



BIZIKLETA FASEAK ERAGINDAKO ALDAKETAK TRIATLOIKO LASTERKETA TEKNIKAN

Egilea: ZARRANZ DOMENCH, XABIER

Tutorea: FERNANDEZ PEÑA, ENEKO

Ikasturtea: 2013/2014

Ohiko deialdia

AURKIBIDEA

| | |
|----------------------------------|----|
| 1. GRAFIKO ZERRENDA | 3 |
| 2. TAULA ZERRENDA | 4 |
| 3. LABURPENA ETA HELBURUAK..... | 5 |
| 4. KIROLAREN DESKRIPZIOA | 5 |
| 5. ERREBISIO BIBLIOGRAFIKOA..... | 6 |
| 6. METODOA..... | 10 |
| 6.1. Subjektua | 10 |
| 6.2. Prozedura | 10 |
| 6.3. Aztertutako aldagaiak | 12 |
| 6.4. Datuen analisisa..... | 13 |
| 6.5. Analisi estatistikoa..... | 14 |
| 7. EMAITZAK..... | 14 |
| 8. DISKUSIOA..... | 15 |
| 9. ONDORIOAK..... | 21 |
| 10. BIBLIOGRAFIA..... | 23 |

1. GRAFIKO ZERRENDA

1. Grafikoa. Pausu luzera lasterketa estandarrean eta trantsizioan zehar..... 16
2. Grafikoa. Pausu maiztasuna lasterketa estandarrean eta trantsizioan zehar..... 16
3. Grafikoa. Oinaren dortsiflexio edo orkatilaren angelua bermatze unean..... 17
4. Grafikoa. Bermatze unean belaunaren angeluaren aldaketa lasterketa estandarrean eta trantsizioko lasterketetan zehar..... 18
5. Grafikoa. Belaunaren angelu minimoa lasterketa estandarrean eta trantsizioan zehar..... 19
6. Grafikoa. Enborraren angelu minimoaren aldaketa lasterketa estandarra eta trantsizioko lasterketen artean. 20
7. Grafikoa. Masa zentroaren (MZ) oszilazioa edo aldaketa bertikala lasterketa estandarrean eta trantsizioko lasterketetan. 21

1. TAULA ZERRENDA

| | |
|--|----|
| 1.Taula. Kirolariaren datuak..... | 10 |
| 2. Taula. Lasterketa estandarra, trantsizioko 0., 1. eta 5. minutuko aldagai guztien emaitzak eta korrelazioa..... | 14 |

2. LABURPENA ETA HELBURUAK

Lan honen helburua triatleta baten lasterketa teknikak triatloi bateko lasterketa segmentuan lasterketa egoera normalarekiko izaten dituen aldaketak identifikatzea izan da. Horretarako triatletaren lasterketa teknikaren azterketa zinematikoa burutu da. Aurreko ikerketetan, emaitza desberdinak izan dituzten aldagaiak hartu dira aztertzeko parametro bezala: pauso luzera, pauso frekuentzia, oinaren dortsiflexioa bermatze unean, belaunaren angelua bermatze unean, belaunaren angelu minimoa, enborraren angelua eta masa zentroaren oszilazio bertikala. Hartu diren datuak, lasterketa estandarrekoak, bizikletatik jaitsi eta trantsizioko 0., 1. eta 5. minutukoak izan dira. Aldagai guztietan (bermatze uneko belaunaren angeluan izan ezik) espero ziren norabidean aldatu dira datuak. Aldaketa esanguratsuak ($p < 0,05$) trantsizioaren minutu batean edo bestean guztietan eman dira. Batzuetan 0. minutuko trantsizioko lasterketa teknikatik, 5. minutuko lasterketa teknikara aldaketak zuzenduz (Pausu maiztasuna, pauso luzera eta belaunaren angelu minimoa) edo 0. minutuko lasterketa teknikan aldaketak nabarmenak ez izanda 5. minutuko lasterketa teknikan aldaketa esanguratsuak izatera (Enborraren angelu minimoa eta masa zentroaren oszilazioa). Aldaketa sendoena eta esanguratsuki gehien aldatu dena bermatze uneko oinaren dortsiflexioa izan da, trantsizioko 0. minutuko lasterketa teknikan esanguratsuki aldatuz eta 5. minutuan aldaketa esanguratsua izaten mantenduz. Lortutako datuak aztertuta, kirolariari gomendatutakoa zangoaren berreskuratze fasea lantzeko eta metatartsoko bermatzea areagotzeko teknika ariketa espezifikoak lantzea izango litzateke. Horrekin batera triatloi lehiaketako lasterketa fasean, lasterketa estandarrean eramaten duen pausu luzera eta maiztasuna eramatea eta enborra aurrerantz makurtzea saihestea.

3. KIROLAREN DESKRIPZIOA

Triatloia erresistentzian oinarritutako kirol multidisziplinarra da, jarraikako igeriketa, txirrindularitza eta korrikako lasterketaz gain, trantsizioak eta segmentu bakoitzak aurrekoan duen eragina (fisiologikoa, taktikoa, mentala eta biomekanikoa) baitan hartzen dituen.

Fisiologiari dagokionez, triatleta olinpikoek oxigenoa erabiltzeko eta garraiatzeko sistema oso garatuak izan behar dituzte, hala nola, energia kantitate altua era efizientean

produzitzeko ahalmena denbora tarte luzean zehar azido laktikoak metatu gabe (O'Toole & Douglas, 1995). Horregatik ahalmen aerobiko altua izan behar dute, denbora luzean karga altuak mantentzeko. Atalase anaerobikoa altua izaten dute, atalase horretatik hurbil VO₂ maximoa egonik gai dira energia altua produzitzeko era egonkorrean eta abiadura altuan hiru segmentuan burutzeko. Ahalmen aerobiko horri lotuta gantzen oxidazio gaitasun altuak izaten dituzte, proban zehar ahalik eta gehienetan metabolismo lipidikoaren bidez energia lortzeko, lasterketaren momentu kritikoetan (erritmo aldaketak edozein segmentutan, lasterketaren bukaeran ...) sustratu glukolitikoak (gihar eta gibelean) prest edukitzeko energia era azkarrean lortzeko, bai metabolismo aerobikoren bidez eta baita metabolismo anaerobikoaren bidez.

Faktore fisiologiko mugatzaile hauen gainean eragiten duten beste aldagai esanguratsua diziplina bakoitza burutzeko teknika da, lortzen duten energia ahalik eta modu eraginkorrean erabiltzeko. Eraginkortasunaren bilaketa horretan aurreko segmentuan jasotako estimuluek eragina dute, beraz triatletek hori kontutan izan behar dute hurrengo segmentuko ekite tekniko efizienteena bilatzeko.

Gaur egun triatloi olinpikoetan arrakastaren lorpena batez ere oinarrizten da txirrindularitza ondorengo lasterketan triatletek duen abilezian (Bentley & Vleck, 2004; Vleck, Bentley, Millet, & Bürgi, 2008; Vleck, Bürgi, & Bentley, 2006), txirrindularitzatik lasterketarako trantsizioa ahalik eta azkarren eginez.

4. ERREBISIO BIBLIOGRAFIKOA

Triatloian txirrindularitza ondorengo lasterketaren inguruan egindako ikerketetan ez dira adostutako ondorio zehatzak argitaratu nahiz eta zenbait ikerketetan bai agertu diren lasterketa zinematikan aldaketa amankomunak.

Hala ere badago autore nahikok konpartitzen duten ondorioa, lasterketan ematen diren aldaketa zinematikoak, hauen iraupena, lasterketako ekonomian duten eragina indibiduo bakoitzaren araberakoak direla eta entrenamendu mailak eragina duela horietan.

Triatloi bat egiterakoan txirrindularitzatik lasterka pasatzerako unea momentu kritikoa izaten da, triatleta asko korrika egiterakoan (batez ere hasierako minutuetan) deseroso sentitzen dira, korrika egitera ohituak ez baleude bezala. Horrela, triatleta hasiberriek trantsizioan zehar jasaten duten koordinazio galeraren fenomeno txirrindularitza eta lasterketa arteko ohiko maiztasunaren aldaketari (1.5–2.0 to 1–1.5 Hz) (Witt, 1993) eta/baita pisurik jasotzen ez den ariketa batetatik, inpaktu indarrak gorputz masaren 2 edo 3 aldiz altuagoak diren beste batera aldatzeari egotzi zaio (Hauswirth et al, 1997; Quigley et al, 1996).

Honi erantzuna emateko, beste ikerketa batzuek txirrindularitza eta lasterkako oreka mantentzeko adaptazio sensorialetan bilatu dute erantzuna (Millet & Vleck, 2000). Normalean oreka mantentzearen arduradunak garunean ditugun integrazio zentroak dira, sistema bisualaren eta somatosensorialaren sistemetatik feedback-a jasotzen dutenak. Feedback hau badirudi desberdina dela txirrindularitza eta lasterkako jardueretan zehar. Adibidez, zelai mugimendua jaisten da %50-etik %70-era txirrindularitza eta lasterketaren artean (Millet & Vleck, 2000). Lepers et al (1997) aurkitu zuten txirrindularitza eta lasterketa periodo luzeen ostean feedback propiozeptiboaren adaptazioak denbora labur batean zehar irauten zutela. Honek iradokitzen du txirrindularitza-lasterkako trantsizio hasieran konpentsazio posturala fasetik kanpora egon daitekeela erretroelikadura neurosensorial errearekin.

Giharreriararen nekea edo glukogeno deplekzioak areagotuko lituzke efikaziaren galera erregulazio posturalaren zikloan; jarduera aldaketak eragingo lukeen odol fluxuaren banaketak eragingo zuen bezala. Beraz autore hauen iritziz, Millet & Vleck, txirrindularitza eta lasterketa trantsizioan antzeman daitezkeen aldaketa biomekaniko batzuk (aldakaren mugimendua edo pausu asimetria) egotzi daitezke jarduera hauetarako adaptazio neurosensorialen prozesuan emandako atzerapen bati (2000).

Beste ikertzaileek jarraitutako ikerketa ildoak txirrindularitza ondorengo lasterketan muskulu erreklutamendua eta lasterketako patroi aldaketa izan dira. Honen inguruan Chapman eta al (2008), eliteko triatletekin eta Bonacci et al (2010), moderatuki entrenatutako triatletekin egindako ikerketak konparatuz ideia interesgarriak atera daitezke.

Eliteko triatletetan txirrindularitzak muskulu erreklutamenduan eragin handiagoa zuen (triatleten %36) eta gainera muskulu erreklutamenduko aldaketan magnitudea handiagoa izan zen moderatuki entrenaturiko triatletekin alderatuz (%10-20 vs. %7). Horrez gain, eliteko tiratletentzat, muskulu erreklutamenduko aldaketak jarraituak izan ziren trantsizioan eginiko lasterkako 30 minutuetan zehar.

Txirrindularitzaren eragina jarraikako lasterketaren zinematikan baita ere desberdina izan zen moderatuki entrenatutako triatletetan eta eliteko triatletetan.

Aldaketa zinematikoak, moderatuki entrenatutako triatletetan antzeman ziren txirrindularitza osteko lehen 5 minutuetan (Bonacci et al, 2010); berriz oso entrenaturiko triatletetan korrekzio zinematikoak ia berehalakoak izan ziren (Chapman et al, 2008).

Beraz moderatuki entrenaturiko triatletek tendentzia handiagoa erakutsi zuten zinematikan aldaketak emateko, batez ere orkatil eta belaunean, (Bonacci et al, 2010), berriz oso entrenaturiko triatletek (Chapman et al, 2008) joera handiagoa izan zuten muskulu erreklutamenduan aldaketak emateko, zinematika mantenduz.

Honek adierazten du triatletek badaukatela auto-aukeratutako mugimendu patroi hobetsiak, erreproduzitzen saiatzen direnak trantsiziozko lasterketan, aldiz, oso entrenaturiko triatletetan moldaketa hauek berehalakoak dira (Bonacci et al, 2010). Hau garrantzitsua da izan ere bakoitzak aukeratutako mugimendu patroi hauetan alerazioak ematean demostratua dago lasterketan zehar energia kostua handitzen dela (Cavanagh & Williams, 1982). Beraz, oso entrenaturiko triatletetan ikusitako lasterketa zinematikaren mantentzea muskulu erreklutamendua modifikatzearen bidez, badirudi entrenamendu bidezko moldaketa positiboa dela eta ahalbidetzen duela beraien abilitatea txirrindularitzako mugimenduetatik lasterkako mugimenduetara aldatzerakoan. Beste modu batera esanda, oso entrenaturiko triatletek lasterkako mugimendu patroiak mantentzeko muskulu erreklutamenduan modifikazioak egitea barneratu dute, lasterketa zinematika aldatzea baino mekanikoki eraginkorragoa dena (Bonacci et al, 2010).

Hain entrenaturik ez zeuden triatletek erakutsitako aldaketa zinematikoak batez ere orkatilako eta belauneko artikulazioetan eman ziren eta artikulazio horietan emandako aldaketa zinematikoak erlazionaturik daude txirrindularitza ondorengo lasterketako ekonomiarekin (Bonacci et al, 2010). Ikerketa horretan gainera ondorioztatzen dute oina-lurra kontaktu unean orkatilaren angeluak txirrindularitza ondorengo lasterketako

ekonomian aldaketak aurreikusteko aldagai garrantzitsuena bezala. Dortsiflexio handiagoko orkatilak eta belaun estentsio handiagoa izatea oinaren kontaktu unean eta honi, belaun mugimendu rango zabalagoa izatea gehitzeak, esanguratsuki erlazionatuak izan ziren oxigeno kontsumo altuagoa izatearekin txirrindularitza ondorengo lasterketan. Oinaren kontaktu unean orkatilaren angelua oso erlazionatua dago lasterketako ekonomian emandako aldaketekin, erantzun emanez VO₂aren bariantzaren %67ari (Bonacci et al, 2010).

Kontaktu unean orkatilaren dortsiflexio handiagorantz, taloi kolperantz joera izateak, eta belaunaren estentsio luzeagorantz lasterketa zinematika aldatzeak, eragiten du erreakzio indar bertikalak handitzea, lasterketako gastu metabolikoa igotzearen faktore garrantzitsua izanik (Saunders et al, 2004; Williams, Snow, Arguss, 1991); traslazio energia rotazio energirantz eraldatzea gutxitzen duelako, energi gehiena galduz lurrarekin kolpatzean (Lieberman DE et al, 2010).

Badaude beste ikerketa batzuk non triatletek ez dituzten aldaketa zinematikoak erakutsi Aldaka eta orkatilaren oszilazio bertikalean eta izter, belaun edo enborraren angeluan, lasterketaren apoio eta aireko faseetan zehar bariatorik gabe ematen dira (Hauswirth et al, 1997; Quigley et al, 1996; Millet et al, 1998; Millet et al, 2000).

Pauso luzera eta maiztasunari dagokionez, autore batzuek antzeman dute Pauso luzeeran gutxitze esanguratsua triatloiko lasterketan zehar (Hauswirth et al, 1997; Marino et al, 1997) eta hori aurretiko txirrindularitzak eragindako neke lokalari atxikitzen diote. Calamejiasek egindako ikerketan (2008) Pauso luzeerak ere gutxitzeko joera du lasterkako segmentuan zehar, baina berak beste interpretazioa egiten du. Txirrindularitza ondorengo lasterketa hasieran Pauso luzeera handiagoa bada eta hau lasterketa aurrera joan ahala gutxitzen bada, gutxitze horren zergaitia ez da aurretiko txirrindularitzaren eragina baizik eta nekearen eragina.

Aldiz beste autore batzuek diote lasterketan zeharko Pauso luzera edo maiztasuna ez dela aldatzen txirrindularitza ondorengo lasterketan zehar (Hue et al, 1998; Quigley et al, 1996; Hauswirth et al, 1997).

Beste ikertzaile batzuek, 1.5Km igeri eta 40Km txirrindularitza ondoren eginiko lasterketan %8ko eraginkortasun jaitsiera zenbatu zuten (Guezennec et al, 1996). Hau

Hausswirth et al. (1996) egindako ikerketan baieztatua izan zen. Horren eragile bezala aldaketa zinematiko hauek jo ziren; Pausoren luzera, enborrharen gradientea, belaunaren angelua aireko fasean eta belaun estentsioa bermatze fasean (Hausswirth et al, 1997).

5. METODOA

6.1. SUBJEKTUA

| KIROLARIAREN DATUAK | |
|--------------------------------|----------------|
| Adina | 23 Urte |
| Altuera | 1,80 m |
| Pisua | 78 Kg |
| Triatloiko esperientzia | 4 Urte |
| VO2Max | 64,6 ml/min/kg |

1.Taula. Kirolariaren datuak.

6.2. PROZEDURA

Subjektuaren lasterketa teknikaren analisia, bizikleta aurretik eta bizikleta ondoren, Gasteizko Jarduera Fisikoaren eta Kiroleko Zientzien Fakultatearen gimnasioan aurrera eraman da. Lasterkako fasea gimnasioko lasterkako zintan egin zen eta triatloiko bizikleta sektore bat simulatzeko subjektuak bere bizikletarekin arrabolan aurretik prestatutako protokoloa jarraituta egin zen.

Beroketa ondorengo izan zen, 10 minutu 13 km/h abiaduran, erdian minutu bateko bi progresibo sartuta txapelketako erritmora iritsi arte, 16,5 km/h. Honen ondoren markagailuak jarri ziren, ondorengo puntuetan, beti ere eskuineko aldean: Zapatilan 5. Metatartsoaren altueran, orkatilan, belaunean, aldakan, sorbaldan ukondoan, eskumuturrean eta buruaren erdian. Beraz egindako azterketa zinematiko eskuin aldeko gorputz adarrak soilik kontutan izanda egin da. Hori kontutan izanda, emaitzen baliozkotasuna bermatzeko ez da arazorik izango, izan ere demostraturik dago “hemikuerpo” baten eta bestearen aldagai zinematikoak aztertzean ez daudela desberdintasun esanguratsurik (Quigley et Richards, 1996). Markagailu moduan

pinponeko pilotak erabili ziren orkatilan, belaunean, sorbaldan, ukondoan eta eskumuturrean, digitalizazioa errazte aldera. Aldiz buruan, aldakan eta lasterkako zapatilan 5. metatartsoan, zilar kolorezko itsasteko zinta erabili zen, pinponeko bolak erortzen zirelako eta zinta horiekin ere erraz digitalizatzen zelako. Beroketa egin eta markagailuak jarri ondoren, txapelketako abiadura (16,5Km/h) bizikleta aurretiko lasterketa teknika grabatu zen, abiadura moteleko kamerarekin 300 Hz-tara, 10 segundotan. Ondoren triatloiko bizikleta sektore bat simulatzeko subjektuak protokolo espezifikoa jarraitu zuen arrabolean, garrantzitsua da aipatzea subjektuak bere bizikleta erabili zuela, horrela beste bizikleta batera egokitzeak eragin ditzakeen aldaketak eragotziz. Protokoloa ondorengoa izan zen:

- 3x5´(100, 150, 200w)
- 30´ intentsitate altuko interbaloeekin:
 - 2´ 300w /2´ 100w
 - 2´ 300w /2´ 100w
 - 4´ 250w /2´ 100w
 - 10´ 225w /2´ 100w
 - 4´ 250w

Bukatzerakoan zapatilak azkar utzi eta lasterketakoak jantzi ondoren (triatloiko trantsizio baten iraupenaren antzeko iraupena, <1min.) ondoan zegoen lasterketa zintan korrika hasi eta behin lasterketako abiadurara iritsita (16 Km/h) 10 segundoko grabaketa egin zen. Hortik aurrera minuturo 10 segundoko grabaketa egin zen, azkena 5.minutuan izanik. Grabaketak egiterakoan argi foku bat erabili zen, grabazioaren kalitatea ziurtatzeko (1 irudia).



1. Irudia. Kirolaria arrabolean bere bizikletarekin, ondoan lasterketako zinta eta lasterkako zapatilak prest dituelarik.

6.3. AZTERTUTAKO ALDAGAIK

Egindako errebisio bibliografikoa kontutan hartuz, ikusi daiteke ez dagoela txirrindularitza ondorengo lasterketaren analisi teknikoan eragina duen parametro zinematiko eksklusibo amankomuna. Hori kontutan hartuta gure kirolariaren errendimenduaren analisia aurrera eramateko irakurritako bibliografian neurtu diren eta aldaketa nabarmenenak eman diren parametro zinematikoak aukeratu dira:

- a. Pauso luzera
- b. Pauso frekuentzia
- c. Oinaren dortsiflexioa bermatze unean
- d. Belaunaren angelua bermatze unean
- e. Belaunaren angelu minimoa
- f. Enborraren angelua
- g. Masa zentruaren oszilazio bertikala

6.4. DATUEN ANALISIA

Bideo grabaketa hauek Kinovea programaren bidez digitalizatu ziren, digitalizazioan lortutako datuak Microsoft Excel programara esportatu ziren neurketak egin ahal izateko. Aipatu behar da datuak landu aurretik fase aldaketarik gabeko Butterworth motako lowpass filtro batekin iragaziak izan zirela, 9 Hz-ko cut-off maiztasunarekin. Neurtutako parametroak, pauso maiztasuna, pauso luzera, Belaunaren angelua lurra ukitzean, belaunaren angelu minimoa, enborraren angelu minimoa eta masa zentroaren oszilazioa izan dira.

Pauso maiztasuna kalkulatzeko, lehenbizi pausu bakoitzaren fotograma kopurua kalkulatu da. Segundo bakoitzean 300 fotograma daudela jakinda, pausu maiztasuna ekuazio honekin kalkulatu da:

$$\text{Pauso maiztasuna} \left(\frac{\text{pausu}}{\text{min}} \right) = 60 \times \frac{\text{Laginketa maiztasuna (300 Hz)}}{\text{Fotograma pausuko}}$$

Pauso luzera kalkulatzeko, ekuazio hau erabili da:

$$\text{Pauso luzera} = \frac{\text{Abiadura}(16,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}) \times 1000}{\text{Pauso Maiztasuna} (\text{pausu} \cdot \text{min}^{-1}) \times 60}$$

Belaunaren angelua lurra ukitzean eta belaunaren angelu minimoa kalkulatzeko eragiketa trigonometrikoak egin dira. Enborraren angelu minimoa kalkulatzeko (aurreranzko inklinazioa) aldakako eta sorbaldako artikulazioetan jarritako markagailuak erabili dira.

Masa zentroa kalkulatzeko, kontutan izan dugu bakarrik eskuineko gorputz atalen datuak genituela, hori dela eta gorputz masa unilateraleko masa segmentarioak kalkulatu dira eta De Leva-k proposatzen duen bezala (1996) neurtu dira.

6.5 ANALISI ESTADISTIKOA

Azterketa estatistikoa egiteko, bizikleta aurretiko lasterketa estandarreko datuak eta trantsizio ondorengo 0., 1. eta 5. minutuan lortutako datuen korrelazioa aztertzeko Student-en T testa erabili da, distribuzioko buztan batekin eta 2 motatakoa. Trantsizioko 0., 1. eta 5. minutuko datuen arteko korrelazioa ez da aztertu. Emaitzetan agertzen den taulan Student-en testaren azterketa lasterketa estandarrekiko eginda dago bi kasuetan, trantsizioko 0. eta 5. minutuetan

6. EMAITZAK

Emaitzek adierazten dute neurtutako aldagaien datuak espero zen (aztertutako bibliografian oinarrituz) norabidean aldatu direla, 0., 1., eta 5. minutuan (bermatze unean belaunaren angelu ezik). Analisi estatistikoa egiterakoan soilik aldagai batzuetan eman dira esanguratsuak diren aldaketak.

| | | Pausu/min | Pausu Luz. (m) | Oinaren Ang. Bermatze unean (graduak) | Bel. ang bermatze unean (graduak) | Bel. Angelu Min. (graduak) | Enb. Ang Min. (graduak) | MZ oszilazioa (cm) |
|-----------------------|------------|-----------|----------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Lasterketa estandarra | Batazbeste | 94,66 | 2,91 | 132,31 | 160,82 | 62,51 | 75,39 | 11,26 |
| | DS | 0,85 | 0,03 | 2,78 | 2,44 | 0,80 | 1,37 | 0,68 |
| Trantsizioa 0min | Batazbeste | 95,92 | 2,87 | 124,83 | 159,24 | 63,91 | 75,03 | 11,35 |
| | DS | 0,70 | 0,02 | 1,14 | 1,85 | 0,77 | 1,12 | 0,47 |
| | T-Student | 0,010 | 0,010 | 0,000 | 0,117 | 0,006 | 0,315 | 0,398 |
| Trantsizioa 1min | Batazbeste | 95,49 | 2,88 | 125,09 | 157,54 | 62,63 | 73,83 | 11,93 |
| | DS | 0,42 | 0,01 | 2,81 | 2,52 | 1,20 | 1,16 | 0,35 |
| | T-Student | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,42 | 0,03 | 0,03 |
| Trantsizioa 5min | Batazbeste | 94,66 | 2,91 | 125,22 | 157,46 | 61,11 | 71,78 | 13,78 |
| | DS | 0,66 | 0,02 | 1,82 | 3,12 | 1,08 | 0,47 | 1,42 |
| | T-Student | 0,498 | 0,500 | 0,000 | 0,032 | 0,014 | 0,000 | 0,001 |

2. Taula. Lasterketa estandarra, trantsizioko 0., 1. eta 5. minutuko aldagai guztien emaitzak eta korrelazioa.

Lasterketa estandarrean lortutako datuak trantsizioko 0. minutuan lortutako datuekin konparatzean, esanguratsuki aldatzen diren aldagai zinematikoak, pausu maiztasuna, pausu luzera, oinaren dortsiflexio angelua bermatze unean eta belaunaren angelu minimoa dira.

Lasterketa estandarrean lortutako datuak trantsizioko 1. minutuan lortutako datuekin konparatzean, esanguratsuki aldatzen diren aldagai zinematikoak, pausu maiztasuna, pausu luzera, oinaren dortsiflexio angelua bermatze unean, belaunaren angelua lurra ukitzean, enborraren angelu minimoa eta masa zentroaren oszilazio bertikala dira.

Lasterketa estandarrean lortutako datuak trantsizioko 5. minutuan lortutako datuekin konparatzean, esanguratsuki aldatzen diren aldagai zinematikoak, oinaren dortsiflexio angelua bermatze unean, belaunaren angelua lurra ukitzean, belaunaren angelu minimoa, enborraren angelu minimoa eta masa zentroaren oszilazio bertikala dira.

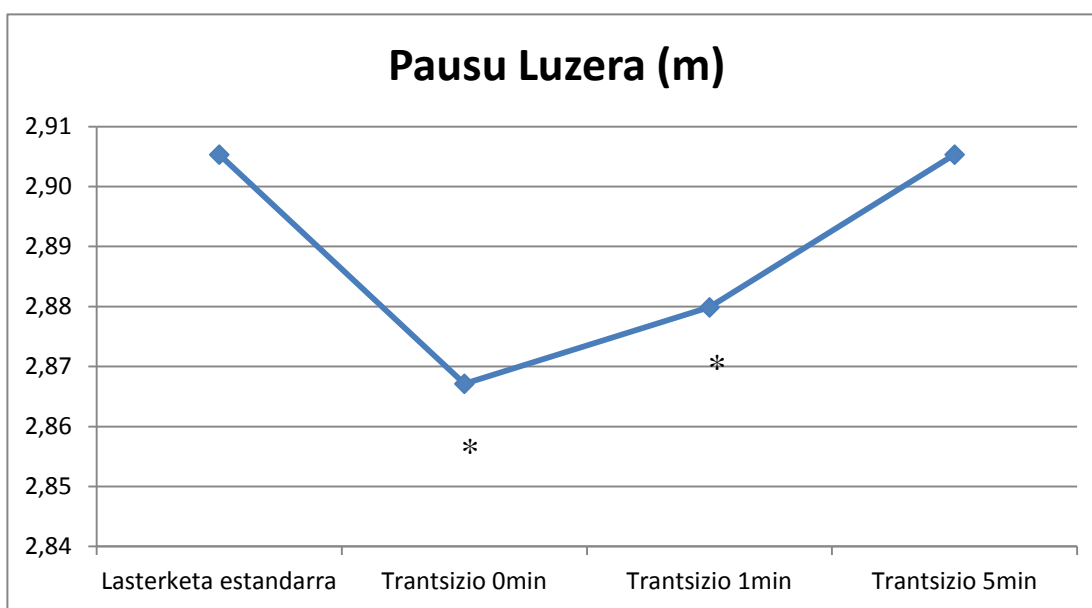
7. DISKUSIOA

Aztertutako aldagai guztien artean datu interesgarriak atera dira, datu hauen interpretazioan loturak ikusi dira aldagai desberdinen artean. Batzuetan 0. minutuko trantsizioko lasterketa teknikatik, 5. minutuko lasterketa teknikara aldaketak zuzenduz (Pausu maiztasuna, pauso luzera eta belaunaren angelu minimoa) edo 0. minutuko lasterketa teknikan aldaketak nabarmenak ez izanda 5. minutuko lasterketa teknikan aldaketa esanguratsuak izatera (Enborraren angelu minimoa eta masa zentroaren oszilazioa). Aldaketa sendoena eta esanguratsuki gehien aldatu dena bermatze uneko oinaren dortsiflexioa izan da, trantsizioko 0. minutuko lasterketa teknikan esanguratsuki aldatuz eta 5. minutuan aldaketa esanguratsua izaten mantenduz.

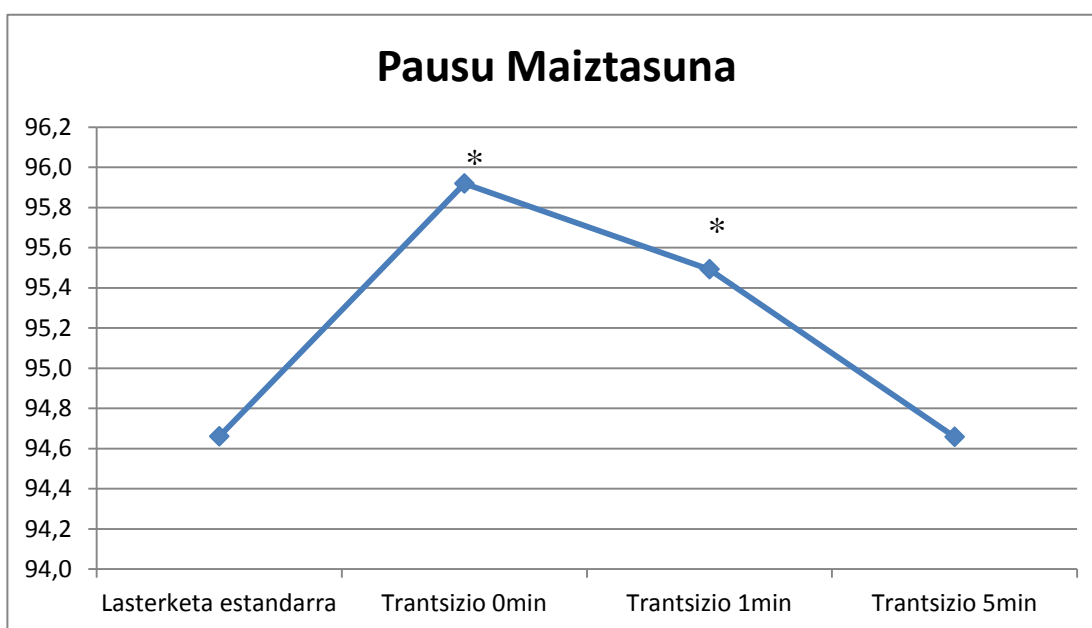
Pauso luzera eta maiztasuna aztertzerakoan ikusten dugu 0. minutuko trantsizioan pausu motzagoak baino ugariagoak egiten dituela, hau beste autore batzuek antzeman dutenarekin bat dator, Pauso luzeran gutxitze esanguratsua triatloiko lasterketan zehar (Hauswirth et al, 1997; Marino et al, 1997) haiek aurretiko txirrindularitzak eragindako neke lokalari atxikitzen diote. 1. minutuan ia 0. minutuan bezalako datuak ditugu baina

berriaz lasterketa estandarreko balioetarantz itzuliz. 5. minutuan lasterketa estandarreko pausu luzera eta maiztasunera bueltatzen da.

Prozesu hau oso argi ikusten da 1. eta 0. grafikoetan. Honek esan nahi du berreskuratzen hasi dela lasterketa teknika estandarra parametro hauei dagokionez. Bi aldagai hauek beraien artean koerlazonaturik daude, bi azterketak abiadura berean egiterakoan (16,5 Km/h) argi dago pausu maiztasuna handitu egiten bada pauso luzera gutxituko dela edo alderantziz.



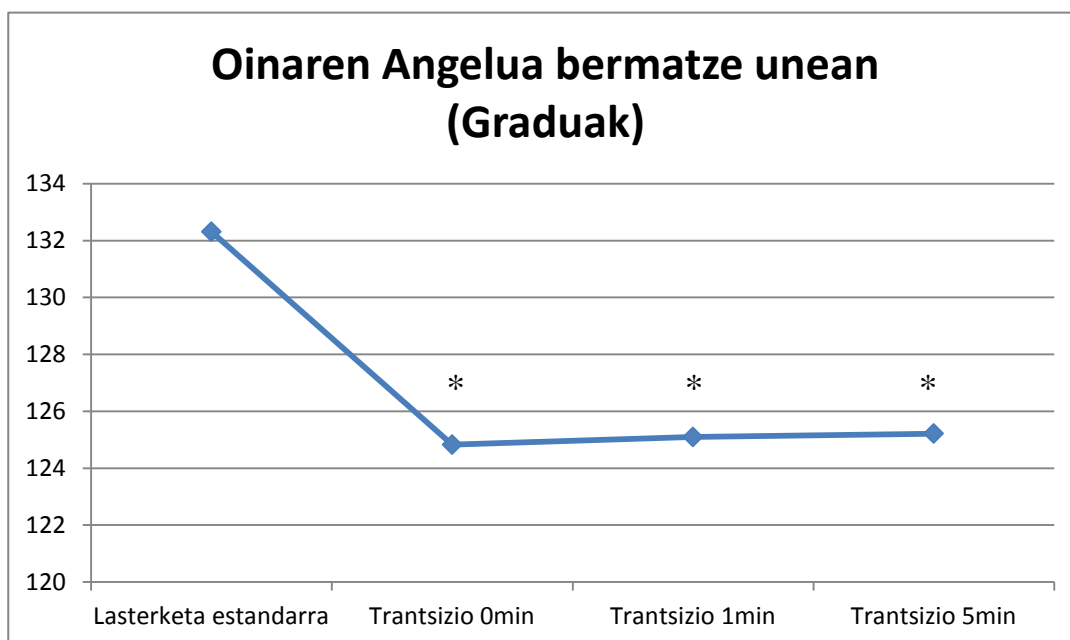
1. Grafikoa. Pausu luzera lasterketa estandarrean eta trantsizioan zehar.



2. Grafikoa. Pausu maiztasuna lasterketa estandarrean eta trantsizioan zehar.

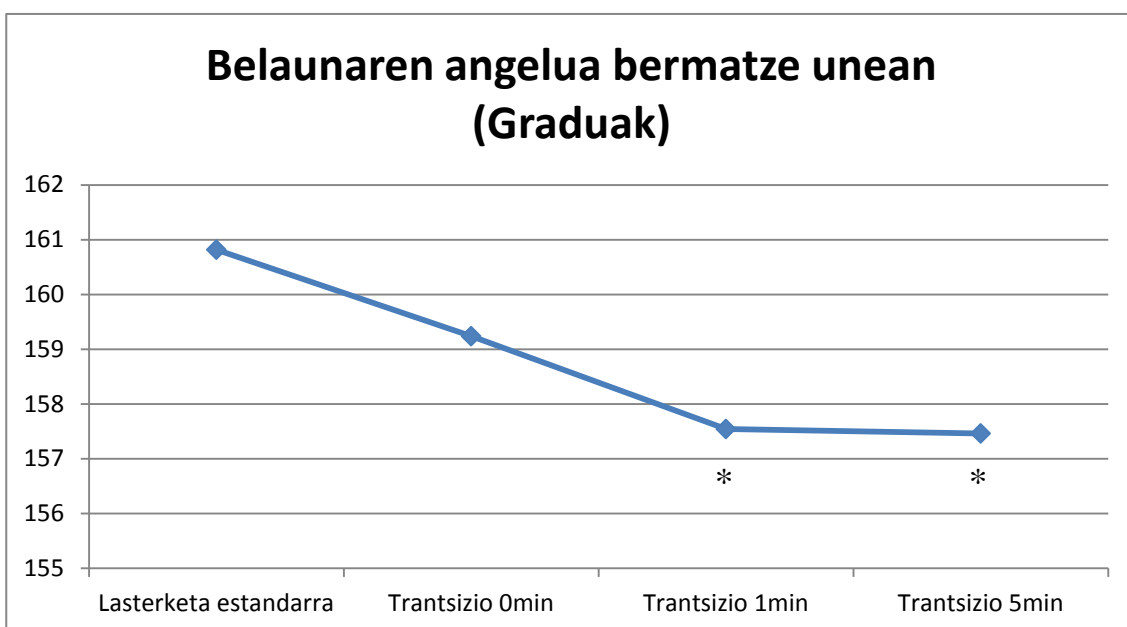
Bermatze unean oinaren dortsiflexio angelua edo orkatilaren angelua aztertzerakoan konturatzen gara lasterketa estandarretik trantsizioko 0., 1. eta 5. minutuetara aldaketak esanguratsuak dira (7°-ren inguruko desberdintasuna). 3. Grafikoan ikusten den bezala aldaketa nabarmenena lasterketa estandarretik trantsizioko 0. minutura ematen da, baina ondorengo minutuetan (1. eta 5. minutuak) aldaketa hauen sendotasuna mantentzen da. Aldaketa hauek erabat ados datoz beste autoreek publikatutakoekin, aldagai hau izanik ikertzaileen artean adostasun gehien lortzen duenetakoa. Bermatze unean orkatilak dortsiflexio handiagoa badauka, taloiarekin bermatze handiagoa izango da eta horrek indar bertikala handitzea eragingo du. Hau lasterkako gastu metabolikoa igotzearen faktore garrantzitsua da (Saunders et al, 2004; Williams KR, Snow R, Arguss C., 1991), eta lurrarekin kolpatzean energi gehiena galtzea eragiten du (Lieberman DE et al, 2010).

Bonacci et al.-ek (2010) bermatze unean orkatilaren angeluak txirrindularitza ondorengo lasterketako ekonomian aldaketak aurreikusteko aldagai garrantzitsuena bezala ikusten dute.



3. Grafikoa. Oinaren dortsiflexio edo orkatilaren angelua bermatze unean.

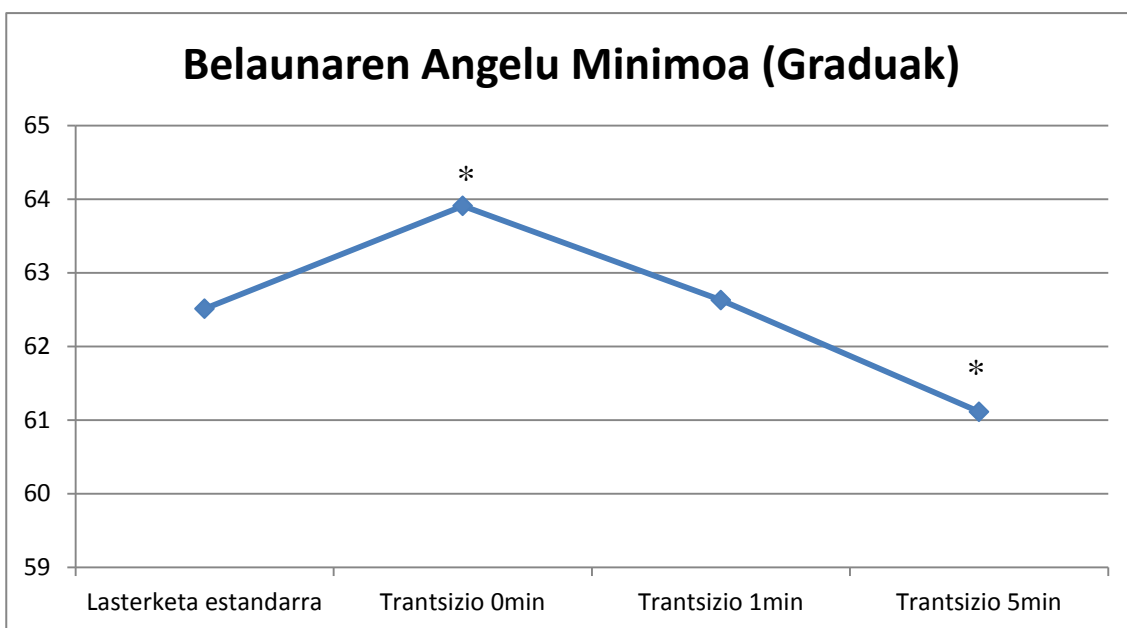
Bermatze unean belaunaren angeluari dagokionez, lasterketa estandarretik trantsizioko 0. minutura ez dago aldaketa esanguratsurik, aldiz trantsizioko 1. eta 5. minutuarekin alderatuta bai (3° gutxigora behera). 4. Grafikoan ikusten den bezala, aldaketa nabarmenena trantsizioko 1. minutuan ematen da eta 5. minutuan aldaketa hauek mantentzen direla. Honek esan nahi du, bermatzean belaunak flexio handiagoa duela. Berez esperotako, edo behintzat beste ikerketa batzuetan agertutakoa kontrakoa izan da (Bonacci et al, 2010; Saunders et al, 2004; Williams KR, Snow R, Arguss C, 1991), hau da trantsizioko lasterketan belaunaren estentsio handiagoa bermatzerakoan. Gure subjektuaren kasuan emandako aldaketak enborraren aurreranzko makurduarekin erlazionatua dagoela da interpretazioa. Gehiago makurtzeak eragiten du pausua ematerakoan belauna gutxiago luzatu eta gehiago flexionatu beharra.



4. Grafikoa. Bermatze unean belaunaren angeluaren aldaketa lasterlketan estandarrean eta trantsizioko lasterketetan zehar.

Belaunaren angelu minimoa aztertzerakoan, lasterketa estandarreko teknikatik trantsizioko 0. minutuko teknikara angelu minimo hau pixka bat handitu egiten da, aldaketa txikia baina esanguratsua. Angelu minimo hau hankaren berreskuratze fasean ematen da, angelu txikiagoa izateak esan nahi du zangoa gorputzetik gertuago eramaten dela eta zangoaren masa zentrua gorputzetik gertuago eramatean energia gutxiago gastatzen dela. Angelu hau handitzean kontrakoa gertatzen da, zangoaren masa zentrua gorputzetik urrunago beraz energi gehiago behar berreskuratze fase bakoitzean.

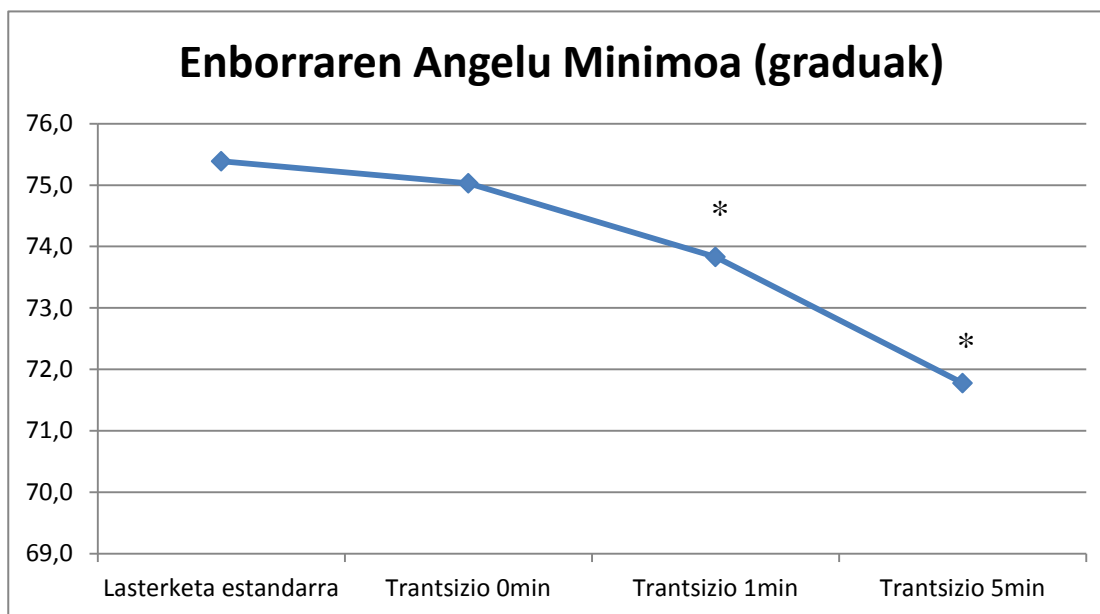
Autore askok aldaketa hauek baieztatu dituzte, aldagai hau lasterketa ekonomian eragina duen faktorea izanik (Hausswirth et al., 1997; Guezennec et al, 1996; Saunders et al., 2004). 5. grafikoan ikusten den bezala, belaunaren angelu minimoa trantsizio 1. minutuan ia lasterketa estandarrekoa bezalakoa da eta 5. minutuan aztertzerakoan, konturatzen gara lasterketa estandarreko balioetara itzultzen dela, inkusio angelu pixkat txikiagoa lortuz. Honen interpretazioa izan daiteke 5. minutuan lortzen ari dela lasterketako teknika estandarreara hurbiltzea, berreskuratze faseari dagokionez.



5. Grafikoa. Belaunaren angelu minimoa lasterketa estandarrean eta trantsizioan zehar.

Aztertutako hurrengo parametroa enborraren aurreranzko makurdura (edo enborraren angelu minimoa) da. Honetan ikusten dugu aldaketa progresiboa dagoela (6. Grafikoa) eta trantsizioan denbora pasa ahala gehiago makurtzen dela. Hasieran, trantsizio 0. minutuan angelu hau gutxi txikitzen da aldiz 1. minutuan jadanik esanguratsuki aldatzen da lasterketa estandarrekiko eta 5. minutuan aldaketa esanguratsua bilakatzen da (beti ere lasterketa estandarrekiko alderatuta), ia 5°-ko aldea. Beste autore batzuen ikerketetan enborraren angelu minimoa txikitzeak, hau da aurrerantz gehiago inklinatzeak beste aldagai batzuekin batera lasterketa teknikaren eraginkortasunaren jeitsieran ondorioztatu da (Hausswirth et al, 1997).

Trantsizioko 0. minutuan oso gutxi aldatzeak eta 5. minutuan hain esanguratsuki aldatzearen zergaitia neke lokalari egotziko nioke. Korrika hasterakoan kirolaria teknika mantentzen saiatzen da, baina 5. minutuan gihar nekearen eraginez ez da gai gorputza hain tente eramaten.

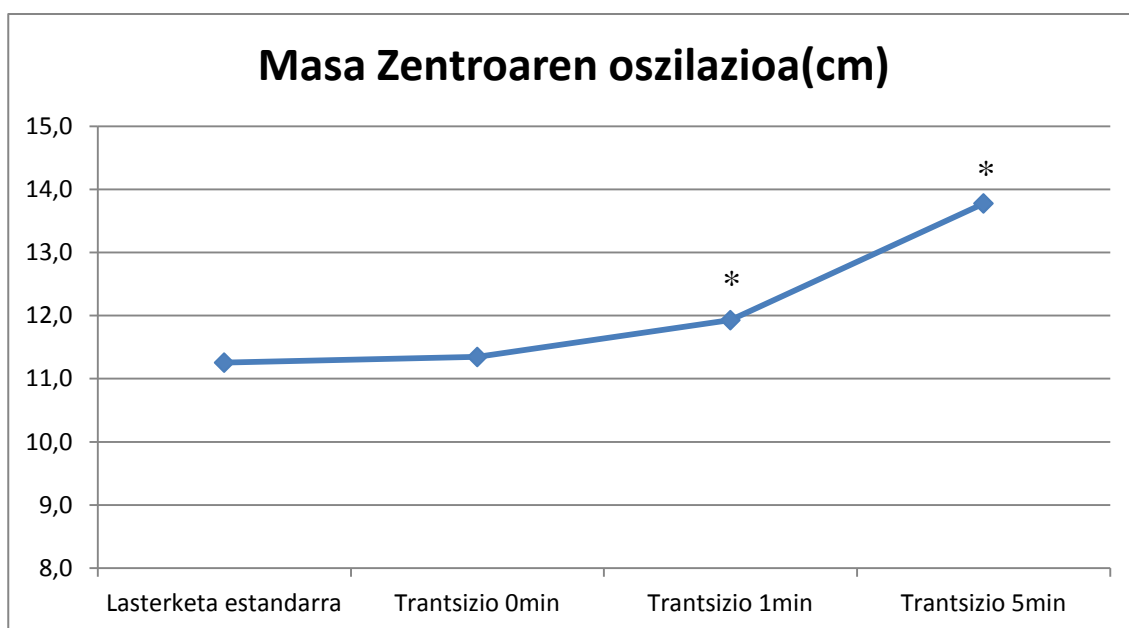


6. Grafikoa. Enborraren angelu minimoaren aldaketa lasterketa estandarra eta trantsizioko lasterketen artean.

Honekin erlazionatua masa zentroaren oszilazioa dago. Enborraren aurreranzko makurdurarekin gertatzen den bezala aldaketa progresiboa ikusten da masa zentroaren oszilazioan (7. grafikoa). Ikus dezakegu nola trantsizioko 0. minutuan lasterketa estandarrekiko masa zentroa gehiago mugitzen den baina aldaketa oso txikia izanik eta aldiz, enborraren inklinazioarekin bezala, trantsizioko 1. minutuan aldaketa esanguratsua dago. 5. minutuan aldaketa esanguratsua dago (beti ere lasterketa estandarrekiko alderatuta) bihurtzen da, masa zentroa 2,52 cm gehiago mugituz. Esan daiteke nekeak eragiten duela masa zentroak gehiago oszilatzea eta horren eraginez lasterketa teknika aldatzea.

Aurretik esperotako izan da parametro hau erlazionaturik egotea oinaren dortsiflexio angeluarekin. Izan ere taloi kolperanzko joera izatean, lurraren erreakzio indar bertikala handitu egingo da eta horrek esan nahiko luke gorputza gora eta behera gehiago mugitzen dela, gorputzaren masa zentroa gehiago oszilatuz. Dortsiflexio angeluarekin

batera, enborraren aurreranzko makurdura ematerakoan, biak izan daitezke masa zentroaren oszilazioaren eragileak.



7. Grafikoa. Masa zentroaren (MZ) oszilazioa edo aldaketa bertikala lasterketa estandarrean eta trantsizioko lasterketetan.

8. ONDORIOAK

Lasterketa estandar eta triatloiko trantsizioko lasterketa teknikako parametro zinematikoen azterketa honetatik ateratzen den lehen konklusioa da badaudela aldatu egiten diren aldagaiak. Hau aurretik egindako ikerketa askorekin bat dator eta aldi berean aldaketa finkoak edo beti ematen diren aldaketak ez daudela esaten duten ikerketekin ere bat dator. Honekin esan nahi dena da, triatloiko lasterketa fasean badaudela aldaketa zinematiko esanguratsuak baina aldaketa hauek ez direla ikerketa guztietan emaitza berberak.

Azterketa zinematiko honetan kirolari honen lasterketa teknikan esanguratsuak diren aldagaien aldaketak identifikatzen dira. Horrela kirolari honentzat, triatloi batean lasterketa fasean lasterketa estandarreko teknika mantendu edo ahalik eta hoberen erreproduzitzeko gomendagarria izango litzateke lasterketa teknika lantzea eta txapelketarako irizpide batzuk izatea, ondorengo aldagaiak kontutan hartuz: pauso

luzera eta maiztasuna, bermatze unean oinaren angelua, belaunaren angelu minimoa eta enborraren inklinazioa.

Horrela kirolariari gomendatuko nioke triatloiko lasterketa fasean, lasterketa estandarrean eramaten duen pausu luzera eta maiztasuna eramatea, hori delako berak aukeratutakoa eta eroso sentituko dena, hau garrantzitsua izango da lasterketa efizientea izateko orduan (Saunders et al., 2004). Honez gain buruan izatea pausuak ematerakoan, bermatzea egiterakoan ez egitea hainbeste taloiarekin baizik eta metatartsoarekin. Honekin batera garrantzitsua izango da txapelketan enborra aurrerantz ez gehiegi makurtzea.

Txapelketatik kanpo teknikaren lanketari dagokionez, zangoaren berreskuratze fasea lantzeko teknika ariketa espezifikoak eta metatartsoko bermatzea areagotzeko ariketa espezifikoak egitea gomendatuko nioke.

9. BIBLIOGRAFIA

- Bonacci, J., Blanch, P., Chapman, A. R., & Vicenzino, B. (2010). Altered movement patterns but not muscle recruitment in moderately trained triathletes during running after cycling. *Journal of sports sciences*, 28(13), 1477-1487.
- Bonacci, J., Green, D., Saunders, P. U., Blanch, P., Franettovich, M., Chapman, A. R., & Vicenzino, B. (2010). Change in running kinematics after cycling are related to alterations in running economy in triathletes. *Journal of science and medicine in sport*, 13(4), 460-464.
- Bonacci, J., Saunders, P. U., Alexander, M., Blanch, P., & Vicenzino, B. (2011). Neuromuscular control and running economy is preserved in elite international triathletes after cycling. *Sports biomechanics*, 10(01), 59-71.
- Calamejías, A., Veiga Fernández, S. V., & Navarro Cabello, E. (2008). Análisis biomecánico de la carrera tras 40km de bici en competición. (Publikatu gabe)
- Chapman, A. R., Vicenzino, B., Blanch, P., Dowlan, S., & Hodges, P. W. (2008). Does cycling effect motor coordination of the leg during running in elite triathletes?. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(4), 371-380.
- Chapman, A. R., Vicenzino, B., Hodges, P. W., Blanch, P., Hahn, A. G., & Milner, T. E. (2009). A protocol for measuring the direct effect of cycling on neuromuscular control of running in triathletes. *Journal of sports sciences*, 27(7), 767-782.
- De Leva, P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *Journal of biomechanics*, 29(9), 1223-1230.
- Millet, G. P., Millet, G. Y., Hofmann, M. D., & Candau, R. B. (2000). Alterations in running economy and mechanics after maximal cycling in triathletes: influence of performance level. *International journal of sports medicine*, 21(2), 127-132.
- Millet, G. P., Millet, G. Y., & Candau, R. B. (2001). Duration and seriousness of running mechanics alterations after maximal cycling in triathletes. Influence of the performance level. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(2), 147-153.
- Millet, G. P., & Vleck, V. E. (2000). Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in Olympic triathlon: review and

practical recommendations for training. *British Journal of Sports Medicine*, 34(5), 384-390.

- O'Toole, M. L., & Douglas, P. S. (1995). Applied physiology of triathlon. *Sports Medicine*, 19(4), 251-267.
- Saunders, P.U. et al. (2004) Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners. *Sports Med.* 34(7): 465-485.