bat ezartzeko. Protokolo honi dagokionez, Côte eta laguntzaileek (2019) honako pausu hauek finkatzen dituzte:

- 0,5°C-1.0°C arteko asimetria termikoak: prebentziozko neurriak hartuko dira, kirolariak lesio sintomak aurkeztu ez baditu ere, batez ere balore hauek gorako joera erakusten badute aurreko neurketekin alderatuz.
- 1.0°C-1.5°C arteko asimetria termikoak: lesio arrisku altu bezala hartzen da eta karga guztiz murrizten da, batez ere balore horiek 1.5°C baina gehiagora iristen badira.

Bere aldetik, Gomez Carmona (2012)-k hurrengo atentzio eskala finkatu zuen futbolari profesionaletan:

- < 0,4°C = Normala
- 0,5° - 0,7°C = Jarraipena.
- 0,8° - 1°C = Prebentzioa.
- 1,1° - 1,5°C = Alarma.
- > 1,6°C = Larritasuna.

Halaber, garrantzitsua da ulertzea asimetria guztiek ez dutela lesioa erakusten, ezta lesio guztiek asimetria termikoa erakusten dutela ere. Gainera, gizakiengan termografia erabiltzearen muga garrantzitsuenak honako hauek dira: azalaren tenperatura eta honen ingurunean ematen diren faktoreen kantitatea eta emaitza termografikoak analizatzeko ditugun teknikak (Fernández-Cuevas et al., 2015). Honegatik, ezinbestekoa da TI beste tresna baten modura ezartzea, azkarra, objektiboa eta ez inbasiboa izategatik nabarmentzen dena, eta Ekstrand eta laguntzaileek (2018) esaten duten bezala, departamentu eta profesionalen arteko komunikazio eta kooperazioa beharrezkoak izango dira.

### **3.5.1.2.- Diagnostika**

TI-ren erreputazioak min handia pairatu du hau patologien diagnostika egiteko tresna bakar bezala erabili denean, batez ere bular minbiziarenean (Moskowitz et al., 1976). TI-en erabilgarritasuna frogatua izan bada ere patologia erreumatiko, diabetiko eta baita hepatikoetan (Lahiri et al., 2012), kasu gehienetan azterketa termikoa beste froga mota batzuekin erabiltzea gomendatzen da, zeinak diagnosi espezifiko eta sentikorragoak emango dituzten. Bestalde, egia da ere TI-k beste froga batzuk (hala nola, X izpiak edo erresonantzia magnetikoak) baina azkarrago eta ekonomikoago izategatik gailentzen dela, eta biziki errazten du emaitzak kuantifikatu eta objektibatzea (Arnaiz-Lastras et al., 2014). Honegatik azkartasun eta merke izate hori tresna erabilgarri bezala ulertzen dugu lesio edo patologia baten izaera finkatzeko; froga garestiago, motelago eta inbasiboekin ebaluatu baina lehen.

### **3.5.1.3.- Lesioen jarraipena**

Azkenik, lesio baten aurrean, TI-k lesio batek errekonferentzia prozesuan eragiten dituen asimetriak bisualizatu eta kuantifikatzea baimentzen du, eta honela minutako esparru horren eboluzioa gertutik jarrai genezake balore normaletara bueltatu arte (Fernandez, 2019).



Zentzu horretan, badira zenbait lan, Piñonosa Cano-rena (2016) bezalakoak, zeinak TI-en erabilgarritasuna analizatzen duen aurreko lotailu gurutzatuaren haustura bezalako lesio eta operazio baten jarraipenean. Lan hau bereziki interesgarria da, izan ere, temperatura eta asimetria termikoen eboluzioa deskribatzen du errehabilitazio prozesuan eta handik 18 hilabeteetara, non lesio aurreko indize normaletara bueltatzen den. Eraitza hauek bere erabilgarritasunari buruz hitz egiten dute, batez ere lesionatu den esparru baten errehabilitazio prozesuaren eboluzio zuzena aztertzeko, eta baita errehabilitazio prozesuan gorputzeko beste esparru batzuetan ematen diren lesio arrisku eta desorekak kuantifikatzeko. Informazio hau oso garrantzitsua da, bai ikuspuntu kliniko batetik, eta baita berregokitze eta kirol eremuan ematen diren lehietara bueltatzeko orduan (Fernández-Cuevas et al., 2017).

## **4.- METODOA**

### **4.1.- Sarrera**

Ikerketa hontan futboleko talde profesional baten 24 jokalarik hartu dute parte, non 4 hilabetez, Azaro hasieratik Otsail bukaera arte, astean 2 egunetan, Astelehen zein Ostegun, argazki termografikoen neurketak egiten ziren. Datuen neurketak beti goizean goiz egiten ziren eta hauek lortu ostean ThermoHumanen softwaren bitartez aztertzen genituen, ondoren azalduko den modura alarma batzuk ezarriz. Gainera, taldeko fisioterapeuta zein prestatzaile fisikoak astero jokalarien inguruko informazio pasatzen ziguten. Aipatu beharra dago ere, lesionatuak zeuden jokalaria ez zirela etortzen argazkiak ateratzera.

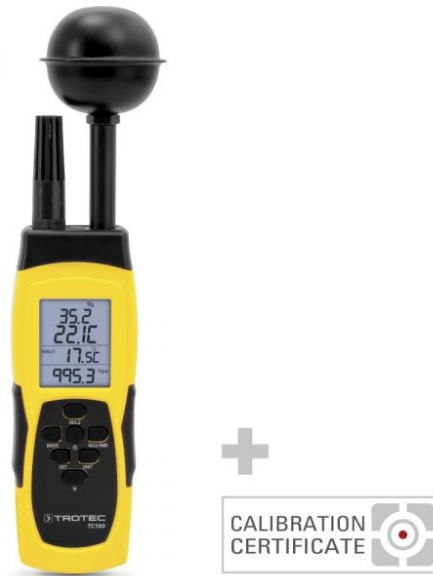
Guztira 28 egunez atera genituen argazkiak, hauetatik lehen hamarrak jokalarien perfil termikoak sortzeko erabili genituen batez ere. Ikerketa honetan ez da inongo interbentziorik egingo, termografia nola erabiltzen den azaltzeko erabiliko da eta honen praktikotasuna azaltzeko baizik.

### **4.2.- Lagina**

Lagina eliteko futbol talde baten 24 jokalariz osatua dago, zeinak batz bestea  $21,6 \pm 3,4$  urte dituzten. Bai jokalariek, zein taldeko mediku eta *staff* teknikoak ikerketaren inguruko informazio jaso zuten, onura eta arrisku posibleak barne, eta haien onespena eman ziguten proiektua gauzatu ahal izateko.

### **4.3- Datuen eskuratzea**

Datuen lorpenen prozesuan, taldeak gela huts eta apropos bat prestatu zigun non neurketa guztiak egin genituen. Trotec Tc100 termohigometroaren (7. irudia) bitartez, egunero gelan zegoen tenperatura eta hezetasun erlatiboa kalkulatu genuen. Honen bitartez neurtu genuen bi aldagai hauek egonkor mantendu zirela neurketetan zehar.



7. Irudia. Tenperatura zein hezetasun erlatibo jasotzeko erabilitako termohigometroa, Trotec Tc100.

Jokalariei eta *staff* teknikoari proiektua aurrera ateratzeko bete beharreko jarraibeak azaldu genizkion, hala nola, jarduera fisikorik ez jorratzea argazki termografikoen aurreko orduetan, ordu hauetan dutxarik ez hartzea, kafeina, alkohol eta medikamendurik ez hartzea ezta krema, gel, espraik ematea ahal izatekotan. Aurreko egunetan eguzkirik ez hartzea ere eskatu zen.

Argazkiak termografikoak ateratzeko erabili zen modeloa FLIR T530 (FLIR® Systems, Suecia; 8. Irudia), zeinak 320x240-ko (76800 pixel) bereizmen termografikoa duen, 30 Hz-ko iruendien maiztasuna, tenperatura tartea -20°C-tik 120°C bitarte eta <30 mK-tik 30°C bitarteko sentsibilitate termikoa.



8. Irudia. FLIR T530 kamera termografikoa, ikerketa gauzatzeko erabili genuena (FLIR® Systems, Suecia).

Argazkiak ondo atera ahal izateko tripode bat erabili genuen, honela datuen neurketan kamera termografikoa ez zen mugituko, emaitza egokiagoak lortuz. Tripodea step batetik 2,3 metrora kokatua zegoen (9. Irudia), zeinak plataformaren funtzio beteko zuen, jokalaria ezin da lurrarekin kontaktuan egon neurketa ematen den bitartean eta.



9. Irudia. Taldeak utzi zigun gunearen argazki bat, gainera kamera, tripode zein step-a ikusi daiteke.

Argazkiak beti goizean goiz atera genituen Astelehen zein Ostegunetan, hain zuzen ere 9:00-etatik 10:20-ra bitarte. Jokalariak beraz, datuen neurketan aurretik ez zuten inongo jardura fisikorik egiten, instalakuntzetara iritsi bezain pronto etortzen ziren gelara. 9:00-ak baino 15 minutu lehenago kamera prest zegoen beti, minutu batzuk lehenago piztuz gero zehaztasun handiagoarekin egiten du lan eta. Esan bezala, jokalaria instalakuntzetara iristean gelara etortzen ziren datuak neurtzeko, normalean banan-banan iritsiz edo asko jota 2-3ko taldeetan. Jokalariak argazkiak atera aurretik, galdetegi erraz bat bete behar zuten (10. Irudia). Bertan, asteko eguna, Astelehen edo Osteguna idatzi behar genuen, zein ordutan egiten genuen, neurketaren data zehatza, Trotec Tc100 termohigometroaren bitartez ateratako tenperatura eta hezetasun erlatiboa eta azkenik profil termikoa, hau da, astelehenetan asteburuko partidatik zenbat ordu pasa diren, honenbestez datu hau positiboa izango da eta Ostegunetan partidarako zenbat ordu falta diren apuntatu behar genuen, datu hau beraz negatiboa izango da. Partida ez zegoen asteburuetan ez genuen hutsune hau betetzen Ostegunetan eta Astelehenetan azken entrenamendutik pasa diren orduak jarriko genituzke. Honekin batera, jokalarien izenak daude jarrita galdetegian eta hauek, beraiek izenaren lerroan honako datu hauek bete behar zituzten; azken saioko intentsitatea 0-tik 10-era, partida izan bazen partidakoa eta entrenamendua izan bazen entrenamendukoa, errekupeazio maila azken sesiotik 0-tik 10-era eta azkenik jokalariaren egoera termografikoa aldatu dezakeen faktorerik jaso



		3	
		Dolor	
		SI (¿Dónde?)	NO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

11. Irudia. Jokalariei argazkiak atera bitarte ebaluatzaileak bete beharreko galdetegia; jokalarien ordena eta minik duen hala ez jakiteko (izatekotan no duen ere markatuz).

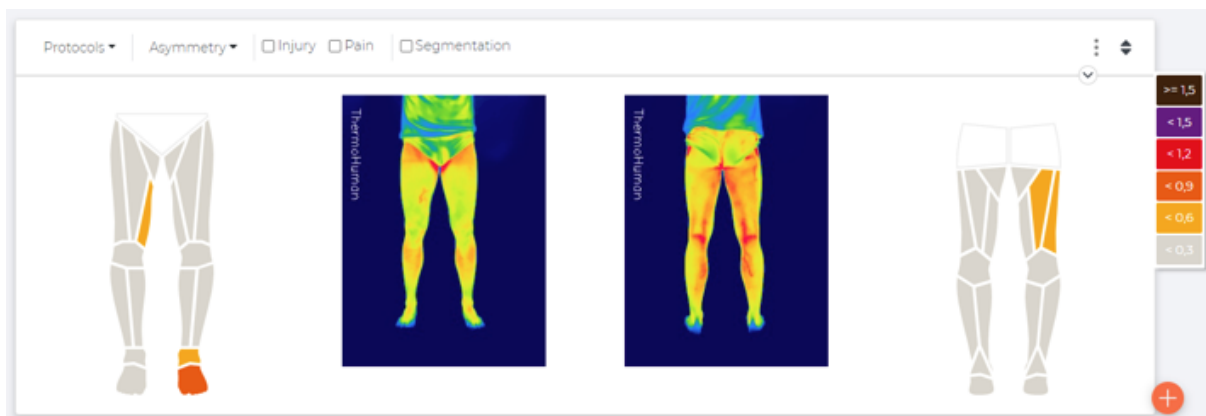
#### 4.4.- Analisirako erabilitako tresna

Lortutako termogramak ThermoHumanen softwarearen bidez aztertu ziren (ThermoHuman, España), teknologia honen aplikazioaren aitzindari den enpresa, software propio duena irudien analisi eta prozesamendurako. Software hau online bidezkoa da eta gizakien irudi termikoen analisirako espezifikoa ere. Era automatizatu batean gorputz osoko 98 intereseko gune (ROI) identifikatzen ditu,

era azkar batean jokalarien egoera termikoaren inguruko informazio azkar eta bisualak eskainiz, asimetriak eta kontrolatu beharreko guneak zehaztuz.

Ateratako argazkiak software-ra igotzen ditugunean honek hauen inguruko informazio desberdina eskaintzen digu. Termogramaz gain, hau da, ateratako argazkia, errepresentazio grafiko bat erakusten digu eta honen bitartez datu desberdinak eskainiz. Hona hemen datu desberdin horiek;

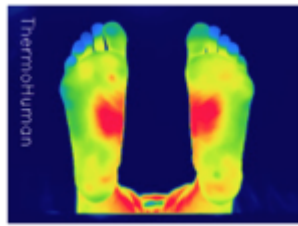
- Asimetria termikoa edo batz besteko tenperaturen asimetria termikoa (“asimetria” bezala irudikatua ThermoHumanen eta honela egingo diogu erreferentzia); balore honek gorputzeko atalen batezbesteko tenperatura alderatzen du beste aldeko atal berdinekin. ThermoHumanek kolore-eskala bat du begi hutsez errepresentazio grafikoan desoreka termikoak modu erraz batean ikusi ahal izateko. 12. irudian, eskuineko alboan ikusi dezakegu eskala hori, non 0,3°C-tik beherako asimetriek ez duten kolorerik, 0,3°C-tik 0,6°C bitartekoek kolore horia hartzen duten, 0,6°C-tik 0,9°C-ra kolore laranja, 0,9°C-tik 1,2°C-ra gorria, 1,2°C-tik 1,5°C-ra morea eta 1,5°C-tik gorako asimetriek kolore beltza hartzen dute. Komenigarria da metrika hau erabiltzea lehengo ebaluaketetan, era orokor batean bi atalen arteko tenperatura diferentziak ikusteko.



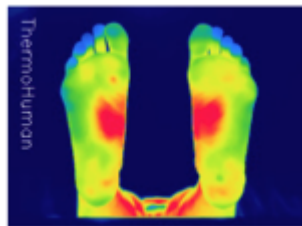
12. Irudia. Futbol jokalaria baten beheko gorputz adarraren errepresentazio grafikoa eta termogramak ebaluazio batean zehar.

- Asimetria termiko maximoak (ThermoHumanen “asimetria (Max)” bezala izendatua); metrika interesgarri bat da. Aurreko metrikaren printzipio berbera jarraitzen du, baina gune konkretu baten tenperatura maximoak datuak alderatuz beste alboko gune berdinarekin. Lehengo bi asimetria metrika hauek emaitza antzekoak ateratzen dituzte.

Metrika hau bereziki erabilgarria da azalaren tenperaturaren igoera lokalizatu eta garrantzitsu bat ematen denean (puntu bero edo “hot spot” bezala ezagutzen dena) baino ez duenean ROI guztian eragiten eta zenbait kasutan ez du batezbesteko asimetria termikoaren bitartez alarrik markatzen. Hurrengo adibide honetan ikus daiteke papiloma birusarengatik kalteturiko oin batzuk (eskuin metatarsoko lehen giltzadura). 13. irudian, batezbesteko asimetriaren metrikarekin ezker oinean ez dugu arazorik detektatzen, baino asimetria termiko maximoaren bidez (14. irudia), ezker oinean asimetria nabarmen bat markatzen digu (morea 1,2°C-1,5°C)



13. Irudia. Batezbesteko asimetriaren bitartez futbol jokalarri baten oinak eta honen termograma ere.



14. Irudia. Futbol jokalarri baten termograma eta asimetria termiko maximoaren bitartez honen errepresentazio grafikoa.

- Neutralizatutako asimetria; “asimetria guztiek ez dute lesio bat dagoenik baieztatzen”, esaldi hau askotan entzuten da arlo honetan. Neutralizatutako asimetria arazo honetan laguntzen digun metrika bat da, asimetria termiko konkretu bat garrantzitsua den edo ez identifikatzen lagunduz.

Nahiz eta Uematsuk eta beste zenbait autorek 1988. urtean asimetria termikoak aurkitzea normala ez denik baieztatu zuten, kasu askotan  $0,3^{\circ}\text{C}$  asimetriak (eta zeinbait kasutan askoz ere altuagoak ere) ikusten ditugu minik, molestiarik edo lesiorik gabeko guneetan. Argazki soil batekin oso zaila da bereiztea, baino jarraitasunez pertsona berdina ebaluatzeko aukera izateko kasuan era errazago batean bereiztuko dira asimetriak eta hauen garrantzia. Horretarako daukagu metrika hau, zeinak beharrezkoa duen aurretiko ebaluazio batzuk izatea, lesio eta minik gabekoak, jokalarri bakoitzaren ROI-en batz besteko historikoen bitartez atalase indibidual lokalizatua ezartzeko. Era errazago batean, profil termiko indibidualaren konstrukzioa. Honenbestez, neutralizatutako asimetriak jokalarrien ezaugarri termikoak izango ditu kontuan eta ez ditu aurreko metrikan ikusi dugun bezala asimetria orokorrak azalduko, baizik eta indibiduoaren perfil termikoaren arabera izango dira. Honela, jarraitasun bat dagoen ebaluaketetan, kasu honetan bezala, komenigarriagoa da metrika hau erabiltzea, indibiduo bakoitzaren ezaugarriak izango dituelako kontuan. Beraz, alarmak ezartzerako garaian batez ere metrika honetan zentratuko gera eta ez aurretik azaldutako “asimetrian”.

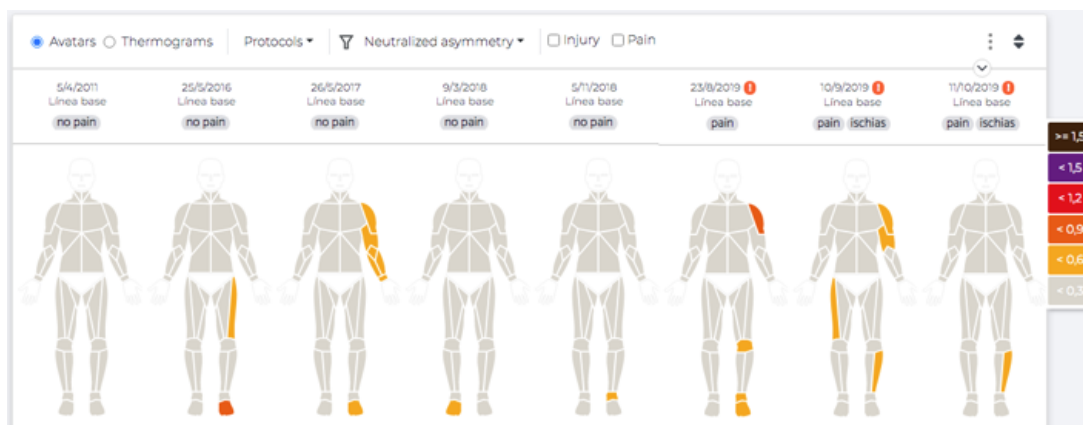
Hurrengo adibidean (15. Irudia), jokalarri baten eboluzioa ikusi dezakegu non modu konstante batean asimetria markatzen duen bere ezkerreko belaunean. Minik, molestiarik, lesiorik edo bestelako faktore kaltegarririk ez duenez, neutralizatutako asimetria erabiltzen dugunean (16. Irudia), asimetria soilik seigarren ebaluazioan agertzen da. Honenbestez, jokalarri honek beti du joera ezkerreko belauna beroago izateaz eta horregatik asimetria metrikan agertzen da honela beti, baina neutralizatutako asimetriak jokalarrian profil termikoak kontuan hartzen



dituenez ez du asimetriarik markatzen, bere ezaugarri termikoa delako. Soilik 6. ebaluazioan markatzen du, honetan asimetrian ere ikus dezakegun bezala belauaren temperaturak dezente gora egiten duelako.



15. Irudia. Asimetria metrika erabilia futbol jokalarari bati egindako ebaluazioa 8 saio desberdinetan.



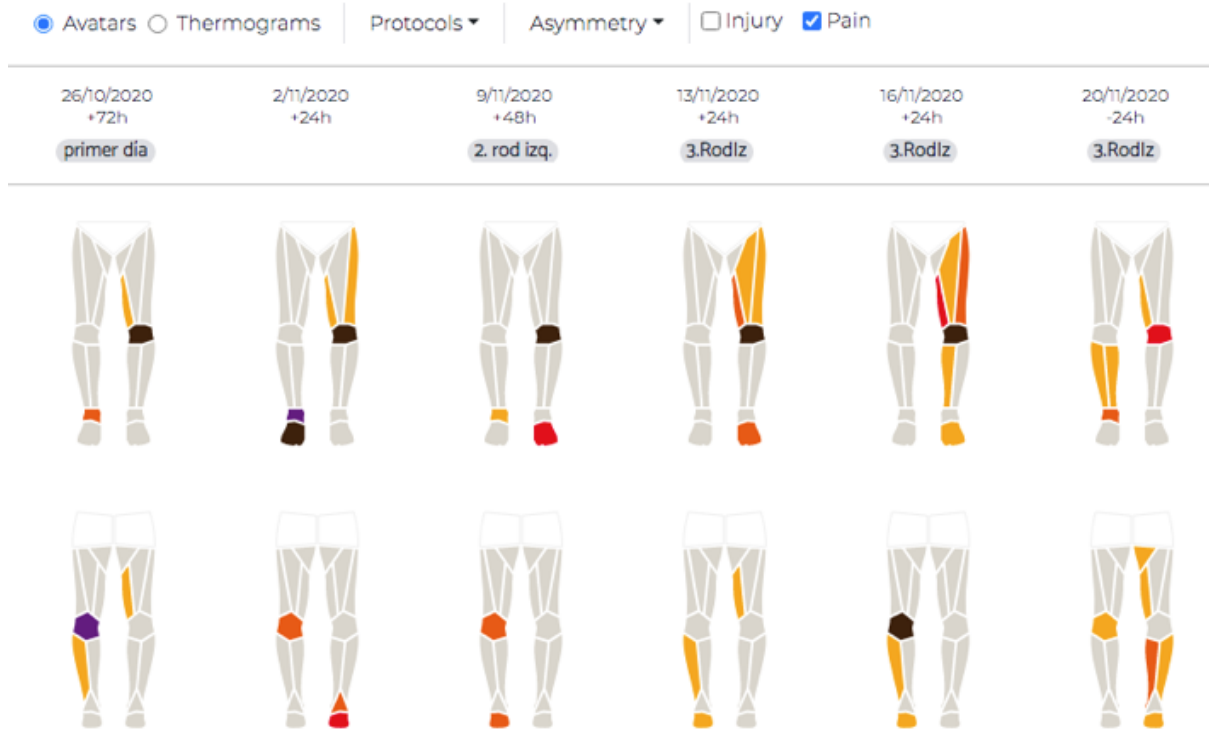
16. Irudia. Aurreko irudian ikusi dugun jokalarari eta ebaluazio berdinetan baino neutralizatutako asimetria erabiliz.

- Bariantza koefizientea

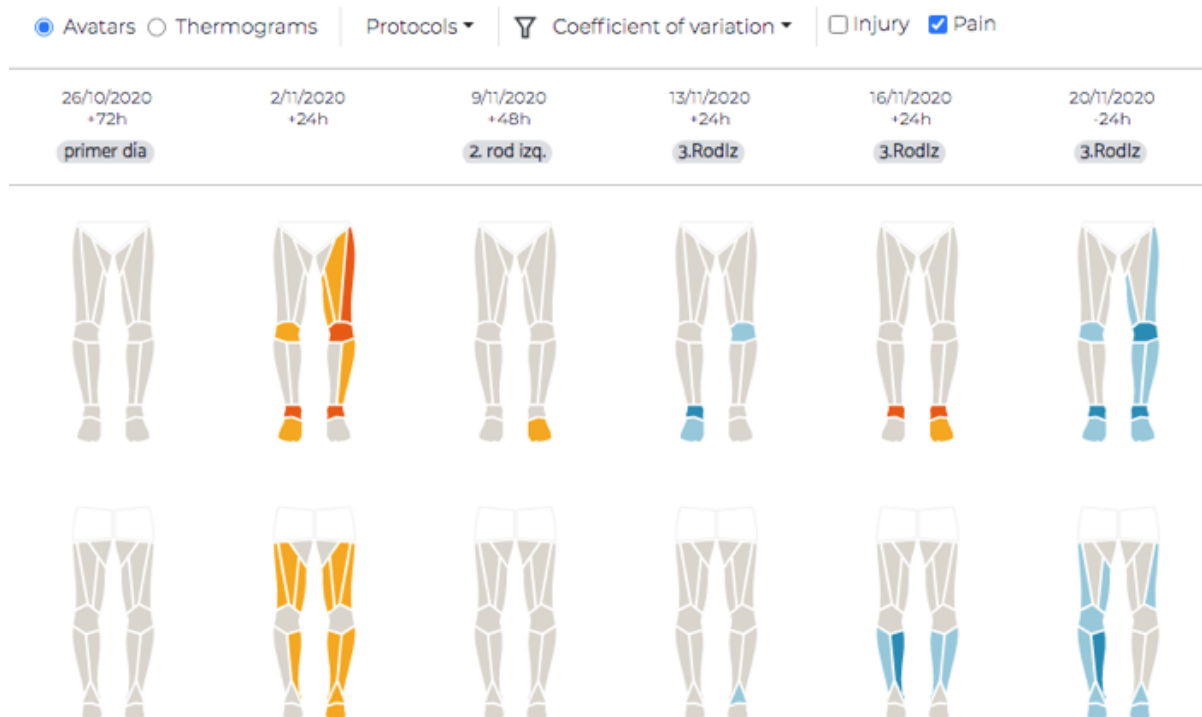
Asimetria soilik erabiltzeak (bai bataz bestekoena, maximoa edo neutralizatua) bi oztopo nagusi ditu: lehenik eta behin, arazo bilateralak ezin ditu detektatu; eta bestetik, gune beroenean zentratzen gara beti, baino ez dakigu asimetria alarma markatu duen gune hori berotzen hari den edo beste aldekoa den hozten ari dena eta horregatik besteak markatzen du temperatura altuagoa.

Bariantza koefizientea arazo honi aurre egiteko metrika perfektua da eta asimetrien metrikekin elkarren osagarri izateko. Neutralizatutako asimetriarekin gertatzen den bezala, bariantza koefizienteak ere termograma bat baino gehiago behar ditu jokalarriaren profil termikoa sortzeko. Intereseko gune baten joera termikoa analizatzeko aukera ematen digu gune bilateralak eta temperatura absolutua alde batera utziz. Metrika hau minik, molestiarik, lesiorik eta influentzia gabeko faktorerik gabeko ebaluaketetan batezbesteko temperatura historikoa eta intereseko gune bakoitzaren desbideratze tipikoak hartzen ditu kontuan.

Hurrengo adibidean, lehenik eta behin futbol jokalaria baten neurketen jarraipen bat ikusiko dugu, asimetria metrika erabilita (17. Irudia). Oso argia da ezker belaunean ematen den asimetria termikoa, baina bariantza koefizientea erabiliz gero (18. Irudia), ikus daiteke era argi batean bigarren sesioan orkatila eta belaunak berotzen ari direla (asimetria alde batera utziz). Laugarren saioan, ezker belauna eskuinekoa baino beroago dago asimetriari erreparatuz eta bariantza koefizientearekin ebaluazio osatuz, joera hipotermiko bat erakusten digu, hau da, ezker belauna beroago dago baina hozten ari da.



17. Irudia. Futbol jokalaria bati 6 neurketa desberdin ThermoHumanen asimetria metrika erabilita.

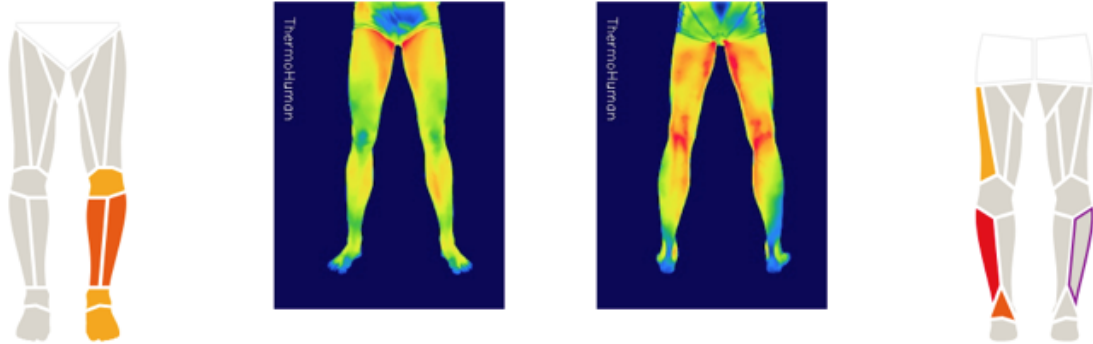


18. Irudia. Aurreko irudiko jokalarari eta ebaluazio berdinak baina bariantza koefizientearen metrika erabilia.

Hau faktore gako bat da ehun desberdinen termorregulazio prozesuak ulertu ahal izateko, bariantza koefizienteak esaten digulako asimetria konkritu bat gune hori temperaturaz igotzen ari delako ematen den, kontrako gunea hozten ari delako edo bi fenomenoak aldi berean. Honen adibide praktiko bat lesio muskularretan ikus dezakegu: kasu gehienetan asimetria bat aurkitzen dugu baino lesio eman den kontrako aldean. Honako hau ThermoHumanek asimetria ematen den kasu guztietan bi aldeetatik gunerik beroena markatzen duelako ematen da, baino horrek ez du esan nahi arazoa beti alarma edo tenperatura altuagoa markatzen duen gunean dagoenik.

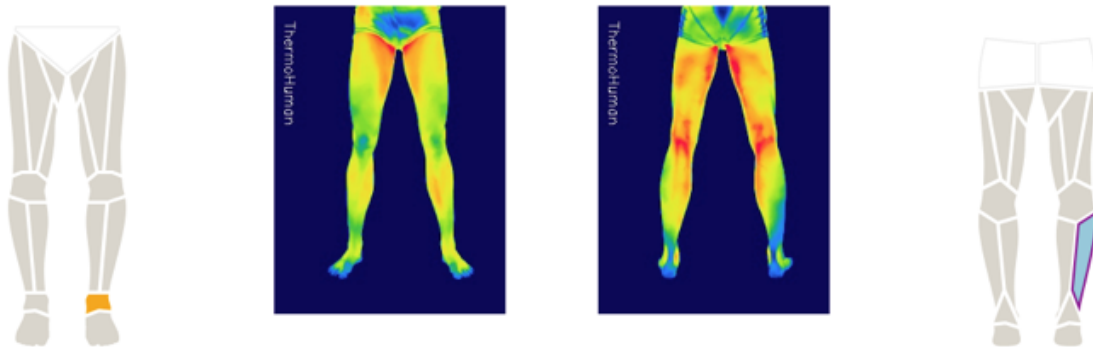
Hurrengo adibide honetan ikus dezakegu era argi batean orain azaldu dugun kasua. Neutralizatutako asimetriaren bitartez (19. Irudia) ikus dezakegu asimetria ezker bikian markatzen duela baino bariantza koefizienteari erreparatuz (20. Irudia), oso garbi ikus dezakegu ezkerreko bikiak tenperatura altuagoa duela eskuinekoa hozten ari delako. Gainera, morez inguratutako guneek jokalaririk gune horretan mina dutela esan digulako da. Adierazpen grafikoaz aparte, termograman oso erraz ikus daiteke eskuineko bikiak prozesu hipotermiko bat ematen ari dela.

Protocols ▾ Neutralized asymmetry ▾  Injury  Pain  Segmentation



19. Irudia. Futbol jokalarri baten beheko gorputza ataleko neurketa bat neutralizatutako asimetriaren metrikaren bidez.

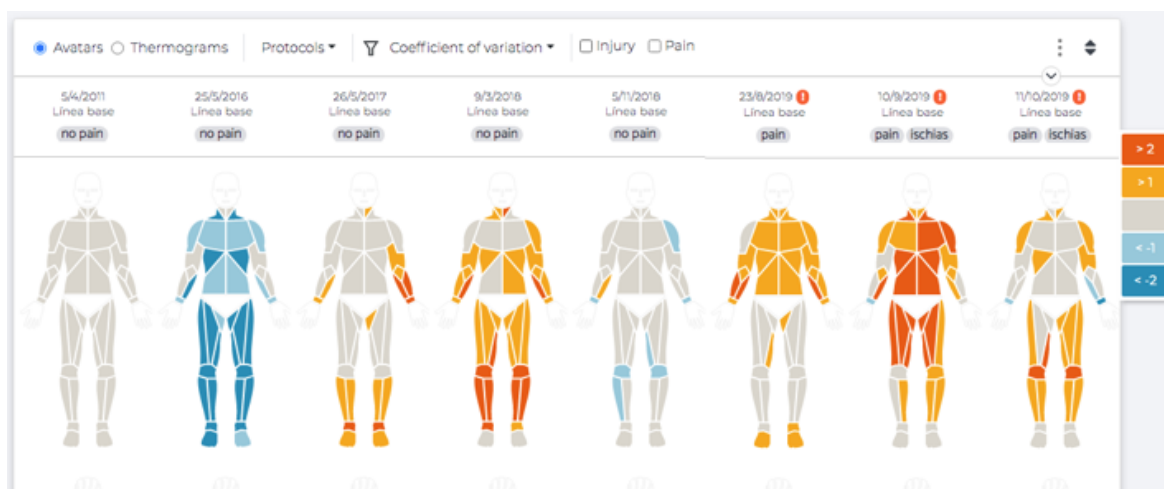
Protocols ▾ Coefficient of variation ▾  Injury  Pain  Segmentation



20. Irudia. Aurreko irudian ikusi dugun ebaluazio eta jokalarri berdina bainabariantza koefizientea erabiliz.

- Leunduriko bariantza koefizientea

Zenbait kasutan bariantza koefizienteak muturreko joera erakuts ditzake. Hurrengo adibidean ikus dezakegun bezela (21. Irudia), bariantza koefizienteko emaitzek muturreko joera hotz eta beroak erakusten dizkigu ebaluazio batetik bestera.



21. Irudia. Muturreko bariantza koefizienteko emaitzak markatzen dituen, futbol jokalaria baten, hainbat adierazpen grafiko.

Adibide hau neurketa batetik bestera denbora luzea pasa den jokalaria baten kasua edo kanpoko baldintza desberdinekin (tenperatura aldaketa handiak ingurunean) eman dena izan daiteke, aldaketa orokor eta oso handiak sortuz gorputz osoan, 21. irudian ikus daitekeen bezala. Honelako arazoak ekiditeko, leunduriko bariantza koefiziente erabiliko dugu, zeinak azalaren tenperatura igoera edo jatsiera orokorra kentzen duen, aldaketa garrantzitsua eman den gune horiek nabarmentzeko.

## MÉTRICAS THERMOHUMAN

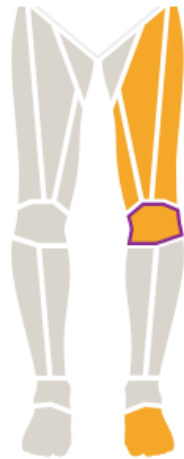


22. Irudia. ThermoHumanen dauden metrika desberdin guztien azalpen labur bat.

Hona hemen (22. Irudia), orain azalduko metrika guztien laburpen txiki bat. Non asimetria termikoetan eta bariantza koefizienteetan ematen diren kolore-eskalak bereiz ditzakegun. Asimetriaren

kolore eskala batuz besteko asimetriarekin azaldu dut, bariantza koefizientearen kolore eskalari dagokionez, +2°C baino gehiago direnean kolore laranja, +2°C eta +1°C bitarte direnean kolore horia, +1°C eta -1°C bitarte kolorerik gabe, -1°C eta -2°C bitarteko kasuek kolore urdin argia izango dute eta 2°C-tik beherakoek kolore urdin iluna. Gainera, batuz besteko asimetria eta asimetria termiko maximoak azterketa puntaletarako erabiltzen direla esaten digu eta gainontzeko hiru metrikek ebaluazio jarrai baten beharra dutela.

Horrez gain, ThermoHumanen funtzionamenduan garrantzitsua da jakitea lesioak eta minak markatu daitezkeela. Jokalariak lesioak non izan dituen jakitea garrantzitsua da, etorkizunean hauek pasa ondoren, nola bilakatzen doazen ikusteko eta minak markatzea ere oso garrantzitsua da, honela termograma zein adierazpen grafikoak aztertzerako garaian guneei garrantzia emango diegu. Lehen adibide batean ikusi dugun bezala, mina sentitzen duten guneei eta egunetan guneei konkretu hori morez inguratzen da (23. Irudia). Gainera mina adierazteaz gain honen inguruan hauek 1-etik 10-era markatu ziguten intentsitatea ere sartzeko aukera ematen digu software-ak.



23. Irudia. Eskuineko belaunean mina sentitzen duen jokalariren errepresentazio grafikoa ThermoHumanen software-aren bitartez.

#### **4.5.- Prestatzaile fisiko zein fisioterapeutak eginiko interbentzioak**

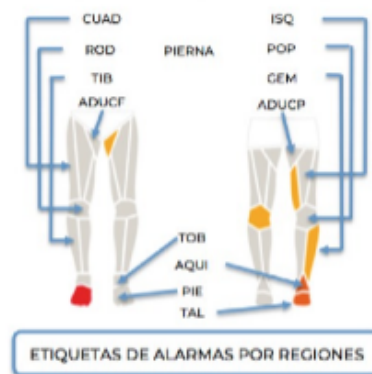
Astero taldeko prestatzaile fisiko zein fisioterapeuten interbentzio mailak jasotzen genituen 24. irudian agertzen den taulan. Alde batetik, prestakuntza fisikoari dagokionez 6 maila desberdin bereiztu genituen; “0- entrenamendu normala”, “1- jokalaria jarraipenean dago baino interbentziorik gabe”, “2- kargaren murrizketa edota tratamendua jasotzen ari ziren jokalariak”, “3- Entrenamendu edo lehiaketatik aldentuta”, “4- Kontakturik gabeko lesioak” eta “5- kontaktuarekin sortaturiko lesioak”. Taldeko prestatzaile fisikoetako batek beraz, jokalaririk bakoitzak zein interbentzio eduki zuen esaten zigun astero, taulan “x” bat ezarri zigokion lekuan. Gainera, jokalaririk 0 ez den zenbaki bat izatekotan zergatia azaldu digu; lesionaturiko edo mindutako gunea, aldea (ezkerra, eskuina edo biak) eta nola eman den. Bestetik, fisioterapeutak izan zituen interbentzioak azaltzen zizkigun astero ere, 2 maila desberdinekin, “2- Tratamendua edota entrenamenduaren kargaren murrizketa” eta “3-



- Alarma maila 0 denean, ez dago entrenatzeko arazorik, jokalaria normaltasunez ekingo du eta prest dago.
- Alarma maila 1 denean, asimetria bat dagoela jakinarazi behar dugu eta jarraipen bat egin baino printzipioz karga aldatu gabe.
- Alarma maila 2 denean, jokariaren jarraipen zuzen bat egin behar da, karga gutxitu edota tratamendu osagarri bat prestatu honentzat.
- Alarma 3 denean, jokalaria entrenamendua utzi behar du edota balorazio mediko bat pasa behar du alarma maila konfirmatzeko. Jokariaren jarraipen zuzen bat egin behar da asimetriak duen bilakaera ikusteko.

Jokalari bakoitzak duen alarma maila erabaki ondoren hauek software sistemara pasa behar dira, jokari bakoitzak duen alarma etiketa baten bidez jarriz eta zein gunetan edo gunetan duen azalduz. Ikerketa guztian zehar etiketak berdinak izan daitezzen honako laburdura hauek adostu genituen (25. Irudia).

Regiones	Abreviaturas	Izquierda	Derecha
Cuádriceps	Cuad	CuadIz	CuadD
Aductor frontal	AducF	AducFiz	AducFD
Rodilla	Rod	RodIz	RodD
Tibial	Tib	TibIz	TibD
Tobillo	Tob	TobIz	TobD
Pie	Pie	PieIz	PieD
Talón	Tal	TalIz	TalD
Aquiles	Aquí	AquíIz	AquíD
Gemelo	Gem	Gem	GemD
Popliteo	Pop	PopIz	PopD
Muslo posterior	Isq	IsqIz	IsqD
Aductor posterior	AducP	AducPIz	AducPD



25. Irudia. ThemoHumanen software-an alarmak jartzeko erabili genituen laburdurak.

Lehen metrika desberdinak azaltzerako garaian azaldu den bezala, asimetriari dagokionez, neutralizatutako asimetria izango dugu kontuan eta adibide hauetan asimetriari erreferentzia egiten diogun bakoitzean, neutralizatutako asimetriaz ari naiz. Alarma maila bakoitzeko bi adibide azalduko dira eta azkenik, termografiak lesio bat egongo zela aurreikusi zuen adibide bat.

#### 4.6.1.- Alarma maila 0

*Alarma maila 0 (berdea) izango da asimetriarik ez dagoeneak edo asimetria puntual bat dagoenean, 0,3°C-0,6°C bitarte eta gainera minik edo molestiarik ez balego.*



Alarma maila 0 diren bi adibide erakutsi eta azalduko dira. Lehengo hau (26. Irudia), egon daitekeen adibiderik garbiena eta ulertzeko errazena da. Jokalari honek ez zuen  $0,3^{\circ}\text{C}$  baino gehiagoko asimetriarik markatu beheko gorputz ataleko atal batean ere ez. Kasu honetan beraz ez dago inongo zalantzarik.



26. Irudia. Alarma maila 0-ko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.

Bigarren adibide honetan (27. Irudia) nahiz eta lehen adibidea bezain argia ez izan alarma maila 0 da. Ikusi daiteke koadrizeps ezkerren barruko aldean zein ezkerreko oinean kolore horia markatzen duela errepresentazio grafikoak, hau da, asimetriak atal hauetan  $0,6^{\circ}\text{C}$ -koak baino txikiagoak dira, hain zuzen ere  $0,43^{\circ}\text{C}$  ezkerreko izterraren kanpoko aldean eta  $0,52^{\circ}\text{C}$  oinean. Asimetria datu zehatzak ematen ditu softwareak kurtsorea atal konkretu batean jarri gero (28. irudia, kasu honetan kurtsorea ezkerreko izterraren barneko aldean dago). Honenbestez, asimetriek ez dute  $0,6^{\circ}\text{C}$ -tik pasatzen eta gune hauetan ez dago inon min edo molestiarik.



27. Irudia. Alarma maila 0-ko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.



28. Irudia. Adierazpen grafikoak markatzen dituen datu desberdinak tabla moduan, kasu honetan izterreko aurreko aldeko kanpoko aldean.

#### 4.6.2.- Alarma maila 1

*“Alarma maila 1 (horia) izango da asimetria 0,3°C eta 0,6°C bitartekoa denean, arrisku altuko guneetan edota min edo aurretiko lesioak daunean. Arriskuko gune bezela, koadrizepsak, iskiotibialak, aduktoreak zein belauinak hartu ditugu. Edo 0,6°C-0,9°C bitarte denean bestelako guneetan.”*

Hona hemen alarma maila 1eko adibide bat (29. Irudia). Irudian kolorez soilik izterrearen atzeko alde ikus dezakegu, hain zuzen ere eskuineko iskiotibiala. Asimetriak 0,34°C markatzen du gune honetan eta arriskutsua den gune bezela kontsideratu dugunez, irudi termografiko honi alarma maila 1 dagokio. Honela irudi termiko honi geratzen zaioz etiketa “1. IsqDer” delarik.



29. Irudia. Alarma maila 1-eko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.

Beste errepresentazio termografiko honek ere alarma maila 1 du (30. Irudia). Kasu honetan alarma 1 orkatilan markatu dugu. Irudi honetan zaila da honako hau identifikatzea baina adibide honetan jokalarien aurreko egunetako datuak (31. Irudia) ere ikusiko ditugu alarma maila 1 zergatik den jakiteko. Adibide honen aurretik, 22/2/2021, ikusi dezakegu orkatilak Otsailaren 8. egunean alarma 1 markatzen du asimetria 0,68°C delarik, hurrengo datu neurketan honek gora egiten du 0,79°C-ra eta alarma mailak 2ra igotzen du. Otsailak 18-an asimetriak behera egiten du, 0,45°C izanik baino jokalaria mina duela aipatzen digu (errepresentazio grafikoan ikus dezakegu ezker orkatila egun honetan kolore morez markatua dagoela, hau da, mina) argazkiak ateratzerako garaian beraz alarmak ezin du behera egin eta 2. mailan jarraitzen du. Azkenik, jarri dugun adibidean, asimetriak berriz ere behera egiten du 0,35°C-ra, alarmaren maila ere jetsiz, 2-tik 1-era. Etiketa honenbestez, “1. Toblz”.



30. Irudia. Alarma maila 1-eko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.

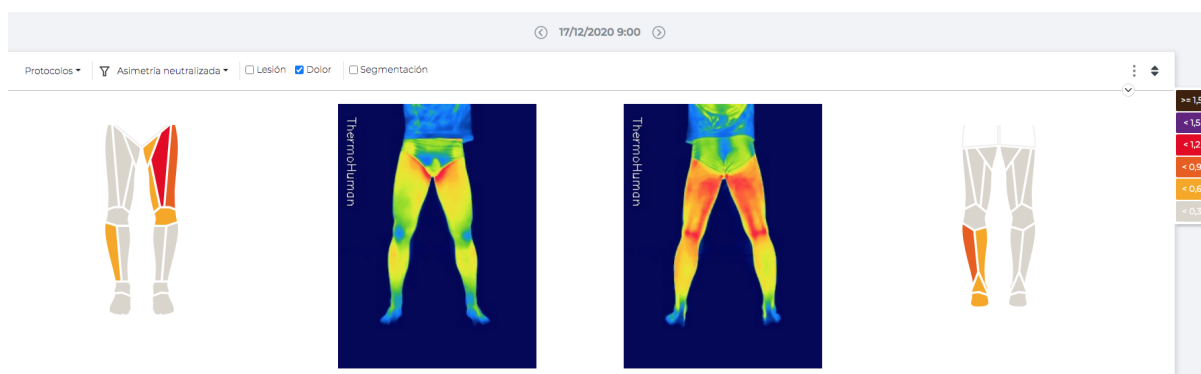


31. Irudia. Aurreko argazkiko jokalaria berdinen jarraipena 4 ebaluazio desberdinetan zehar, aukeratutako adibidea eta aurreko hiruak.

#### 4.6.3.- Alarma maila 2

*“Alarma maila 2 (laranja) izango da asimetria 0,9°C baino altuagoa denean edo bi egun jarraian asimetria igotzen ari denean asimetria hori edo laranja.”*

Lehen adibide honetan (32. Irudia) jokalariaren ezkerreko koadrizepa begiratu behar dugu. Bertan 3 kolore desberdin ikus ditzakegu, horia barruko aldean, laranja kanpokoan eta gorria erdian aldean. Kolore gorria ikus dezakegun gune honetan asimetriak 0,94°C markatzen du, honenbestez markatu ditugun baldintzei erreparatuz, 2. mailako alarma baten aurrean gaude, gainera arrisku altuko gune bezala markatu genituen guneetako bat da. Etiketa beraz, “2. Cuadlz”.



32. Irudia. Alarma maila 2-ko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.

Bigarren adibide honetan (33. Irudia) jokalari honen eskuineko berna-hezuraren fijatuko gera. Errepresentazio grafikoan ikus daiteke, gune hau laranja kolorez dagoela, hau da, 0,6°C eta 0,9°C bitarte, hain zuzen ere 0,63°C markatzen ditu. Gainera termograman fijatuz gero, era nahiko argi batean ikus dezakegu ezkerreko hankan gune konkretu batean kolore gorriak tenperaturaren igoera markatzen digula beste aldeko hankarekin konparatuz. Honenbestez, asimetriak 0,63°C markatzen duenez eta gainera ikusten dugun bezala jokalaria termografiak asimetria handiena markatzen duen gune hortan mina duela azaldu digunez, alarma mailak 2. mailakoa izan behar du. Etiketa honenbestez honako dau da; “2. TibD”



33. Irudia. Alarma maila 2-ko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.

#### 4.6.4.- Alarma maila 3

*“Alarma maila 3 (gorria) izango da asimetria ugari edo mina edota aurretiko lesioa dagoen gunean 0,9°C baino gehiagoko asimetria dagoenean. Gainera 0,9°C asimetriak 3 egun pasa ondoren igo edo mantentzeko kasuetan.”*

Jokalari honek (34. Irudia), mina zuela komunikatu zigun ezker belaunean, irudietan ikus daiteken bezala gune hau morez inguraturik dago. Morez inguratuta egoteaz aparte, hau da, mina izateaz gain termografiak asimetria altuena markatzen digu gune honetan ere. Adierazpen grafikoan morez bereizten dugu ezker belauna, hau da asimetria 1,5°C-1,2°C bitartekoa da, hain zuzen ere, 1,43°C-koa. Honenbestez, asimetria altua izateaz gain mina duenez 3. mailako alarma baten aurrean gaude, etiketa “3. Rodl3” izanik.



34. Irudia. Alarma maila 3-ko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.

3. mailako alarmen adibide honetan (35. Irudia) bi gauza oso deigarri ikus ditzakegu simple bistan. Lehena, koadrizepsean asimetria oso handia dela, hain zuzen ere kolore beltzean, 2,48°C-rekin eta bestetik, jokalaria mina duela ezkerreko koadrizepsean. Asimetriari soilik erreparatuz, arazo eskuineko koadrizepsean dagoela ulertu dezakegu, honek duelako bi izterren artean tenperaturarik altuena. Baina leunduriko bariantza koefizientea ikusiz gero (36. Irudia) behatu daiteke ezkerreko koadrizepsean gertatzen ari dela arazo posiblea. Ez da eskuineko aldea berotzen ari, baizik eta

ezkerrekoa aldean prozesu hipotermiko bat gertatzen ari da, koadrizeps hau hozten. Dakigun bezala, lesio muskularrak hipotermia prozesuarekin ematen dira, lesionatu den giharra hoztuz. Etiketa beraz, “3. CuadD” izango da. Errepresentazio grafikoaz gain, termograman oso ondo ikus daiteke ezkerreko koadrizepsak tenperatura ohiko baino baxuagoa duela.



35. Irudia. Alarma maila 3-ko adibide bat, bai errepresentazio grafiko bidez eta bai termogramaren bitartez.



36. Irudia. Aurreko argazkiko jokalaria eta ebaluazio berdina baina leunduriko baraintza koefizientea erabiliz.

#### 4.6.5.- Termografiak/Alarmak lesioa aurreikusi

Lehenko irudi honetan (37. Irudia) oso deigarria den gauza bat ikus dezakegu, ezkerreko aduktorea beltzez dago, hain zuzen ere  $1,54^{\circ}\text{C}$ -ko asimetria batekin. Hurrengo irudian (38. Irudia), leunduriko bariantza koefizientearen bidez, ikus dezakegu arazoa ez dagoela ezkerreko aduktorean, ez da hau berotzen ari, baizik eta eskuineko aldekoa da hozten ari dena, prozesu hipotermiko garbi baten seinale. Errepresentazio grafikoa begiratzeaz aparte, termograman ikus dezakegu eskuin aldeko aduktorea oso hotz dagoela gainontzeko gorputz atalekin eta batez ere garrantzitsuena dena, ezker aldekoarekin parekatuz. Gainera, leunduriko bariantza koefizienteak eskuineko aduktorea urdin ilunez markatzen du, hau da,  $-2^{\circ}\text{C}$  baino altuagoa da, datuak begiratuz hain zuzen ere,  $-2,76^{\circ}\text{C}$ -koa. Ikusi dugun bezala tenperatura jetsiera oso altua da eta honenbestez, lesio muskular bat jasateko aukerak oso altuak direla esan dezakegu, beraz etiketa garbia da “3. AducFD”.



37. Irudia. Alarma maila 3 duen jokalari baten termograma zein adierazpen grafikoa.



38. Irudia. Jokalari baten errepresentazio grafikoa leunduriko bariantza koefizientearekin eta honen termograma.

Ebaluazio hau Astelehen batean eman zen eta jokalaria Osteguneko ebaluaziora ez zen etorri lesionatua zegoelako eta (esan bezala ez dugu neurketarik egin lesionaturik dauden jokalariekin). Astea horretan prestatzaile fisikoaren interbentzioak honela zioen; “4- Rotura grado 1 adductor largo derecho”, hots, lehen mailako haustura eskuineko aduktore luzean, gainera 4. mailakoa dela adierazten digu, beraz, kontakturik gabeko lesio baten aurrean gaude. Fisioterapeutari dagokionez, honako hau esan zigun, “3 Rotura miofascial adductor largo Derecho”, alegia, haustura miofasciala eskuineko aduktore luzean, gainera 3. mailako bezala adierazten digu, beraz, tratamendua jarraitzen ari da eta entrenamendu edo lehiaketatik kanpo dago.

Ebaluazioak egiteaz bukatu genuenean, Otsailaren 25-en, taldeko medikuak sortatu ziren lesio guztien lista bat eskaini zigun, hauen inguruko informazioarekin batera; lesioaren hasiera, amaiera, baja egunak, gunea, kontaktuarekin edo kontakturik gabe izan den, jokatzeko edo entrenatzeko eta diagnostikoa. Ebaluazio hau astelehen batean eman zen (2021/02/01) eta jokalaria honek normaltasunez entrenatzeko jarraitu zuen baina lesioa asteazkenean jaso zen (2021/02/03). Beraz, kasu honetan ikus dezakegu termografiak lesio hau saihestuko lukeela, 3. mailako alarma diagnostikatzen denean jokalaria entrenamendua utzi behar duelako edota balorazio mediko bat pasa alarma maila konfirmatzeko. Honen gaineko jarraipen zuzen bat egin beharko genuke asimetriki nola bilakatzen duen ikusteko.

## 5.- KONKLUSIOA

Ikusi degun bezala teknologia hau erabilgarria izan daiteke lesioen prebentziorako. Alderdi praktikoan adibide argi bat ikusi dugu, non jokalaria baten lesioa ekidin zitekeen eta beste asko non, jokalaria mina zuen gunean, termogramak gune hortan asimetria maila handi bat markatzen zuen. Hontaz aparte, ThermoHumanen softwareak termograma hau adierazpen grafiko baten bidez erakusten digu eta koloreen bidezko eskala bat dute, alarmak ezartzerako garaian lana erraztuz. Gainera, metrika desberdin asko ditu eta hauek guztiak kontuan hartuz lana errazten digu, batez ere, jokalarien profil termikoa osatuz eta hauen ezaugarri termikoak kontuan hartuz, neutralizatutako asimetriaren bitartez.

Gainera, ikusi dugu bai arlo ekonomikoan eta errendimenduan talde batean ematen diren lesioak eragin handia dutela. Lehengo honi dagokionez, estimatzen zen elite mailako talde batek hilabetez bajaran dagoen jokalaria bakoitzeko jasan behar duen gastua 500.000€-koa dela batz bestea, gainera kontuan izan behar dugu talde batean denboraldian zehar ematen diren lesio guztien artean batezbeste 8-9 hilabeteko baja epea gainditzen dutela. Fernandez-Cuevas eta kolaboratzaileek eginiko kalkuluen arabera ere ikusi dugu, espainiako futbol profesionalean, hau da, lehen eta bigarren mailan, lesioek denboraldi batean zehar sortu zuten kostu ekonomikoa 230 milioi eurotik gorakoa izan zen. Gainera, ikerketa baten bidez ikusi ahal izan dugu, talde batek 2015. urtean lesio muskularrengatik izan zuen gastua 472.5000,00 dolarrekoa izan zela eta 2016. urtean, termografia infragorriaren erabilerarekin ordea, taldeak lesio muskularrengatik izan zuen gastu ekonomikoa 155.000,00 dolarreko izan zen, %60-a murriztuz.

Errendimenduari dagokionez, ikusi dugun bezala, txapeldunak ateratzen diren taldeak haien jokalarien erabilgarritasun haundiago izaten dute, bai partidoetan zehar emandako lesio kopuru txikiagoarekin eta bai lesioen artean baja egun kopuru gutxiagorekin, lehiaketan txapeldun ateratzen ez diren horiekin alderatuz.

Bestetik, termografia infragorriaren eta software baten baliagarritasuna eta lesioen intzidentzia gutxitzeak ekartzen dituen onurak ikusita, esan dezaekgu teknologia oso interesgarria izan daitkeela futbol profesionalean ezartzeko. Baina teknologia honek baditu bere ahuleziak, hauek ulertzeko garrantzitsua da honako hau argi edukitzea; asimetria guztiek ez dute lesiorik erakusten eta lesio guztiek ez dutela asimetria termikorik erakusten. Gainera, gizakiengan termografia erabiltzearen limitazio garrantzitsuenak honako hauek dira: azalaren tenperatura eta honen ingurunean ematen diren faktoreen kantitatea, adibidez; jokalariek aurretik eginiko jarduerak, tratamenduren bat edo soilik lekuren batean denbora luze eseritzen badira, honek tenperatura aldaketaren bat sor dezake, datuak faltsutuz, eta emaitza termografikoak analizatzeko ditugun teknikak; bai baliabide pertsonalak eta software baten laguntza.

Laburbilduz, futbol talde profesional batek errendimendura loturik dauden faktoreak hobetzeko intentzioa baldin badu, eta konkretuki taldean dauden lesioak murriztu nahi baditugu termografia infragorria teknika oso ineteresgarri bat da. Kontuan izan behar dugu teknologia honek badituela bere mugak eta horregatik ezinbestekoa da TI beste tresna baten modura ezartzea, azkarra,



objektiboa eta ez inbasiboa izateagatik nabarmentzen dena, eta taldeko departamentu eta profesionalen arteko komunikazio eta kooperazioa beharrezkoak izango da. Gainera termografiak errendimenduan hiru funtzio nagusi dituela ikusi dugu marko teorikoan eta lan honen bidez soilik honek duen funtzio nagusietako bakar bat aztertu dugu soilik.

## 6.- ERREFERENTZIAK

- Abate, M., Carlo, L. Di, Romualdo, S. Di, Ionta, S., Ferretti, A., Romani, G. L., & Merla, A. (2010). Postural adjustment in experimental leg length difference evaluated by means of thermal infrared imaging. *Physiological Measurement*, 31(1), 35–43. doi: <https://doi.org/10.1088/0967-3334/31/1/003>
- Arnaiz-Lastras, J., Fernández-Cuevas, I., López-Díaz, C., Gómez-Carmona, P. M., & Sillero-Quintana, M. (2014). Aplicación práctica de la Termografía Infrarroja en el fútbol profesional. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*(13), 6-15. [https://www.researchgate.net/publication/279447299\\_Aplicacion\\_practica\\_de\\_la\\_termografia\\_infrarroja\\_en\\_el\\_futbol\\_profesional](https://www.researchgate.net/publication/279447299_Aplicacion_practica_de_la_termografia_infrarroja_en_el_futbol_profesional)
- Bahr, R. & Holme, I. (2003). "Risk factors for sports injuries- a methodological approach." *Br J Sports Med* 37 (5): 384-92. doi: <http://doi.org/10.1136/bjism.37.5.384>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic Response and Fatigue in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111–127. doi: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.2.111>
- Bjorneboe, J., Bahr, R., & Andersen, T. E. (2011). Risk of injury in norwegian male professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 336–337. doi: <https://doi.org/10.1136/bjism.2011.084038.75>
- Côrte, A., Pedrinelli, A., Marttos, A., Souza, I. F. G., Grava, J., & José Hernandez, A. (2019). Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: pilot study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), e000431. doi: <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000431>
- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 Soccer Matches in a Week on Physical Performance and Injury Rate. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752–1758. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546510361236>
- Dvorak, J., & Junge, A. (2000). Football injuries and physical symptoms. *American Journal of Sport Medicine*, 28(5), 3-9. doi: [https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/28.suppl\\_5.s-3](https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/28.suppl_5.s-3)
- Ehrmann, F. E., Duncan, C. S., Sindhusake, D., Franzsen, W. N., & Greene, D. A. (2016). GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 360–367. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001093>
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2009). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports*

Medicine, 45(7), 553–558. doi: <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.06058>

Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226–1232. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>

Ekstrand, J., Lundqvist, D., Davison, M., D’Hooghe, M., & Pensgaard, A. M. (2018). Communication quality between the medical team and the head coach/manager is associated with injury burden and player availability in elite football clubs. *British Journal of Sports Medicine*, *bjsports-2018-099411*. doi: [10.1136/bjsports-2018-099411](https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099411)

Elis, E., Streyl, M., Linnenbecker, S., Thorwesten, L., Völler, K., & Rosenbaum, D. (2004). Characteristic plantar pressure distribution patterns during soccer-specific movements. *The American Journal of Sport Medicine*, 32(1), 140–145. doi: [0.1177/0363546503258932](https://doi.org/10.1177/0363546503258932)

Fernández-Cuevas, I., Bouzas Marins, J. C., Arnáiz Lastras, J., Gómez Carmona, P. M., Piñonosa Cano, S., García-Concepción, M. Á., & Sillero-Quintana, M. (2015). Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. *Infrared Physics & Technology*, 71(0), 28–55. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007>

Fernández-Cuevas, I., Arnáiz Lastras, J., Escamilla-Galindo, V., & Gómez-Carmona, P. M. (2017). Application of Infrared Thermography in Sports Science. In J. I. Priego (Ed.), *Application of Infrared Thermography in Sports Science* (pp. 81–109). Springer International Publishing AG 2017. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47410-6>

Fernández, I. (2019). Aplicación de la termografía infrarroja para la prevención, seguimiento de lesiones y apoyo al diagnóstico en el deporte y la salud. [https://www.researchgate.net/publication/339816234\\_Aplicacion\\_de\\_la\\_termografia\\_infrarroja\\_para\\_la\\_preencion\\_seguimiento\\_de\\_lesiones\\_y\\_apoyo\\_al\\_diagnostico\\_en\\_el\\_deporte\\_y\\_la\\_salud](https://www.researchgate.net/publication/339816234_Aplicacion_de_la_termografia_infrarroja_para_la_preencion_seguimiento_de_lesiones_y_apoyo_al_diagnostico_en_el_deporte_y_la_salud)

Fernández, I., & Escamilla, V. (2021). ¿Cómo puedo utilizar las métricas de ThermoHuman? *ThermoHuman*. <https://thermohuman.com/es/2021/01/07/como-puedo-utilizar-las-metricas-de-thermohuman/>

Fuller, C. W., Smith, G. L., Junge, A., & Dvorak, J. (2004). The Influence of Tackle Parameters on the Propensity for Injury in International Football. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(1\_suppl), 43–53. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546503261248>

Gabbett, T. (2004). Reductions in pre-season training loads reduce training injury rates in rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 743–749. doi: <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.008391>

Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>

Gomez-Carmona, P. M. (2012). Influencia de la información termográfica infrarroja en el protocolo de prevención de lesiones de un equipo de fútbol profesional español. (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid). <http://oa.upm.es/14694/>

Häggglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738–742. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092215>

Issurin, V. B. (2010). New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189–206. doi: <https://doi.org/10.2165/11319770-000000000-00000>

Lahiri, B. B., Bagavathiappan, S., Jayakumar, T., & Philip, J. (2012). Medical applications of infrared thermography: A review. *Infrared Physics and Technology*, 55(4), 221–235. doi: <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2012.03.007>

Llana, S.; Pérez, P. & Lledó, E. (2010). La epidemiología del fútbol: una revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 10(37), 22-40. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista37/artfutbol130.htm>

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 561–565. doi: <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2016.10.014>

Marins, J. C. B., Fernández-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., Fernandes, A. A., & Sillero-Quintana, Y. (2015). Revisión / Review Applications of infrared thermography in sports. A review. *Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte. Una revisión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 15(60), 805–824. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.03.027>

Marqués, J.D., Calleja, G.J., Arratibel, I., & Terrados, N. (2016). Fatiga y daño muscular: un proceso complejo. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*. [https://www.researchgate.net/publication/314239442\\_Fatiga](https://www.researchgate.net/publication/314239442_Fatiga)

McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 725–730. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>

Mónaco, M., Gutiérrez Rincón, J. A., Montoro Ronsano, J. B., Til, L., Drobic, F., Nardi Vilardaga, J., ... Rodas, G. (2014). Epidemiología lesional del balonmano de elite: estudio retrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo club. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(181), 11–19. doi: <https://doi.org/10.1016/J.APUNTS.2013.06.002>

Moskowitz, M., Milbrath, J., Gartside, P., Zermeno, A., & Mandel, D. (1976). Lack of Efficacy of Thermography as a Screening Tool for Minimal and Stage I Breast Cancer. *New England Journal of Medicine*, 295(5), 249-252. doi: 10.1056/NEJM197607292950504

Noya, J., & Sillero, M. (2012b). Epidemiología de las lesiones en el fútbol profesional español en la temporada 2008-2009. *Archivos de Medicina del Deporte*, 29(150), 750-766. <http://oa.upm.es/29402/>

Noya, J., & Sillero, M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 47(176), 115–123. doi: <https://doi.org/10.1016/J.APUNTS.2011.10.001>

Noya Salces, J., Gómez-Carmona, P. M., Gracia-Marco, L., Moliner-Urdiales, D., & Sillero-Quintana, M. (2014). Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1263–1270. doi: <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.884720>

Owen, A. L., Forsyth, J. J., Wong, D. P., Dellal, A., Connelly, S. P., & Chamari, K. (2015). Heart Rate–Based Training Intensity and Its Impact on Injury Incidence Among Elite-Level Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1705–1712. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000810>

Pfirkmann, D., Herbst, M., Ingelfinger, P., Simon, P., & Tug, S. (2016). Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 51(5), 410–424. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03>

Piñonosa Cano, Sergio (2016). *Use of infrared thermography as a tool to monitor skin temperature along the recovery process of an anterior cruciate ligament surgery*. Tesis (Doctoral), Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) (UPM). doi: <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.41041>.

Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. (2007). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018–1024. doi: <https://doi.org/10.1055/s-2007-965158>

Raya, J., & Estévez, J. L. (2016). Revisión: Factores de riesgo asociados a la aparición de lesiones en el fútbol. *Revista de Preparación física en el Fútbol 1889–5050*.

[https://www.researchgate.net/publication/311739676\\_Revision\\_Factores\\_de\\_riesgo\\_asociados\\_a\\_la\\_aparicion\\_de\\_lesiones\\_en\\_el\\_futbol](https://www.researchgate.net/publication/311739676_Revision_Factores_de_riesgo_asociados_a_la_aparicion_de_lesiones_en_el_futbol)

Ring, E. F. J., & Ammer, K. (2000). The Technique of Infrared Imaging in Medicine. *Thermology International*, 10(1), 7-14. doi: 10.1088/978-0-7503-1143-4ch1

Rodriguez, L.P., & Gusi, N. (2002). Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas. Madrid, España: Síntesis.

Romero, D., & Tous, J. (2010). Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento óptimo. Madrid, España: Médica Panamericana.

Sampedro, J., Piñonosa, S., & Fernandez, I. (2012). La termografía como nueva herramienta de evaluación en baloncesto. Estudio piloto realizado a un jugador profesional de la ACB. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 12, 51–56. doi: <https://doi.org/10.4321/S1578-84232012000300012>

Sillero-Quintana, M., Fernández-Jaén, T., Fernández-Cuevas, I., Gómez-Carmona, P. M., Arnaiz-Lastras, J., Pérez, M.-D., & Guillén, P. (2015). Infrared Thermography as a Support Tool for Screening and Early Diagnosis in Emergencies. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 5(6), 1223-1228. doi: 10.1166/jmihi.2015.1511

Silva, J. R., Magalhães, J. F., Ascensão, A. A., Oliveira, E. M., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2011). Individual Match Playing Time During the Season Affects Fitness-Related Parameters of Male Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2729–2739. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31820da078>

Singer, R.N. (1986). El aprendizaje de las acciones motrices en el deporte. Barcelona, España: Hispano Europea.

Small, K., McNaughton, L., Greig, M., & Lovell, R. (2009). Effect of timing of eccentric hamstring strengthening exercise during soccer training: implications for muscle fatigability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1077-1083. doi: 10.1519/JSC.0b013e318194df5c.

Soligard, T., Steffen, K., Palmer, D., Alonso, J. M., Bahr, R., Lopes, A. D., ... Engebretsen, L. (2017). Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: A prospective study of 11274 athletes from 207 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 51(17), 1265–1271 [Gráfico]. doi:

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097956>

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports medicine*, 35(6), 501-536. doi: doi: 10.2165/00007256-200535060-00004.

Stubbe, J. H., van Beijsterveldt, A.-M. M. C., van der Knaap, S., Stege, J., Verhagen, E. A., van Mechelen, W., & Backx, F. J. G. (2015). Injuries in Professional Male Soccer Players in the Netherlands: A Prospective Cohort Study. *Journal of Athletic Training*, 50(2), 211–216. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.64>

Uematsu, S., Edwin, D. H., Jankel, W. R., Kozikowski, J., & Trattner, M. (1988). Quantification of thermal asymmetry. Part 1: Normal values and reproducibility. *J Neurosurg*, 69(4), 552-555. doi: 10.3171/jns.1988.69.4.0552

Walden, M., Hagglund, M., & Ekstrand, J. (2005). Injuries in Swedish elite football—a prospective study on injury definitions, risk for injury and injury pattern during 2001. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 15(2), 118–125. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00393.x>

Whalan, M., Lovell, R., McCunn, R., & Sampson, J. A. (2019). The incidence and burden of time loss injury in Australian men’s sub-elite football (soccer): A single season prospective cohort study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1), 42–47. doi: <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2018.05.024>

Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2003). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 233–238. doi: <https://doi.org/10.1136/BJSM.37.3.233>