

GRADU AMAIERAKO LANA

FAKTORE BIOMEKANIKOEN ERAGINA ATLETISMOKO ERRESISTENTZIA PROBEN LASTERKETA EKONOMIAN: MARATOIA

EGILEA: Ortiz Garmendia, Ander

ZUZENDARIA: Usabiaga Arruabarrena, Oidui

IKASTURTEA: 2014/2015

DEIALDIA: Uztaila

AURKIBIDEA

Taulen zerrenda.....	4
Irudien zerrenda.....	4
1.Sarrera.....	6
2. Helburuak.....	8
3. Metodologia.....	10
3.1. Erabilitako datu baseak.....	10
3.2. Bilaketa estrategia.....	10
3.3. Artikuluaren multzokatzea eta edukien analisia.....	11
4.Maratoia.....	12
4.1. Maratoia lasterketaren ezaugarriak.....	12
4.1.1. Maratoiaren historia eta bilakaera.....	13
4.1.2. Maratoiaren denbora ezaugarriak.....	13
4.2. Maratoilarien ezaugarriak.....	14
4.2.1. Ezaugarri fisiologikoak.....	15
4.2.2. Ezaugarri antropometrikoak.....	16
4.2.3. Ezaugarri psikologikoak.....	18
4.3. Maratoilarien pausu ezaugarriak.....	19
4.3.1. Pausu zikloaren faseak.....	19
4.3.2. Pausu zikloaren hainbat ezaugarri.....	24
4.3.3. Korrika faseak eta erabilitako giharrak.....	25
4.3.3.1. Oina lurrarekin kontaktuan jartzean.....	25
4.3.3.2. Oina lurrarekin guztiz bermatuta dagoenean.....	26
4.3.3.3. Oinak lurrarekin bultzada egitea.....	27
4.3.3.4. Hegaldi faseko momentua.....	28
5.Lasterketa ekonomia.....	31
5.1. Sarrera.....	31
5.2. Lasterketa ekonomian eragiten duten aspektuak.....	32
5.2.1. Kanpo faktoreak.....	33
5.2.1.1. Ingurugiro faktoreak.....	33
5.2.1.2.Jantziaren faktoreak.....	36

5.2.2. Barne faktoreak.....	37
5.2.2.1. Biologiaren aspektuak.....	37
5.2.2.2. Faktore fisiologikoak.....	37
5.2.2.3. Faktore psikologikoak.....	41
5.2.2.4. Entrenamendu faktoreak.....	42
5.3. Lasterketa ekonomian eragiten duten faktore biomekanikoak.....	43
5.3.1. Antropometria.....	44
5.3.2. Hanken zurruntasuna.....	44
5.3.3. Malgutasuna.....	45
5.3.4. Oinaren zapaltzea.....	46
5.3.5. Oinetakoen erabilera.....	48
5.3.6. Beheko gorputz adarren denbora-espazio aldagaiak.....	49
5.3.7. Goiko gorputz adarren biomekanika ezaugarriak eremu lauan.....	54
5.3.7.1. Beso-sorbalda.....	55
5.3.7.2. Enborra.....	57
5.3.7.3. Burua.....	58
5.3.8. Gorputz atalen angeluak pausu faseetan.....	59
5.3.8.1. Lurreratze fasea edo inpaktu fasea.....	59
5.3.8.2. kontaktu-indargetze fasea.....	61
5.3.8.3. Bultzada fasea.....	63
5.3.8.4. Hegaldi fasea.....	65
5.3.9. Zoru aldapatsuko biomekanika ezaugarriak.....	67
5.3.9.1. Aldapa gorako biomekanika ezaugarriak.....	67
5.3.9.2. Aldapa beheko biomekanika ezaugarriak.....	69
5.3.9.3. Indar eta energia inpaktua penditzetan.....	70
6. Akats biomekanikoak korrika egiterakoan	72
6.1. Biomekanika akats ohikoenak korrikaldian.....	72
6.2. Korrika egiterakoan biomekanika akatsak hobetzeko jarduerak.....	74
7. Ondorioak.....	77
8. Erreferentziak.....	80

TAULEN ZERRENDA

1. taula. Erabilitako gako hitzen baliokideak eta bakoitzari dagokien hizkuntza.....	11
2. taula. Emakumeen eta gizonezkoen maratoiko munduko errekorrak (International Association of Athletics Federations, IAAF, 2015).....	14
3. taula. Maratoilari baten ezaugarri antropometrikoak (Lucia et al., 2006; Ogueta-Alday, 2014; Zillmann et al., 2013).....	18
4. taula. Erresistentziako proben txapeldun olinpikoak (Ogueta-Alday, 2014).....	40
5. taula. LE (lasterketa ekonomia) eta VO ₂ -ren datuak abiadura ezberdinetan eta zapaltzen ezberdinetan (Ogueta-Alday, 2014; Ogueta-Alday et al., 2013).....	47
6. taula. Lurreratze faseko angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013).....	61
7. taula. kontaktu-indargetze faseko angelua (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013).....	63
8. taula. Bultzada faseko angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013).....	65
9. taula. Hegaldi faseko angelua (Hussain & Ansari, 2013).....	66

IRUDIEN ZERRENDA

1. irudia. Korrikaren kontaktu-indargetze fasea (Sant, 2005).....	20
2. irudia. Kontaktuan ez dagoen oinaren posizioa (Sant, 2005).....	21
3. irudia. Korrikaren bultzada fasea 1 (Sant, 2005).....	21
4. irudia. Korrikaren bultzada fasea 2 (Sant, 2005).....	22
5. irudia. Hegaldi fasea azpifaseetan (Sant, 2005).....	22
6. irudia. Pausu ziklo oso baten sekuentzia (Dunga & Bhat, 2005).....	23
7. irudia. Gorriz dauden giharrak gihar motoreak dira eta berdez daudenak orekatzaileak (Comellas Berenguer, 2008).....	25
8. irudia. Gorriz dauden giharrak gihar motoreak dira eta berdez daudenak orekatzaileak (Comellas Berenguer, 2008).....	26

9. irudia. Gorritz dauden giharrak gihar motoreak dira eta berdez daudenak orekatzaileak (Comellas Berenguer, 2008).....	27
10. irudia. Pausu zikloaren momentu bakoitzean parte hartzen duten giharrak (Novacheck, 1998).....	30
11. irudian. Distantzia luzeko lasterketa errendimenduan eragina duten faktoreak (Ogueta-Alday, 2014).....	33
12. irudia. Orpoarekin bermatzea (Ogueta-Alday, 2014).....	46
13. irudia. Oin zolaren bermatzea (Ogueta-Alday, 2014).....	46
14. irudia. Oin puntaren bermatzea (Ogueta-Alday, 2014).....	46
15. irudia. Zapaltze motaren arabera hegaldi eta lurrarekiko kontaktu denborak (Ogueta- Alday, 2014; Ogueta-Alday et al., 2013).....	51
16. irudia. Pausu luzera eta maiztasun aldakuntza abiadura igo ahala (Ogueta-Alday, 2014).....	53
17. irudia. Korrikaren aurreranzko eta goranzko indarra (Dyson, 1980).....	54
18. irudia. Besoen angelua (Dyson, 1980).....	56
19. irudia. Enborraren errotazioak (Smoliga, 2007).....	57
20. irudia. Lurreratze fasearen angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013).....	60
21. irudia. Lurreratze fasearen mugimenduak. Besoaren aurreranzko mugimendua kontrako aldeko kontaktu hankarekin (121°) eta besoaren atzeranzko mugimendua alde bereko kontaktu hankarekin (90°).....	60
22. irudia. Kontaktu indargetze fasearen bi momentuen angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Sant, 2005).....	62
23. irudia. Kontaktu-indargetze fasearen mugimenduak. Besoaren atzeranzko mugimendua kontrako kontaktu hankarekin (103°) eta besoaren aurreranzko mugimendua alde bereko kontaktu hankarekin (90°).....	62
24. irudia. Bultzada fasearen angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013).....	64
25. irudia. Bultzada fasearen mugimenduak. Aireratzen den aldeko hankaren besoa atzerantz (95°) eta aireratzen den hankaren besoa aurrerantz (75°).....	64
26. irudia. Hegaldi fasearen angeluak (Hussain & Ansari, 2013).....	66

27. irudia. Hegaldi fasearen mugimenduak. Atzerantz doan besoa (91°) eta aurrerantz doan besoa (51°).....	66
28. irudia. Belauna eta orkatilaren angelua aldapa behera (Buczek & Cavanagh, 1990).....	69
29. irudia. Balaztatze eta bultzada indarrak penditz ezberdinetan (Gottschall & Kram, 2005).....	71
30. irudia. Besakada enborra bertikalki (Granell & Lazcorreta, 2004).....	74
31. irudia. Besakada enborra aurrerantz inklinatuta (Granell & Lazcorreta, 2004).....	75
32. irudia. Orpo punta ariketa (Granell & Lazcorreta, 2004).....	75
33. irudia. “Skiping” altua ariketa (Granell & Lazcorreta, 2004).....	76
34. irudia. “Segundos de triple” ariketa (Granell & Lazcorreta, 2004).....	76
35. irudia. Zabaltasun jarduerak (Granell & Lazcorreta, 2004).....	76
36. irudia. Maiztasun jarduerak (Granell & Lazcorreta, 2004).....	77

1. SARRERA

Bizitza mugimenduz osatuta dago, jauzi egitea, oinez ibiltzea, jaurtiketa, harrera, altxatzea, esertzea, etzatea... Denak dira mugimenduak eta mugimendua diren aldetik dute berezko biomekanika. Kirolean ere mugimenduak ugariak zein anitzak dira eta hauen erabilera momentua eta dosifikazioa edo efizientzia oso garrantzitsuak dira.

Kirolean, mugimendu guztien artean, korrika egitea baino mugimendu oinarrizko, natural edo sinpleagorik segur aski ez da izango, oinez ibiltzearekin batera. Izan ere, ia kirol espezialitate guztiak ezaugarritzen dira korrikaldietan, era eta mota anitzekoak izanik hauek. Baina fokua korri egitean bakarrik jartzen duten kirolak gutxi batzuk dira, horietako gehiengoak atletismoaren barruan kokatzen direlarik.

Atletismoa, barne diziplina asko dituen kirola da eta diziplina gehienek oinarria keinu naturaletatik dator, hala nola, jauzia, jaurtiketa edo korri egitea. Barne diziplina horien artean, jaurtiketak daude (xabalina, diskoa, pisua eta mailua), jauziak (altuera, luzera,

hirukoitza eta pertika), martxako probak (20 km eta 50 km) eta lasterketak, azken hauek, abiadura (100 m, 100/110 m hesiak, 200 m , 400 m eta 400 m hesiak) edo erresistentzia (800 m, 1500 m, 3000 m oztopoak, 5000 m, 10000 m eta maratoia) motakoak izan daitezke. Azkeneko hiru probak distantzia luzeko lasterketen barnean sartzen dira eta multzo honetako proba da guk aztertuko duguna, maratoia.

Distantzia luzeko proben (maratoia barne) helburu nagusienetako bat nekea ahalik eta gehien atzeratzea da. Izan ere, errendimendua lortzea distantzia luzeko lasterketetan gehienbat oxigeno kontsumoaren, atalase anaerobikoaren eta lasterketa ekonomiaren baitan dago. Guk lasterketa ekonomian jarri dugu fokua. Abiadura zehatz batean distantzia bat korrika burutzeko nahikoa den energia gastua bezala definitzen da, hau da, norberaren esfortzua kontrolatzea eta ekonomizatzea lasterketa bakoitzaren iraupenaren eta distantziaren arabera (Ogueta-Alday, Morante, Rodríguez-Marroyo, Villa & García-López, 2011).

Lasterketa ekonomia horretan, aspektu edo faktore asko eduki behar dira kontuan, hots, entrenamendua, nekea, ingurunea, psikologia, fisiologia, biomekanika...denek osatzen baitute lasterketa ekonomiaren zatitxo bat. Azken honek ordea, Nummela eta kideek (2007), Ogueta-Alday-ek (2014) edo Saunders eta kideek (2004) azpimarratu duten bezala, garrantzia handiena hartu ohi du eta horregatik jarri dugu fokua kontzeptu honetan. Biomekanikaren aspektuen barruan sar genezake, besteak beste, oinaren bermatze motak, goiko eta beheko gorputz adarren angeluak, enborraren postura, oinaren kontaktu denbora, pausu zabalera... Honela, pausuaren biomekanika ezaugarriak ardatz harturik, biomekanika egoki edo ezin hobe bat lortzeko nahian arituko gara (Ogueta-Alday et al., 2011).

Hori guztia kontuan hartuta, maratoiko korrikalarien korri egiteko biomekanika efizienteena zein den aztertuko dugu eta honek energia aurrezpenean eta noski, bukaerako emaitzan, nola eragiten duen ondorioztatuko dugu ondorengo lanean.

Esan behar da, faktore biomekanikoek maratoiko lasterketa ekonomian duten

eraginaren inguruan, asko ikertu izan dela azken hamarkadetan eta oraindik ere ikerketa dezente egiten ari direla. Arrazoietako bat, errepideko lasterketen parte hartzea izugarri handitu delako da eta parte hartze handi horretan era guztietako kirol mailak agertzen direlako, eliteko maila duten lasterkarietatik hasita, lasterketa bukatzea helburu duten korrikalari xumeetara. Aniztasun horretan zientzialarien interesa piztu da era guztietako ikerketak egiteko.

Ikerketa asko beheko gorputz adarreko biomekanikan zentratu dira eta hauen barruan batez ere, kontaktu denbora, hegaldi denbora, pausu maiztasuna eta luzera eta bertan parte hartzen duten giltzaduren angeluan. Ikerketak ikerketa, lasterketa ekonomia eta biomekanika ezaugarrien inguruan ateratako ondorioetako bat, guztiz demostratu gabeko hipotesi asko daudela da, hau da, iritzi kontrajarri asko egotearena. Hala ere, gorputz atalen angeluen inguruan adostasuna handia da.

Halaber, goiko gorputz adarreko biomekanikaz ere aritu dira, baina ikerketa hauek oraindik ere oso urriak dira, nahiz eta azkenean ekonomikoa den postura egokiena zein den zehaztu. Gainera, aurrez aipatutako biomekanika ezaugarriek (pausu luzera/frekuentzia, hegaldi/ kontaktu denbora...) penditz ezberdinetan aldakuntzak jasaten dituzten ere ikertu da eta espero bezala pausua moldatu behar da ekonomikoa lortzeko.

Gainera, biomekanika aldetik ohikoak diren akatsak ere zerrendatu dira, Granellen (2004) artikulu batean oinarrituz eta hauek konpontzeko ariketak ezarri.

2. HELBURUAK

Sarreran esandakoak kontuan hartuta, lan honetan gorputz atal guztien biomekanika aztertzen saiatuko gara, besoetatik hasi, enborrean jarraitu eta oineko giltzaduretan bukatuz. Hau guztia korri egiteko mugimenduan zehar aztertuko dugu, pausu zikloetan, zehazki maratoiko proban eta bide batez, energia gastuan edo lasterketa ekonomian ere nola eragiten duten aztertuko da. Beraz, helburu nagusia maratoiko proba batean

parte hartzean korrikalariaren gorputz jarrera eta biomekanika efizienteena zein den zehaztea eta biomekanika efiziente honek amaierako emaitzan eta lasterketako energia aurreztean (lasterketa ekonomian) nola eragiten duen aztertzea izango da, betiere, gaur egungo literatura zientifikoan aurkitutako ikerlanen arabera. Alderdi hauek lagungarri izango dira korrikalariarentzat (eta beronen entrenatzailearentzat), bere postura eta pausu ezaugarriak ezagutu eta akatsen arabera egokituz, praktikara eraman eta errendimenduan hobekuntza sortzeko.

Helburu nagusiaren azpian helburu espezifikoagoak ere zehaztu dira:

- Atletismoa eta bereziki maratoiaren ezaugarriak aztertzea (probaren nondik norakoak, bilakaera, denbora ezaugarriak...) eta maratoiko eliteko korrikalari batek behar dituen ezaugarri antropometrikoak, fisiologikoak eta psikologikoak aztertzea.
- Korrika egiteko pausuaren azterketa bat egitea, fasez fase, aldi bakoitzean zein mugimendu sartzen diren azalduz eta mugimendu bakoitzean zein giharrek parte hartzen duten adieraziz.
- Lasterketa ekonomian eragiten duten gainontzeko faktoreak gainetik azaltzea (fisiologikoak, ingurugirokoak, psikologikoak, entrenamendukoak...).
- Lasterketa ekonomian eragiten duten faktore biomekanikoen azterketa sakona egitea, kirolariaren gorputz atal gehienen angeluak aztertuz, oinaren zapaltzea, pausuaren denbora-espazio aldagaiak (kontaktu/hegaldi denbora eta pausu luzera/maiztasuna) eta goiko gorputz adarren ezaugarriak zehaztuz.
- Ereku aldapatsu bat sartzeak biomekanika aldetik gertatzen diren aldaketa aztertzea, bai beheko aldapetan (giltzaduren angeluari dagokionez) eta baita gorako aldapetan (espazio-denbora aldagaiei dagokienez), energia gastua ere aztertuz.

- Faktore biomekanikoak hobetzeko edo akatsak zuzentzeko ariketa batzuk zerrendatzea, ondorioz, lasterketa ekonomia hobetuko dutelarik.

3. METODOLOGIA

Lan honetan lasterketa ekonomian eragiten duten faktore biomekanikoen inguruko literaturaren errebisio sistematikoa egin da, hots, kalitate irizpideei dagokien bigarren aldia kontuan izan gabe. Prozesu metodologikoari dagokionez, lehenik eta behin bilaketa gauzatzeko datu baseak zehaztu dira, halaber, bigarren pausu batean, bilaketa gauzatzeko estrategia zehaztu da (gako-hitzak, hizkuntza eta urtea) eta azkenik, eskuratutako artikulak edukiaren arabera multzokatu dira.

3.1. Erabilitako datu baseak

Bilaketa bibliografikoa Dialnet, Google Academico, Pubmed, Tesis Doctorales en la Red (TDR) eta TESEO bezalako bilatzaileen bidez egin da. Informazioa bilatzeko gehienbat Google Academico eta Pubmed erabili dira, izan ere, aurkitu diren 63 lanetatik 53 bilatu baitira bilatzaile hauen bitartez. Beste datu baseak gainontzekoak bilatzeko erabili dira, hau da, Dialneten bidez 6 aurkitu dira, TDR-ren bidez bat, TESEO-ren bidez beste bat eta geratzen diren bi lanak bi webgunetan aurkitu dira.

3.2. Bilaketa estrategia

Aipatu berri diren bilatzaileetan erabilitako gako hitzak honako hauek izan ziren: Lasterketa ekonomia, Biomekanika, Maratoiaren faktoreak eta Korrika egin. Gako hitz hauek eta berauen baliokideak (1. taula) erabiliz, edozein hizkuntzatan idatzitako artikulak bilatu ziren, bereziki ingelesez (48) eta gazteleraz (14) aurkitu zirelarik. Tartean ordea, bazen katalanez idatzitakoa ere. Urteari dagokionez, berriz, ez zen inolako mugarik ipini eta 1978. urtetik gaur egunera arteko lanak aurkitu ziren.

1. taula. Erabilitako gako hitzen baliokideak eta bakoitzari dagokien hizkuntza.

	Ingelesez	Gaztekeraz	Katalanez
Korrika egin	Running, running economy, runners, training, marathon history, half marathoners, marathoners, runner characteristics, runner anthropometric, running speed/time, distance runners, competition, level running, uphill running, downhill running, slopes, incline, decline, athletics, gait cycle, gait phases, running muscles.	Carrera resistencia	Fases de la cursa
Biomekanika	Kinematic, electromyography, leg, torso, arms, gait cycle, posture and gait, muscle-tendon units mechanical, step rate, joint mechanics, stride frequency, stride length, stance phase, swing phase, aerodynamic, angulations.	Técnica atletismo, eficacia y técnica deportiva, análisis del movimiento, fallos biomecánicos, pisada.	Anàlisi biomecànica, suport, impacte, flexió maluc, genoll, graus, posició del peu.
Maratoiaren Faktoreak	Physiological, anthropometric characteristics, leg stiffness, flexibility.	Calzado, terreno, biología, umbral, genero, tipo de fibras, edad, raza, factores externos, factores internos, factores medioambientales, viento, temperatura, humedad, altura, pendiente del terreno, psicología, entrenamiento, pisada.	
Lasterketa ekonomia	Efficiency speed, fatigue, affecting factors.	Energía, economía de carrera.	

3.3. Artikuluen multzokatzea eta edukien analisisa

Eskuratutako artikuluek jorratzen zituzten gaiak kontuan edukita, bost multzotan banatu ziren guztiak. Bost azpi-multzoak ondorengoak dira:

- a) Maratoiaren inguruko eta maratoilarien ezaugarriak aztertzen dituzten artikulua.
- b) Pausuaren ezaugarriak eta honi lotutako azpi-gaiak (erabilitako giharrak, pausu zikloak...) aztertzen dituzten artikulua.

- c) Lasterketa ekonomian eragiten duten biomekanikoak ez ziren faktoreak aztertzen dituzten artikuluak.
- d) Lasterketa ekonomian eragiten duten faktore biomekanikoak aztertzen dituzten artikuluak.
- e) Biomekanikoki ohikoak diren akatsak eta jarduerak aztertzen dituzten artikuluak.

Artikulu guztiak azpi-multzoetan pilatu ondoren, azpi-multzo bakoitzeko ikerlanen aurkitutako edukien azterketa kualitatiboa burutu zen, betiere, berauetan jorratzen ziren ekarpen nagusiei erreparatuz. Era berean, jarraian aurkeztuko diren 4, 5 eta 6 puntuetako emaitzak osatzeko, atal bakoitzean azpi-gaien arabera artikuluaren arteko alderatzea gauzatu da, informazio kontrajarriak eta bateratuak azalera araziz.

4. MARATOIA

4.1. Maratoia lasterketaren ezaugarriak

Maratoia, atletismoaren barruan dagoen diziplinarik luzeenetarikoa izanik, erresistentzian oinarritzen den proben barruan sartzen da. Hala izanik, bere gakoetako bat neke fisiko eta mentala jasatean dago eta ezaugarri horiek ahalik eta gehien atzeratzea denboran. Horregatik, eta beste hainbat arrazoiengatik, energia aurrezpena eta esfortzu ekonomia oso ondo islatzen dituen proba da hau.

Gaur egun atletismoaren barruan sartzen den diziplina bat da nahiz eta ez den pistan egiten. Gainera, Joko Olinpikoetako programaren barruan korrika saioko lasterketarik luzeena ere bada, nahiz eta atletismoko proba guztien artean bigarren luzeena izan 50 km martxaren ondoren. Maratoilariak betetzen duten distantzia 26 mila eta 348 yarda edo 42,195 km izaten dira (International Association of Athletics Federations, IAAF, 2015)

Nahiz eta, lehen aipatu moduan, maratoia atletismoko pistaren barruan ez egin, historikoki azken metroak pistan egin izan dira, helmuga ere bertan jarriz. Gaur egun pistan amaitzearena ez da beti horrela izaten, batzuetan lasterketa osoa kalean

burutzen baitute.

Lasterketa bat izanik bere helburua noski 42,195 kilometroak ahalik eta azkarren osatzea da, beti ere gainontzeko lehiakideak errespetuz tratatuz eta legearen barruan jardunez.

4.1.1. Maratoiaren historia eta bilakaera

Maratoiaren jatorria greziarra da, zehazki, Philippides greziar soldaduaena. Izan ere, K.A. 490. urtean, Atenas eta Marathon hirien artean guda bat egon zen Persiarrekin. Guda hau amaitzean eta Persiarren porrotaren berri emateko bi herri horien artean zeuden 26 milak egin zituen korrika Philippidesek eta nekearen nekez akiturik hil egin zen, antza aurreko egunean ere beste 150 mila korri egin zituelako.

1896an, lehenengo Joko Olinpikoen antolatzaileek greziar soldadu horren balentria omentzeko 40 km inguruko proba bat egitea erabaki zuten, hain zuzen Atenasetik Marathon hirirako distantzia zehatza. Probari Marathon izena jarri zioten.











Maratoiaren distantzia zertxobait luzatu zuten ondoren, gaur egungo 42,195 kilometroak izateraino. Aldaketa hau 1908ko Olinpiar Jokoetan egin zen eta 1921. urtean guztiz estandarizatu zuten. Distantzia handitzearen arrazoia Alexandra erreginak helmugan eta Royal Nursery-k irteeran ikus zezaten izan zen.

4.1.2. Maratoiaren denbora ezaugarriak

Iraupena da proba honen faktorerik bereizgarriena, energia aurrezpenean lotuta doan ezaugarri garrantzitsuenetakoa. Gaur egun, mutilen maratoiaren iraupena bi taldetan banatu daiteke: batetik, atleta afrikarren markari dagokiona (2h 03min- 2h 08min artekoa) bestetik, atleta zurien marka (atleta gutxik jaisten dute 2h 10 minutuko langa). Nesken kasuan markak 2h 20 minututik 2h 30 minutura doaz puntako atleten kasuan. Nahiz eta normalean egiten diren markak oraintxe aipatu direnak izan, munduko

errekorrak zertxobait azpitik daude:

2. taula. Emakumeen eta gizonezkoen maratoiko munduko errekorrak (International Association of Athletics Federations, IAAF, 2015)

MALE				FEMALE			
POS	ATHLETE	MARK	COUNTRY	POS	ATHLETE	MARK	COUNTRY
1	Dennis Kipruto KIMETTO	2:02:57	 KEN	1	Paula RADCLIFFE	2:15:25	 GBR
2	Emmanuel Kipchirchir MUTAI	2:03:13	 KEN	2	Liliya SHOBUKHOVA	2:18:20	 RUS
3	Wilson Kipsang KIPROTICH	2:03:23	 KEN	3	Mary Jepkosgei KEITANY	2:18:37	 KEN
4	Patrick Makau MUSYOKI	2:03:38	 KEN	4	Catherine NDEREBA	2:18:47	 KEN
5	Haile GEBRSELASSIE	2:03:59	 ETH	5	Tiki GELANA	2:18:58	 ETH

Gizonezkoen kasuan errekorra 2h 2min eta 57 segundokoa da eta emakumezkoen kasuan 2h 15 min eta 25 segundokoa.

Ikusi da maratoian distantzia aldaketak izan direla historian zehar eta iraupen ezberdinak daudela bakoitzaren mailaren arabera, baina helburua lortzeko beti mantenduko den aldagaia lasterketaren efizientzia eta energia aurrezteak izango da.

4.2. Maratoilarien ezaugarriak

Atletismoa eta are gehiago maratoia, banakako errendimenduan ezaugarritzen da, hots, norberaren gaitasunen arabera izango da azken emaitza eta honek garrantzi handia suposatzen du atletarentzat. Atletaren momentuko errendimenduak emango dio emaitza eta emaitza hori ezaugarri batzuen menpe egongo da.

Horregatik, fisiologikoak, psikologikoak... diren alderdiak zaintzen baditu emaitza onetik gertuago egongo da kirolari hau.

4.2.1. Ezaugarri fisiologikoak

Maratoiak 42 km eta 175 metro dituen aldetik, estres fisiologiko konstante bat suposatzen du organismoan (Vicente et al., 2013).

- Maratoi batean gertatzen den lehen aldaketa pisua da. Maratoian zehar deshidratazioa gertatzen denez, nahiz eta lasterketan edan, pisua helmugan pare bat kilo baxuagoa izaten da (Vicente et al., 2013).
- Maratoilari batentzat aspekturik garrantzitsuenetarikoa ahalmen aerobiko oso ona izatea da. Proba honen errendimenduan aspektu aerobiko ona ez dago zertan gehienezko oxigeno kontsumo (VO₂ max) ona edukitzearekin erlazionatuta, gainera maratoilariak ez dute VO₂ max-a beste erresistentzia probetako korrikalariak duten bezain ona. Horregatik, atalase anaerobiko altu bat eta honi eusteko ahalmenean oinarritu beharko da maratoilaria (Farley & Hamley, 1978; Vicente et al., 2013).
- Garrantzi handiagoa izango du baita glukogeno muskularrak eta hepatikoak, energia aurrezteko gaitasunak, oxigeno kontsumoaren % altua mantentzea eta lasterketa ekonomia (Alonso & Campo, 2002; Vicente et al., 2013).
- Teknika modu egoki eta eraginkor batean eraman ahal izateko, malgutasunak eta giltzaduren mugikortasunak garrantzia handia du maratoilariengan, baita lesioak ekidin ahal izateko ere (Gil, Marin & Pascua, 2005).
- Erritmoaren kontrol ona izatea oso garrantzitsua da, lasterketan zehar energiaren banaketa egokia eman ahal izateko. Honela, energia aurreztuko da lasterketaren zati lehiakorrenetarako eta ez da inongo txakalaldirik izango errendimenduan (Abbiss & Laursen, 2008).

4.2.2. Ezaugarri antropometrikoak

Erresistentzia korrikalariak, eta bereziki maratoilariek, ezaugarri antropometriko zehatz batzuk edukitzea oso garrantzitsua da, horrek ondoren korri egiterako garaian biomekanika egokiagoa izatea suposatuko delako. Ezaugarri antropometrikoen artean, bereziki pisua, altuera, gorputz adarren luzera, zirkunferentziak... sartuko dira.

Erresistentzia korrikalarien pisua 57-62 kg tartekoa izan behar da arraza eta altueraren arabera. Normalean, arraza beltzekoak pisu gutxiago dutenak izaten dira eta 57 kilotara gerturatzen dira eta gainontzeko arrazak pisu gehiago dutenak izaten dira. Bestetik, altuerari dagokionez, normalean 172-174 cm tartean egoten dira korrikalariak (Lucia et al., 2006). Beste autore batzuek aldiz, atletaren prototipoa 66 kg-tan ezartzen dute eta altuera pare bat zentimetro garaiago (Ogueta-Alday, 2014).

Berez, korrikalariarentzat ez dago pisu eta altuera zehatzik, izan ere, atleta bakoitzak ezaugarri ezberdinak dituzte eta duten ezaugarriekin jo behar dute aurrera. Hala ere, erresistentzia korrikalariak zenbat eta argalagoak izan beraien errendimendurako hobea izango da. Normalean, zenbat eta distantzia luzeagoko korrikalariak izan beraien altuera eta pisua aldatzen joaten da, 1500 metroko korrikalari bat pisutsuagoa eta altuagoa izanik eta maratoikoa askoz ere argalagoa eta normalean txikiagoa (Zillmann et al., 2013).

Korrikalarien gorputzeko antropometriari begiratzen badiogu, beraien besoen, hanken... zirkunferentzian eta luzeran honako ezaugarriak ateratzen dira:

- Hankaren luzera 92,5 cm-koa izaten da, 48,2 cm belaunetik aldakara eta 44,3 cm belaunetik oinera (Lucia et al., 2006; Ogueta-Alday, 2014).
- Bestetik, izterraren zirkunferentzia 48-50 cm tartean egon behar luke eta zangoaren zirkunferentzia maximoa 36 cm inguru. Orkatileko zirkunferentziarik txikienari dagokionez 21 cm eskasekoa izango da (Lucia et al., 2006; Ogueta-

Alday, 2014).

- Zillmann eta kideek (2013) goiko gorputz adarren luzera egokia ere kalkulatu dute, 30 cm-koa izanik.
- Pisuan bezala zirkunferentzia eta luzeran probaren distantziaren arabera aldaketak daude. Horrela, maratoi erdikoak pisutsuagoak dira eta hanka luzeagoak dituzte, gainera, besoaren lodiera eta izterraren lodiera handiagoa dute eta baita bularraldea, abdominala eta supra-iliakoa, gantz portzentajeen aldetik begiratuta ere. Horregatik, gantz portzentaje totala eta gihar masa gehiago dute maratoilariekin alderatuz (Zillmann et al., 2013).
- Azkenik, erresistentzia korrikalariaren BMI edo gorputz masa indize estandarra 19-20-21 kg/m tartean izan ohi da eta 6 tolesen batura 29 mm-koa dela eritrearren artean, 33-35 mm-koa arraza kaukasikoen artean (Lucia et al., 2006).

Beraz, emaitza hoberenak lortu zituzten korrikalariak gantz portzentaje gutxiago, gorputz masa indize txikiagoa eta tolesen batura txikiagoa lortu zuten.

Hona hemen maratoilari baten ezaugarri antropometrikoen sailkapen orokor bat:

3. taula. Maratoilari baten ezaugarri antropometrikoak (Lucia et al., 2006; Ogueta-Alday, 2014; Zillmann et al., 2013)

EZAUGARRI ANTROPOMETRIKOAK	
Altuera	172-174 cm
Pisua	57-62 kg
Hankaren luzera	92,5 cm
Belaunetik aldakara	48,2 cm
Belaunetik oinera	44,3 cm
Besoen luzera	30 cm
Izterraren zirkunferentzia	48-50 cm
Zangoaren zirkunferentzia max.	36 cm
Orkatilaren zirkunferentzia txik.	21 cm
BMI (gorputz masa indizea)	19-21 kg/m
6 tolesen batura	29-33 mm

4.2.3. Ezaugarri psikologikoak

Kualitate fisikoek errendimendua mugatzen dute, baina badaude beste aspektu batzuk errendimendu hori gehiago mugatu dezaketenak, faktore psikologikoak alegia.

Iraupen luzeko proba bat denez, atleta hauek nekerako erresistentzia handia izan behar dute, 2 orduz ekin beharko diotelako ariketari muturreko egoeretan. Horregatik, maratoilari hauek aspektu agonikoak asko kontrolatu beharko dituzte, jakin behar baita muturreko nekeari ere aurre egiten eta baita teknikaren kontrol osoa izaten errendimendua ahalik eta gutxiena oztopatzeko (Hanley, 2013).

Beste aldetik, garrantzi handia du probara joaten edo lasterketan bertan dugun motibazio, auto-konfiantza eta indar mentalak, izan ere, lasterketan zehar aurkituko dituzten momentu larriak pasatzeko gai izan behar baitira korrikalariak eta horrela errendimendua hobetuko dute (Jaenes, Godoy-Izquierdo & Roman, 2008).

Oso exigentea den proba denez fisiologikoki eta psikologikoki zigor handia suposatzen du, horregatik errendimenduan batez ere, kontuan hartu beharreko aspektuak dira organismoan edo burmuinean aldaketa ahalik eta leunenak izateko. Esfortzuen ekonomia, janari/edari barneraketa, motibazioa... dira kontuan hartu beharreko horietako batzuk.

Bestetik, probara zer ezaugarriekin iristen garen garrantzitsua izango da, asko lagunduko dio aurreko guztia betetzeko, hau da, gorputz ezaugarri ezin hobeak izatea, pisua baxua edo atalase aerobikoa altua izatea kasu.

4.3. Maratoilarien pausu ezaugarriak

Maratoi batean erabakigarrienetariko aldagaia pausua izan ohi da.

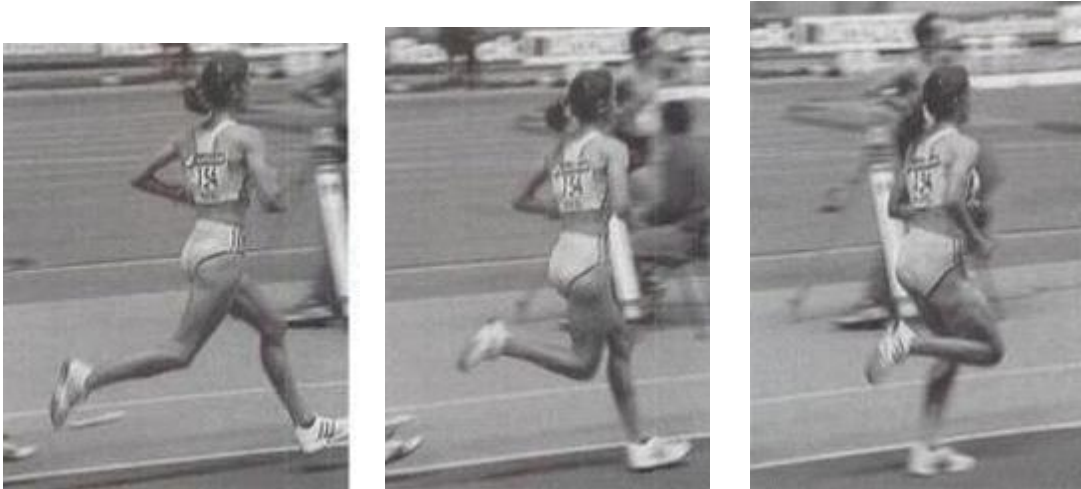
Pausu bakoitzak fase edo ziklo ezberdinak ditu eta fase bakoitzaren arabera parte hartzen duten giharrak ere ez dira berdinak izaten. Garrantzitsua da beraz, pausuaren ezaugarriak aztertzea hau izango baita biomekanikaren ardatza eta lasterketaren efizientziaren abiapuntua.

4.3.1. Pausu zikloaren faseak

Pausu zikloa definitu behar badugu, oinak lurra ukitzen duenetik oin berak berriz ere lurrarekin kontaktua jartzen duen arteko mugimendu ziklikoa dela esan genezake. Horrela, Sant (2005) eta Smoliga (2007) bat datoz pausuaren faseak edo aldiak banatzean: batetik, lurrarekin kontaktuan dagoen momentua eta bestetik, hegaldian dagoen momentua. Lehenengo fase honetan hainbat sailkapen egin daitezke, baina lan honi begira ondorengo hiru azpifaseak bereizi dira:

- a) Kontaktu-indargetze fasea: Oinak lurrarekin kontaktua hartzen duenean hasten da. Oinak lurrarekiko kontaktua hartzera doanean orpoarekin lurrari apuntatzetik metatartsoaren kanpoko aldearekin lurra kontaktatzera pasatzen da oso ekintza

azkarrean. Zenbat eta lasterketa abiadura handiagoa izan oinaren lurrarekiko bermatzea geroz eta gehiago gerturatzen da behatzerantz (Sant, 2005).



1. irudia. Korrikaren kontaktu-ındargetze fasea (Sant, 2005)

Oinaren kontaktua grabitate zentroaren aurrean gertatzen denez, balaztatze indarra eragiten du eta horregatik, zenbat eta orporantzago jarri bermatzea balaztatzea handiagoa izango da, belaunaren flexioa handituz eta aldakaren beherakada eraginez (Sant, 2005).

Izterraren eta oinaren gihar luzagarriek lan eszentriko bikaina egiten dute, izterraren flexioa ekidinez. Tentsoreak malgukiak bezala luzatzen dira horrela aldaka goian mantentzea eragiten dutelarik.

Kontaktuan ez dagoen oinaren orpoa ipurmasailera itsatsita dago. Bien bitartean, libre dagoen belauna kontaktuan dagoen hankako belaunerantz doa hau gaindituz. Ondoren, izterrak elkarren artean paralelo jartzen dira biak guraizeak bezala gurutzatu baino lehen.

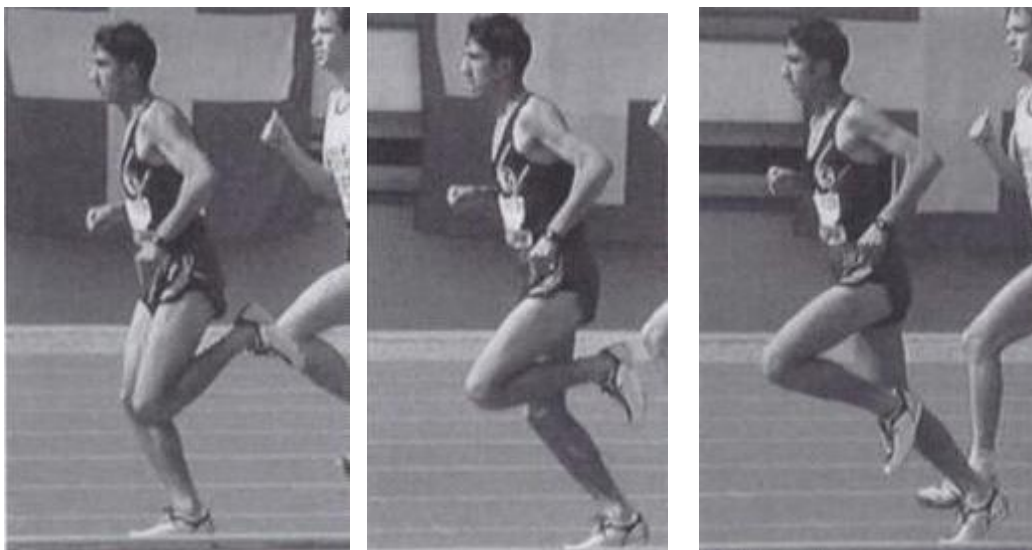


2. irudia. Kontaktuan ez dagoen oinaren posizioa (Sant, 2005)

Zenbat eta lasterketa abiadura handiagokoa izan, belaubaren flexio angelua txikiagoa izango da, grabitate zentroak kontaktu hankaren bermatzetik pasatzean. Orduetik aurrera amaitzen da indargetze eta bultzada fasea hasten da.

b) Bultzada fasea: Grabitate zentroak bermatutako hanka gainditzen duenean hasten da.

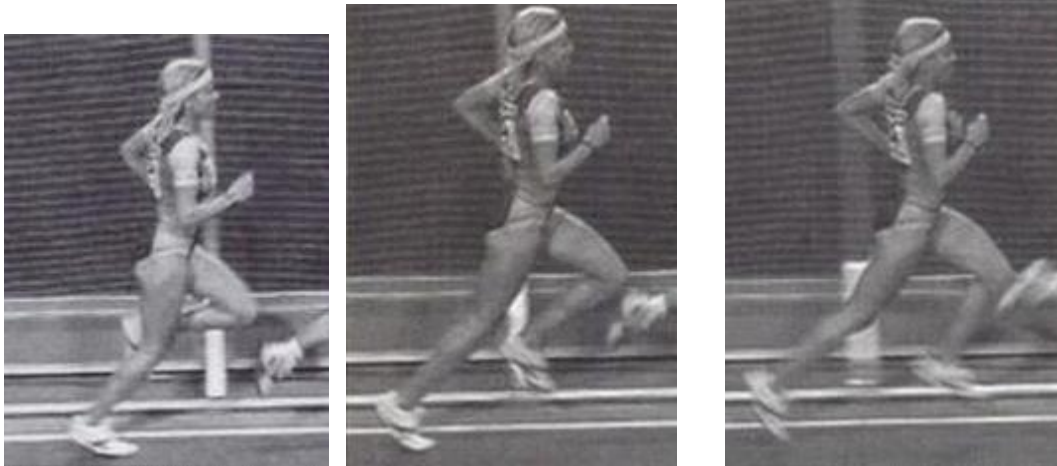
Izterraren eta oinaren luzagileak uzkurdurarekin hasten dira, izterra luzatzeko. Luzaketa honek helburu nagusitzat aldaka aurrera pasatzea du eta grabitate zentroa azeleratzea.



3. irudia. Korrikaren inpultso fasea 1 (Sant, 2005)

Oina metatartso kanpoaldetik zapaltzetik behatz barnealderantz zapaltzera pasako da, bultzada behatz potoloan amaituz. Momentu horretan, belaubak gehienezko luzapena

lortzen du eta aldaka erretrobertsioan eta aurreraka bidaltzen du.



4. irudia. Korrikaren inputso fasea 2 (Sant, 2005)

Belauna pixkanaka gorantz eta aurrerantz doa, bermatze hanka gaindituz. Izterra bere horizontalera iristera doanean, orpoa ipurmasailetik aldentzen doa tibia lurrarekiko perpendikularra egon arte. Oinak flexio dortsal maximoa lortzen duen momentua da.

Bultzada fasetik hegaldi fasean sartuko da korrikalaria. Hegaldi fase honetan autore ezberdinek banaketa ezberdinak egiten dituzte. Smoligak (2007), hiru azpifaseetan banatzen du Santek (2005) aldiz, dena bat eginda hartzen duen bitartean.

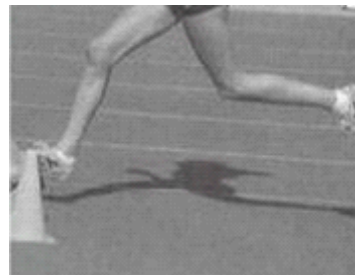
- c) Hegaldi fasea: Bultzada amaituta airean dagoen momentu da. Hanka belaunaren flexioa dela-eta tolesten da, orpoa ipurmasaila bilatzera doa eta bertan egongo da bultzada fasea hasi arte. Hanka librea horizontaletik lurra bilatzera doa belaunaren luzatzearekin eta orpoa aldi berean lurra bilatzera joango da, berriz hasierako prozesu berria hasiz (Sant, 2005).



1-Follow-Through



2-Follow-Through



3-Forward swing



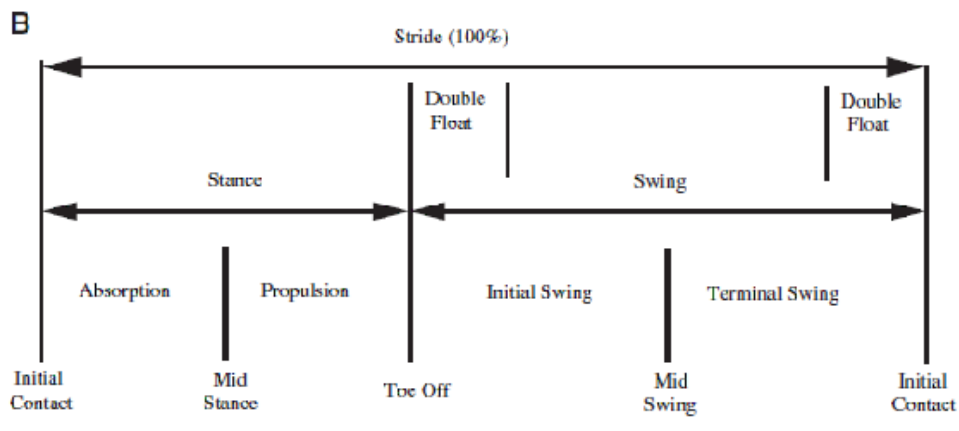
4-Foot descent

5. irudia. Hegaldi fasea azpifaseetan (Sant, 2005)

Hegaldi fasea zehatzago aztertuz gero, hiru azpi faseen banaketa honelakoa izango litzateke (Smoliga, 2007):

Batetik, "*Follow-through*" azpifasea, oinak lurra uzten duenetik aldakaren luzapen maximoa ematen den artekoa. Ondoren, "*Forward swing*", aldakaren luzapen maximotik honen flexio maximora arteko fasea. Azkenik, "*Foot descent*" edo oinaren erorketa, aldakaren flexio maximotik oinak berriz ere lurrarekin kontaktua hartzen duena arte.

5. irudian ondo banatuta agertzen dira hegaldi fase bakoitzaren sekuentziak. Gainontzean, Dunga eta Bhatek (2005) ere pausu ziklo oso baten laburpen moduko bat islatzen dute 6. irudian.



6. irudia. Pausu ziklo oso baten sekuentzia (Dunga & Bhat, 2005)

4.3.2. Pausu zikloaren hainbat ezaugarri

Pausu zikloaren inguruan esan beharra dago, abiadura igo ahala pausuaren ezaugarriak aldakuntza jasaten dutela. Korri egitean gorputzaren grabitate zentroak sinusoidal formako kurba egiten du eta gainera, gorputza aurreranzko inklinazioarekin doa. Abiadurak gora egin ahala beheko gorputz adarren mugimendu zabaltasunak gora egiten du, grabitate zentroko desplazamendu bertikala txikitzeko. Horrela, elastikotasun handiagoa eta indar eszentriko handiagoaren beharrea ikusiko da zabaltasuna handitzeko (Dunga & Bhat, 2005).

Bestetik, pausu zikloan arazorik handiena gehiegizko pronazioa izaten da. Nahiz eta pronazio pixka bat izatea beharrezkoa den hiperpronazioak lurrarekiko indar erreakzioak handitzen ditu, batez ere tibia aldean. Gainera, pronazioak tibiaren eta femurraren errotazioa ere ekartzen du berekin. Beste aldetik, supinazioa ez da horren komuna korrikalariengan eta indarraren gehikuntza eragin dezake alboko katean. Pelbisean arazoak eta alboko inklinazioak ere azaltzen dira arazoaren artean.

Novachekek (1998) pausu zikloan giharren energia gastuen ezaugarriak aztertzen ditu. Normalean, esaten da kontaktu fasean zehar 70 kg-ko korrikalari baten energia gastua 100 J direla 4,5 m/s-ko abiaduran zehar. Estimaten da 35 J orpoan gastatzen dela eta beste 17 J oinaren arkuan. Kuadrizepsetan eta patelar tendoietan ere gordetzen da energia gehiago. Horregatik, energiaren erdia baino gutxiago giharrek erabili behar dute balazta moduan ondoren lanean jarraitzeko.

Gainera, korbako zurdak energia xurgatzen du belaunetik. Belauna luzatzean, tibiako energia pelbisera pasatzen da, aldakaren estentsioa gertatzeko (Novacheck, 1998).

Zango bi-artikularrak izateak gertuko giltzaduretatik urrunagoetara energia transferitzea eragiten du, oso garrantzitsua izanik funtzio hau.

Oinaren lurrarekiko kontaktutik kentzean, rectum femoralak eta gastronemioak energia

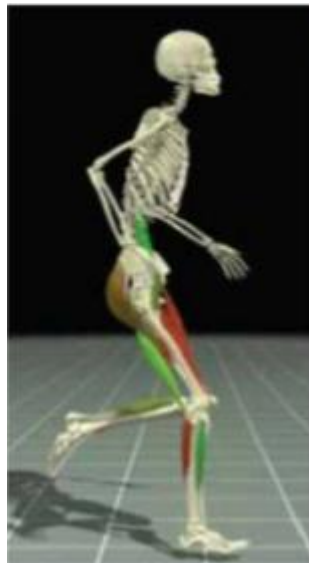
mekanikoa transferitzen du zangoko giltzadura gertukoenetik urrunekoetara, hauen giltzadurak luzatzeko. Aldiz, kontaktu fasearen hasieratik erdi aldera kontrako prozesua gertatzen da. Oraingoan, urruneko giltzaduretatik gertuko giltzaduretara pasatzen da energia, gorputzeko energia mekanikoa desagerrarazteko. Gainera, gertuko segmentuen giltzaduren eta giltzadura sinpleen arteko energia transferentziak ere berebiziko eragina du energia efizientzian.

4.3.3. Korrika faseak eta erabilitako giharrak

Lehen aipatutako faseetan oinarrituz, eta hauek gehiago zehaztuz, hainbat giharrek parte hartzen dutela esan daiteke eta pausu zikloaren momentuaren arabera gihar mota batzuk edo besteak aktibatuko dira (Carrera, Cespedes, Cuevas & Dorca, 1990).

4.3.3.1. Oina lurrarekin kontaktuan jartzean

Hasteko, *oina lurrarekin kontaktuan* jartzen denean parte hartzen duten giharrak ageri dira, nahiz eta denak parte hartu batzuk besteak baino gehiago nabarmentzen dira, lan gehiago egiten dutelako, besteak sostengu gisa aritzen diren bitartean (Carrera et al., 1990):

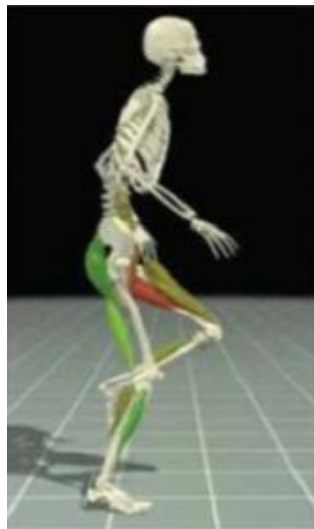


7. irudia. Gorriz dauden giharrak gihar motoreak dira eta berdez daudenak orekatzaileak (Comellas Berenguer, 2008)

- Aldaka: Flexoreak (psoas iliakoa, faszia lata tentsorea eta aurreko rektuma) eta luzagileak (gluteo handia eta iskiotibialak).
- Belauna: Flexoreak (iskiotibialak) eta luzagileak (kuadrizepsa).
- Orkatila: Dortsiflexoreak (aurreko tibiala, lehenengo behatzaren luzagile propioa eta behatzen luzagile komuna) eta oinpeko flexoreak (trizeps surala).

4.3.3.2. Oina lurrarekin guztiz bermatuta dagoenean

Gutzizko bermatzean parte hartzen duten giharrak ondorengoak dira (Novacheck, 1998):



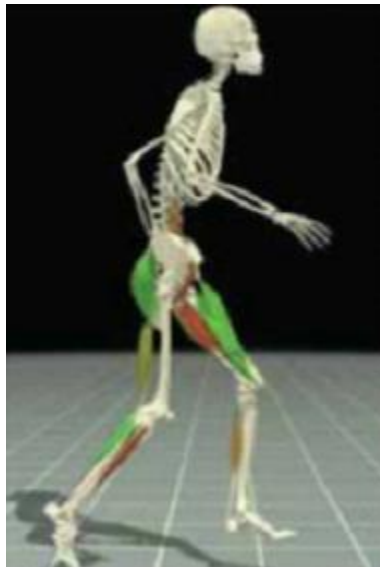
8. irudia. Gorriz dauden giharrak gihar motoreak dira eta berdez daudenak orekatzaileak (Comellas Berenguer, 2008)

- Aldaka: Flexoreak (psoas iliakoa, faszia lata tentsorea eta aurreko rektuma) eta luzagileak (gluteo handia eta iskiotibialak).
- Belauna: Flexoreak (iskiotibialak) eta luzagileak (kuadrizepsa).

- Orkatilak: Oinazpiko flexoreak (tibial posterior, lehenengo behatzeko flexorea, behatzen flezore komuna, PLC eta PLL orekatzaileak eta trizeps sural) eta dortsiflexoreak (aurreko tibiala, luzagile propio eta komuna behatzena eta aurreko peroneoa).

4.3.3.3. Oinak lurrarekin bultzada egitean

Halaber, kontaktu fasea bukatzeko *bultzada fasea* dago eta bertan beste gihar hauek parte hartzen dute neurri ezberdinetan (Novacheck, 1998):



9. irudia. Gorriz dauden giharrak gihar motoreak dira eta berdez daudenak orekatzaileak (Comellas Berenguer, 2008)

- Aldaka: Flexoreak (psoas iliakoa, faszia lata tentsorea, aurreko rektuma eta sartorioa) eta luzagileak (gluteo handia eta iskiotibialak).
- Belauna: Flexoreak (iskiotibialak) eta luzagileak (kuadrizepsa).
- Orkatila: Dortsiflexoreak (aurreko tibiala, lehenengo behatzaren luzagile propioa

eta komuna eta aurreko peronea) eta flexore plantarrak (trizeps surala, tibial posterior, flexio propioa eta flexio komuna).

4.3.3.4. Hegaldi faseko momentua

Hegaldi faseari dagokionez, Smoligaren (2007) hiru momentuetan parte hartzen duten giharrak aztertuko dira: (Novacheck, 1998)

a) Lehenengo momentua (Follow-through): Hanka aireratu berri atzealdean mantentzen da eta belauna luzapen maximotik flexiora pasatzen da. (Aldaka luzatuta/ belauna flexionatuta/ oina luzatuta) (Novacheck, 1998).

- Aldaka: Flexoreak (psoas iliakoa, faszia lata tentsorea, aurreko rektuma eta sartorioa) eta luzagileak (gluteo handia eta iskiotibialak)
- Belauna: Flexoreak (iskiotibialak) eta luzagileak (kuadrizepsa)
- Orkatila: Dortsiflexoreak (aurreko tibiala, lehenengo behatzaren luzagile propioa eta behatzen luzagile komuna) eta flexore plantarrak (trizeps surala).

b) Bigarren momentua (Forward swing): Hanka aurreraka doa pixkanaka, bi izterrak plano frontal berean egonez. (Aldaka bertikalki alineatua/ belauna flexionatuta/ oina angelu zuzenean) (Novacheck, 1998).

- Aldaka: Posizio neutrala eta orekatua gluteo ertainak.
- Belauna: Flexoreak (iskiotibialak) eta luzagileak (kuadrizepsa).
- Orkatila: Dortsiflexoreak (aurreko tibiala, lehenengo behatzaren luzagile propioa eta behatzen luzagile komuna) eta flexore plantarrak (trizeps

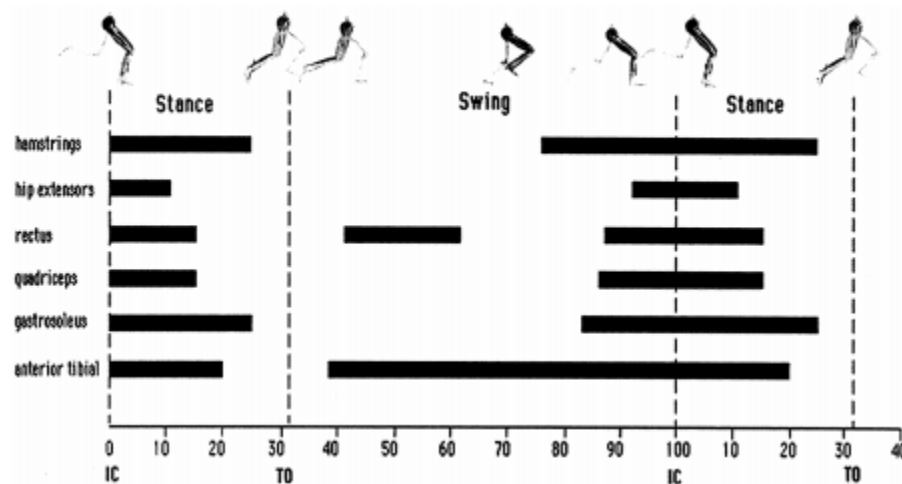
surala).

c) Hirugarren momentua (Foot descent): Aurreranzko desplazamendua beheko hankarena eta beheeranzko lurreratze progresiboa. (Aldaka flexionatua/ Belauna flexio-extentsioa/ Oina flexio plantar txikia eta progresiboki flexio dortsala) (Novacheck, 1998).

- Aldaka: Flexoreak (psoas iliakoa, faszia lata tentsorea eta aurreko rektuma) eta luzagileak (gluteo handia eta iskiotibialak).
- Belauna: Flexoreak (iskiotibialak) eta luzagileak (kuadrizepsa).
- Orkatila: Dortsiflexoreak (aurreko tibiala, lehenengo behatzaren luzagile propioa eta behatzen luzagile komuna) eta flexore plantarrak (trizeps surala).

Lehen aipatu bezala, nahiz eta gihar hauek guztiak parte hartu, batzuk besteak baino gehiago lan egiten dute momentu bakoitzean eta oraingo urratsa hori izango da, laburki gihar garrantzitsuenen mugimendua edo funtzio konkretua aipatzea.

10. irudian argi ikusi dezakegu gihar garrantzitsuenen funtzioa pausu ziklo bakoitzeko momentu ezberdinetan (Novacheck, 1998):



10. irudia. Pausu zikloaren momentu bakoitzean parte hartzen duten giharrak (Novacheck, 1998)

Irudiarekin bat eginez, kuadrizepsak eta rektumak hiru basto lateralekin eta erdiko bastoarekin batera, hegaldi fasearen amaieratik oinak lurrarekin kontaktu hartu eta kontaktu fase erdialdera arte jarduten du, gorputza kontakturako prestatzeko eta belaunaren giltzaduraren inpaktua balaztatzeko edo xurgatzeko. Rektumak gainera, hegaldi erdialdean ere jarduten du, belaunaren flexio garaian tibiaren atzeko mugimendua galgatzeko (Novacheck, 1998; Smoliga, 2007).

Bestetik, aldaka luzagileak eta korbako zurdak aldaka luzatzen dute hegaldiaren bigarren erditik aurrera eta kontaktu fasearen lehenengo erdian. Gainera, zurdak ere tibiaren mugimendua balaztatzen dute belaunaren luzatzean, hasierako kontaktua baino lehen. Gastrosoleoa eta korbako zurda ere eszentrikoki eta kontzentrikoki aritzen den bitartean aldakako luzagilea soilik kontzentrikoki dabil. Orain aipatutako korbako zurda ipur masail handiarekin batera kontzentrikoki uzkuertzen da hain zuzen, aldakaren luzapen momentua eragiteko gorputzak oina gainditzen duelarik.

Adduktoreek, ipurmasail ertainak eta faszia lataren tentsoreak albo eta erdiko aldaka orekatzen eta eusten dute kontaktu fase honetan. Gainera, biceps femoralaren buruak eta semimenbranak belaunaren flexioa hasten dute eta gastronemioak oin azpiaren orkatilaren flexioa eragiten du. Ondoren, biceps femoralaren buruak aldakaren luzapena hasten du, kontaktu fasearen amaieran era eszentrikoan belaunaren luzapena eta

hegaldi fasearen hasieran flexioa hasten du.

Era berean, aurreko tibiala dago, honek orkatila dortsiflexionatzen du oinak lurrarekin kontaktua hartu dezan orpo aldearekin eta hanka beheeranzko mugimendu kontrolatua izan dezan. Aldi berean, gastronemioak kontzentrikoki oin azpiaren flexio hasten du “*Toe-off*” fasea hasteko, hau da, oinak lurra uzten duen arte.

Ondoren, semimenbranak eta biceps femoralak eszentrikoki uzkuertzen dira aldakaren flexioa kontrolatzeko. Aldakaren flexioa ere rektum femoralak, psoas garaiak, kresta iliakoak, faszia latak eta adduktoreek eragiten dute, batez ere hegaldi hasiera-erdian.

Rektum femoralak eta tarteko bastoak eszentrikoki uzkuertzen dira belaunaren flexioa eragiteko hegaldiaren erdialdean. Bestetik, hegaldiaren amaiera aldera, biceps femoralaren belaunaren luzapena egiten hasten da. Aldaka ere luzatzen hasten da, semimenbranak, biceps femoralak eta gluteo maximoak eraginda. Ondoren, belaunpeko tendoiak eta gluteoek eszentrikoki oinaren beheerakada kontrolatzen dute.

Pausua amaitzeko, aurreko tibialak hegaldi fase guztian zehar, orkatilaren dortsiflexioak eragiten du eta gastronemioa oinaren beheeranzko fasean aktiboki aritzen da lurrarekiko kontakturako prestatzeko.

Agerian geratu da pausu bakoitzak duen konplexutasuna eta honen erabilera egoki batek suposatzen duen onura errendimenduan, izan ere, hainbat azpi faseetan banatzen da, zein baino zein konplexuagoak eta fase bakoitzean parte hartzen duten giharra ere pila bat dira. Honela, faseen sekuentziario koordinatu batek eta giharren koordinazio erabilera ezin hobe batek aurrerapauso itzela suposatuko du gure biomekanikaren hobekuntzan eta ondorioz energiaren aurrezpenean.

5. LASTERKETA EKONOMIA

5.1. Sarrera

Erresistentzia probez hitz egiten ari garenean ekonomia edo energia aurrezpena da

burura etortzen den lehenengo pentsamenduetariko bat. Izan ere, lasterketa ekonomia zuzenki erlazionatuta dago distantzia luzeko lasterketen errendimenduarekin.

Lasterketa abiadura zehatz batekiko gastu energetikoa kontsumitutako VO₂-a bezala ezagutzen da. Hori kontuan hartuta, zenbat eta balore baxuagoak izan oxigeno kontsumo gutxiago izango dute korrikalariak abiadura berdinerako eta honek errendimendu hobea lortzea justifikatzen du. Goi mailako maratoilari baten ohiko baloreak 175-220 ml/kg/km-koak izan ohi dira (Ogueta-Alday, 2014).

Baina lasterketa ekonomia horri eragiten dioten aspektu asko daude eta denak kontrolpean edukitzea beharrezkoa izaten da, aspektu fisiologikoa, ingurugirokoa edo dena delakoak kasu, nahiz eta lan honetan alderdi biomekanikoetan zentratu.

5.2. Lasterketa ekonomian eragiten duten aspektuak

Distantzia luzeko lasterketen errendimenduan eragiten duten faktoreak aztertzerakoan lasterketa ekonomian eragiten duten faktoreetan zentratu dira autore asko. Horietako bat Svedenhag (2000) izan zen eta 13 faktore identifikatu zituen lasterketa ekonomia eragile moduan: lasterketaren luzera, entrenamendua, lurzorua, penditza, tenperatura, haizea, nekea, aireztapena, pausu luzera, flexibilitatea, beste faktore biomekanikoak, adina, sexua eta psikologikoak. Aldi berean, Saunders eta kideek (Saunders, Pyne, Telford & Hawley, 2004) bost taldetan batu zituzten: entrenamendukoak, ingurugirokoak, fisiologikoak, biomekanikoak eta antropometrikoak.

Sailkapen asko egin dira baina lasterketa ekonomian eragina duten faktoreak aztertzerakoan bi faktoretan banatu dira, Boullosa & Tuimil (2007) eta Ogueta-Alday-ek (2014) lanekin bat eginez. Batetik, kanpo faktoreak daude, ingurugirokoak, jantzien eragina dutenak eta lurrazalaren faktoreak kasu. Bestetik, barne faktoreak aipatu behar dira, hauek, fisiologikoak, biologikoak, antropometrikoak, psikologikoak eta entrenamenduaren faktoreak izanez. Bestalde, faktore biomekanikoak ere sailkatu dira, nahiz eta barne faktoreen barruan egon daitezkeen. Faktore hauen eskema 11. irudian gaineratu da:



11. irudia. Distantzia luzeko lasterketa errendimenduan eragina duten faktoreak (Ogueta-Alday, 2014)

5.2.1. Kanpo faktoreak

5.2.1.1. Ingurugiro faktoreak

Faktoreekin hasteko korrikalarien baitan ez dauden faktoreak aztertuko dira lehenik eta behin, naturak ezartzen dituen legeez ari direnak hain zuzen.

- Haizea

Haizearen abiadura da errendimenduan, beraz lasterketa ekonomian, gehien eragiten duen faktorea. Korrikalariak aurrez aurre haizearen kontra tupust egiten duenean errendimenduaren aldetik galera handia izaten du, izan ere, korrikalariak indar eta potentzia gehiago behar du eta ondorioz energia gehiago xahutu behar izaten du. Haizearekiko erresistentziaren eragina gainera, handiagoa izaten da korrikalariaren abiadura handitzen den heinean. Bestetik, kontrako haizeak eragindako galera ez da

gero errekupe ratzen aldeko haizearekin, ondorioz errendimendua argi eta garbi jaisten da (Boullosa & Tuimil, 2007; Ogueta-Alday, 2014).

Daviesek (1980) aldiz, haizeak eragindako gastu energetikoa VO₂-ren % 2 eta % 4 suposatzen duela dio, maratoni eta distantzia ertaineko probetan hurrenez hurren (Boullosa & Tuimil, 2007).

Horregatik, aurreko guztia kontuan edukita, Pughek (1971) kalkulatu zuen, beste korrikalari baten atzetik (1 metro) joanda lasterketan zehar gastu energetikoa % 6 aurrezten dela. Korrikalari baten eta bestearen arteko distantzia 2 metrokoa bada gastua % 3 murrizten da (Boullosa & Tuimil, 2007).

- Temperatura

Temperatura ideala maratoni batean 5-15° dela diote eta tarte horretatik beherako tenperaturak errendimenduan 15°-tik gorakoek baino gutxiago eragiten dutela diote (Ogueta-Alday, 2014). Hori dela eta, errendimenduaren galera progresiboki beherantz doa 15°-tik gora, gutxi gora behera % 0,03-ko abiadura galera eragin dezake gradu bat igotzeak. Datu moduan maratoniako munduko errekorra 8°-tik 13°-rako tenperaturarekin egindakoa da.

Gainera, taldean korrika eginez gero estres termikoa hirukoiztu egiten da, bero galera murriztuz eta temperatura 2° igoz. Bestetik, korrikalari pisutsuagoek eta handiagoek abiadura berean bero gehiago kontsumitzen dute korrikalari ihar eta txikiek baino. Abantaila honen eraginez, korrikalari iharrek intentsitate handiagoz korri egin dezakete eta denbora gehiagoz gorputzeko temperatura mugara iritsi arte (39,5°).

Adinaren aldetik ezberdintasunik ez da ematen baina bai generoaren aldetik. Gizonek gehiago pairatzen dute temperatura igoera hori, gorputz gainazal portzentajea masarekiko handiagoa delako.

- Hezetasuna

Nabaria da zenbat eta hezetasun handiagoa izan distantzia luzeko lasterketetako errendimendua gutxitu egiten dela (Ogueta-Alday, 2014). Hezetasunak estres termikoa ere handitzen du eta gorputzak ura eta elektrolitoak galtzen ditu, lurrunketarengatik. Datu moduan, bi maratoi hartu daitezke kontuan, batetik, Daeguko maratoia non 26^o-rekin eta % 72-ko hezetasunarekin lehenengo 10 sailkatuen batz besteko denbora 2 h 29 min eta 47 segundokoa izan zen eta bestetik, Berlineko maratoian 23^o eta % 41-eko hezetasunarekin lehenengo hamarren marka hiru minututik gora jaitsi zen. Datu hauekin argi geratzen da hezetasunaren eragin kaltegarria errendimenduan eta galera oraindik handiagoa tenperatura altuetan.

- Altuera

Altuera handiko hiri batean lehiatuz gero (erresistentziako probak) errendimendua eta lasterketa ekonomia jaitsi egiten da hainbat arrazoiengatik (Ogueta-Alday, 2014). Presio atmosferikoa jaisten doanez oxigenoaren presio partziala jaitsi egiten da eta honek prozesu aerobikoak zailtzen ditu. 1500 metrotik gora, 300 metro igoz VO₂ max % 1,5-3,5 okertzen da. Lasterketa ekonomiak ere galera izaten du giharren arnasketa lana igo egiten delako.

- Lurzoruaren penditza

Maratoiko lasterketa batean aldapak ere egon daitezkeenez, zona hauen energia gastua eta errepide laukoa ez da berdina. Goranzko aldapetan gorputz masak eta grabitateak eragin handia izaten dute eta gastua ere dezente handitzen da. Aldapa beheerako egoeretan aldiz, gastu energetikoa baxuagoa izaten da eremu lauan baino (Boullosa & Tuimil, 2007).

Hori ikusita, korrikalariak normalean ibilbidea ikusi eta ezaugarrien arabera beraien abiadura moldatzen dute, gogortasunaren arabera. Baina hala ere, aldapa gora galtzen den abiadura ezin da gero errekueratu ezaugarri berdinak dituen beheeranzko aldapa batean, galera aldapa gora % 23 den bitartean irabazia % 14 izan ohi da aldapa behera, beraz, errendimendu totala kaltetu egiten da.

- Lurzoruaren gogortasuna

Lurrazalak dituen ezaugarrien arabera lasterketa ekonomian ere eragina du, ez baita berdina eremu elastikoago bat, gogorrago bat edo penditzak dituen eremu bat.

McMahon eta Greenek (1979) lurrazalaren elastizitatearen inguruan ondorio batzuk atera zituzten. Beraien ikerketen arabera, pistaren elastikotasunaren arabera % 2-% 3 handitzen dela abiadura esaten dute eta lesioen probabilitatea % 50 jaisten dela. Gainera, lurrazalari % 12,5-eko gogortasuna jarriz, hau da, % 12,5-eko elastikotasuna kenduz, gastu metabolikoa % 12 aurrezten zela eta beheko gorputz adarren elastikotasuna % 29 handitzen zela (Boullosa & Tuimil, 2007).

Horregatik, lasterketa ekonomian lurrazalak eragin handiagoa duela ikusi da, ekonomikoagoa izanik lurrazal gogorragoetan korri egitea (Boullosa & Tuimil, 2007).

5.2.1.2. Jantziaren faktoreak

Batetik oinetakoen kontua dago, oinetakoen pisuak ere eragina baitu O₂ kontsumoan. Boullosa eta Tuimilek (2007) diotenez, 100 gramoko pisu gehigarriko % 1 igotzen da O₂-aren kontsumoa.

Morgan eta kideek (1996) beste oinetako mota batzuk aztertu zituzten, energia elastikoaren erreko broa eragiten zituzten oinetakoak. Hauek pisu berdineko oinetako normalekin alderatuz, % 1,1-eko gastua murrizten dela ikertu zuten eta abiadurak gora egin ahala energia aurrezpena zertxobait handitzen zela.

Bestetik, gainontzeko jantzien aerodinamika dago. Kyle eta Caiozzok (1986) ile luzearen eragina, galtzerdien eragina eta arroparen eragina aztertu zituen haizearen tunelean. Haizearen eraginez, 5 segundo eta 15 segundoren artean galtzen zirela ondorioztatu zuten maratoi batean. Nahiz eta ez izan galera handia, goi mailan txikikeriarik txikienak ere kontrolatu behar dira.

5.2.2. Barne faktoreak

5.2.2.1. Biologiaren aspektuak

Hainbat faktorek dute eragina biologiari dagokionez. Gorputzeko masaren sakabanaketak eragina du errendimenduan. Askoz ere neketsuagoa da pisu gehigarria oinetan izatea bular aldean baino. Enborreko % 1-eko pisu gehigarriak, izterretako % 3,5-eko pisuarekin eta oinetako pisuaren % 7-arekin baliokidea dela ikertu da. Horregatik, zenbat eta hanka finagoak edo arinagoak izan lasterketa ekonomia ere hobetagoa izango da (Boullosa & Tuimil, 2007).

Antropometriari dagokionez, pisu gutxiago izateak edo altueraz txikiagoa izateak abantaila bat izan daitekeenaren hipotesia zehaztu da, termodinamikoki hobetagoa izango litzatekeelarik, beroa gutxiago barneratuz eta O₂ gutxiago igoz. Hori bai, gorputzeko masa gutxiago edukitzeak entrenamendu bolumena handitzerakoan tolerantzia handiagoa izatea suposatzen du.

Andersonnek (1996) lasterketa ekonomia hobetzeko aspektuak zerrendatu zituen, betiere antropometriari dagokionez. Altuera ertaina edo pixka bat baxuagoa gizonetzkoentzat eta bataz bestekoaren gainetik emakumeentzat. Gainera, indize altua eta fisiko ektomorfikoa edo ektomesomorfikoa izatea egokiagoa zela ere ikusi da, gantz portzentaje baxu batekin. Azkenik, hanketako masa zenbat eta aldakarantzago izan, hobe, baina pelbis estu batekin.

5.2.2.2. Faktore fisiologikoak

Biologia gaitik ez oso urrun, fisiologiak eragiten dituen faktoreak agertzen dira. Hemen, gorputzeko organismoaren zenbait ezaugarri agertzen dira, besteak beste, VO₂-ren kontsumoa, gorputzeko giharren zuntz motak, atalase anaerobikoaren aldagaia eta baita genero, adin eta arrazen ezberdintasunak lasterketa ekonomiarekin lotuta.

- VO2 max

Organismoak hartu, garraiatu eta kontsumitu dezakeen oxigeno kopuru handiena da denbora unitateko. Normalean, bakoitzaren pisuaren arabera da eta % 70ean genetikak ezartzen du, gainontzeko % 30a entrenamenduak eraginik. Gaitasun aerobikoarekin erlazionatzen denez distantzia luzeko lasterketen errendimenduan eragina du. Chicharro eta Mulasek (1996) eta Bosquet eta kideek (2002) esan bezala, VO2 max handiagoa edukiz errendimendua ere handiagoa izango da. Korrikalariak 60-80 ml/kg/min tarteko baloreak izaten dituzte (Ogueta-Alday, 2014).

Hala ere goi errendimenduan VO2 maximoaren baloreen eta errendimenduaren arteko korrelazioa nahiko baxua da, hau da, VO2 max berdina duten bi pertsonak ez dute errendimendua bera eduki beharrik, beste aldagai batekin konpentsatu dezaketelako atalase anaerobikoarekin adibidez (Ogueta-Alday, 2014).

- Atalase anaerobikoa

Lanaren intentsitatearen ondorioz laktatoaren kontzentrazioa pilatzen denean eta hau garbitzen ez denean esaten zaio. Kirolarietan atalasea handiagoa izaten da sedentarioekin alderatuz. Atalase anaerobiko altuagoa duen korrikalari batek lasterketa abiadura berdina mantenduz denboran zehar gehiago iraun dezake eta errendimendua hobea izango du. Lasterketa ekonomiarekin ere guztiz lotuta dago, izan ere, honen hobekuntzak atalase anaerobikoaren hobekuntza suposatzen du (Ogueta-Alday, 2014).

- Adina

Adinari dagokionez lorpen handienak 30-40 urte tartean ematen direla ikusi da, zeren eta VO2 max, indar muskularra eta lasterketa ekonomiaren arteko oreka ematen baita. VO2 maximoa 20 urte arte handitzen da eta ondoren jaisten doa pixkanaka indar muskularra bezala. Aldiz, lasterketa ekonomia adinak gora egin ahala hobetu egiten dela diote. Horregatik, adinak aurrera egin ahala, indar lana lantzea eta erresistentzia entrenamendu intentsitate altuagokoa lantzea gomendatzen da horiek baitira beherantz doazen aldagaiak (Ogueta-Alday, 2014).

- Generoa

Handia da emakumeen eta gizonezkoen aldea erresistentzia probetan. Datu moduan, azken Joko Olinpikoetan (Londres 2012) emakumezkoek 15 minutu gehiago behar izan zituzten maratoia egin ahal izateko. Arrazoietakoa bat, indar balorea eta VO2 maximoa da, handiagoa izanik gizonezkoetan. Gizonezkoek % 25-eko VO2 balore handiagoa dute, batez ere, hainbat faktoregatik: masa muskularra, hormonak, hemoglobina gutxiago edukitzea, genetika... Bestetik, lasterketa ekonomiari dagokionez ez dago argi zein izan daitekeen ekonomikoagoa bietatik, batzuek gizonezkoak esan dute eta besteek, emakumezkoak (Ogueta-Alday, 2014).

- Zuntz motak

Abiadurako atleten eta erresistentziako kirolarien arteko zuntzak ez dira berdinak. Erresistentziako kirolariek %75 I motako zuntzak izaten dituzte (zuntz motelak) eta gainontzeko % 25-a IIa motakoak (uzkurdura ertaineko zuntzak), IIb motako zuntzak (uzkurdura azkarreko zuntzak) ia bat ere ez izanik. Zenbat eta distantzia luzeagoko lasterketa izan I motako zuntzak ugariagoak izango dira. Zuntz mota hauek VO2 maximoaren erlazionatzen dira eta baita lasterketa ekonomiarekin. Zuntz motelek laktato gutxiago produzitzen dute eta gastu energetiko gutxiago, distantzia luzeko lasterketetan errendimendua handituz (Ogueta-Alday, 2014).

- Nekea

Maratoian kilometroak aurrera egin ahala fisiologikoki aldaketak gertatzen dira non intentsitatea mantentzeko zailtasunak eragiten dituen (nekea, glukogenoa gastatzea, azidosia, ioi alterazioa...). Gainera, maratoiaren bukaera aldera lasterketa ekonomia % 2-11 galtzen da. Lasterketa ekonomiaren galera hau, besteak beste, bihotz maiztasunaren handitzearen eta bentilazioa handitzearen eraginez gertatzen da (Ogueta-Alday, 2014). Aldiz, galera hau lasterketako biomekanikak eragiten duenik ez dago argi. Baiezkoa esaten dutenen artean, Hausswirth eta kideak (1997) daude. Bere ikerketen arabera maratoiaren amaieran, azken 45 minutuetan, lasterketa ekonomia gutxitu egiten da, enborra aurrerantz gehiago inklinatzen delako, pausuaren frekuentzia handitu egiten delako eta honen zabalera gutxitu. Bestetik, goranzko penditzean

kontaktu denbora handitu egiten dela diote ekonomikotasun hori bilatzeko.

- Arraza

Arraza izan da azken urtetan gehien ikertu den gaietako bat. Baina ikerketek diotenez, ez da aurkitu arraza kaukasiko eta afrikarren artean ezberdintasunik gihar zuntzetan edota ezta VO2 maximoan ere. Baina, ezberdintasun bat aipatzearen lasterketa ekonomiarena da. Hemen afrikarrek % 5-14 hobe da dutela ondorioztatu dute eta gainera beraien pisua oso baxua izateaz gain, gorputzeko masa indizea oso baxua dute, hanketan pisua aldakarantzago izanik. Azken honek, errendimendua asko hobetzen du aurretik azaldu den moduan. Bestetik, kontutan eduki behar da afrikarrak altuera garaietan dauden lurraldeetan bizi direla (2000 metrotik gora) eta genetikoki puntutxo bat ginetik daude (Ogueta-Alday, 2014).

3. taulako azken urtetako distantzia luzeko lasterketen irabazleak aztertuta, nabaria da afrikarren (ilunduta dauden laukiak) nagusitasuna.

4. taula. Erresistentziako proben txapeldun olinpikoak (Ogueta-Alday, 2014)

	3000 m obs. (mm:ss:dd)	5000 m (mm:ss:dd)	10000 m (mm:ss:dd)	Maratón (hh:mm:ss)
Los Ángeles 1984	Julius Korir (8:11:80) KEN	Saïd Aouita (13:05:59) MAR	Alberto Tomba (27:47:54) ITA	Carlos Lopes (2:09:21) POR
Barcelona 1992	Matthew Birir (8:08:84) KEN	D. Baumann (13:12:52) GER	Khalis Skah (27:46:70) MAR	Young-Cho Hwang (2:13:23) KOR
Atlanta 1996	Joseph Keter (8:07:12) KEN	V. Niyongabo (13:07:96) BDI	H. Gebrselassie (27:07:34) ETH	Josia Thugwane (2:12:36) RSA
Sydney 2000	Reuben Kosgei (8:21:43) KEN	Millon Wolde (13:35:49) ETH	H. Gebrselassie (27:18:20) ETH	Gezahegne Abera (2:10:11) ETH
Atenas 2004	Ezekiel Kemboi (8:05:81) KEN	H. El Guerrouj (13:14:39) MAR	K. Bekele (27:05:10) ETH	Stefano Baldini (2:10:55) ITA
Pekin 2008	B. Kiprop Kipruto (8:10:34) KEN	K. Bekele (12:57:82) ETH	K. Bekele (27:01:17) ETH	S. Kamau Wansiru (2:06:32) KEN
Londres 2012	Ezekiel Kemboi (8:18:56) KEN	Mo Farah (13:41:66) GBR*	Mo Farah (27:30:42) GBR*	Stephen Kiprotich (2:08:01) UGA

5.2.2.3. Faktore psikologikoak

Kirolean errendimendua lortu ahal izateko ez da nahikoa faktore fisiologiko, ingurugiroko faktoreak... kontutan hartzea, faktore psikologikoak ere oso garrantzitsuak dira. Ikusi da, esfortzuaren pertzepzioa murrizteak dakarren estrategiak errendimenduan hobekuntza dakarrela.

- Psikologia tresnak

Norberarekiko hizketaldia edo "*self-talk*" estrategia arrakastatsuenetariko bat dela diote. Ikusi da, bi asteren ondorengo entrenamenduak neke pertzepzioa murrizteaz gain akitze bitarteko denbora % 15 luzatzen dela. Bestetik, biofeedback eta erlaxazio entrenamenduak sei astetan zehar lasterketa ekonomia hobetzen duela ikertu dute, bihotz maiztasuna, aireztatzea eta VO₂ hobetzen duelako (Ogueta-Alday, 2014).

- Atentzio norabidea

Atentzioa bi norabidetan egon daiteke, batetik, barnean (gorputz mugimendua, sentrazioak, abiadura, mina) eta kanpoan (ingurugirokoak). Erresistentzia kiroletan ez dago argi hauen eragina errendimenduan, batzuek esaten dute barneko atentzian zentratuz gero lasterketa abiadura handiago dela, beste batzuk aldiz, kanpoko atentzian zentratuz lortzen dela errendimendua ikusi da, esfortzutik arreta galtzen baita. Lasterketa ekonomia aldetik ere bigarren hipotesi hau hobea dela diote, baina ez dago guztiz ondorioztatu (Ogueta-Alday, 2014).

- Musika

Motibazio eta atentzioa piztea eragiten dutenez kontutan hartzeko aspektua da. Musikak atentzio fokua desbideratzea eragiten du, animoa altxatzen laguntzen du, oropenen gogoratzea eragiten du, agitazioaren kontrola, mugimendu erritmikoa mantentzea eragin... Honek guztiak errendimendua ona ia automatikoki eragiten du, egindako lana handitzen du esfortzuaren pertzepzioa gutxitzen delako edo gaitasuna handitzen duelako. Hala ere, ikerketa batean ondorioztatu zuten (Ogueta-Alday, 2014), musikarekin egindako probetan errendimendua handiagoa ateratzen zen musikarik gabe egindakoenetan baino.

5.2.2.4. Entrenamendu faktoreak

Entrenamenduak VO2 max, atalase anaerobikoa eta lasterketa ekonomia hobetzea du helburu erresistentzia probei dagokienez. Horregatik, pertsona entrenatuak ekonomikoagoak dira ez entrenatuak baino.

- Erresistentzia entrenamendua

Elite mailako korrikalarien saio maiztasuna asteko 10-14-koa da. Entrenamendu lana, intentsitate handikoa/atalase anaerobikotik gora, ertainekoa/atalase aerobiko-anaerobikoan eta baxukoa/atalase aerobikotik behera izan daiteke. Lehenengo intentsitatean % 10-eko lana egiten dute, ertainekoan % 20 eta baxukoan % 70. Oso garrantzitsua da intentsitate baxuan lan asko egitea honek gainontzeko lana egin ahal izateko sostengua suposatuko baitu (Ogueta-Alday, 2014).

- Indar entrenamendua

Distantzia luzeko probetan, indar entrenamenduak ere rol garrantzitsua hartu du azken urteetan eta gaur egun atleta ia guztiek sartzen dute indarra beraien entrenamenduetan. Indar entrenamendua erresistentzia entrenamenduarekin nahastuz gero hobekuntzak biderkatu egiten dira (Ogueta-Alday, 2014), besteak beste, neke atzeratzen da, lasterketa ekonomia hobetu, VO2 maximoan abiadura hobetu, atalase anaerobikoa hobetu eta baita abiadura anaerobiko maximoa ere.

Adibide bat jartzearren, Paavolainen eta kideek (1999), 9 asteetan entrenamendu pliometrikoa erresistentzia entrenamenduarekin nahastuz hobekuntzak lasterketa ekonomian % 8 igotzen zirela ondorioztatu zuen.

- Beroaren aklimatazioa

Temperaturak errendimenduan eta ekonomian eragiten du, lehen aipatu moduan, aklimatazioak eragin negatiboak murriztu ditzake. Horrela, gorputz tenperatura zertxobait jaitsi daiteke eta bolumen plasmatikoa igo, behar den energia gutxituz. Egokitzapen honek korrikalariei abiadura handiagoan joatea eragiten die, bihotz

maiztasuna ez delako horrenbeste handitzen, VO₂ max hobetzen da, % 8 inguru eta akitze denbora luzatu eta honek lasterketa ekonomia hobea izatea eragiten du (Ogueta-Alday, 2014).

Maratoi lasterketa batean behin eta berriz aipatu den moduan, energia aurrezte da aspektu garrantzitsuenetarikoa, horrek esan nahi du lasterketa ekonomia oso on batek errendimendua arrakasta izatea suposatzen duela. Horretarako baina, aipatu berri ditugun era guztietako aldagaiak sartzen dira, asko izanik. Denak kontrolpean edukitzea oso zaila izan arren ahalik eta gehienak edukitzea garrantzitsua da. Halaber, aldagai batzuk kontrolpean edukitzea ez dago korrikalariaren esku, kanpo faktoreez ari naiz, tenperatura, haizea, hezetasuna, ibilbide faktoreak... baina dena delakoaren abiapuntutik hasita gainontzeko aldagaiak, hau da, barne faktoreak, zukutu behar dira, horien artean daude aldagai fisiologiko, psikologiko, entrenamendukoak...

5.3. Lasterketa ekonomian eragiten duten faktore biomekanikoak

Lasterketa ekonomia eta distantzia luzeko lasterketak aztertzerako garaian, autore askok biomekanikak izan dezakeen garrantziaz ohartu dira. Baina, lasterketa ekonomia eta biomekanikaren erlazioan oraindik ere ondorio gutxiegi daude.

Badirudi, ekonomia hobea duten lasterkariak energia gutxiago erabiltzen dutela edo energia hori hobeto sakabanatzen dutela lasterketan zehar. Energia aurrezte horretan, biomekanika egoki bat izatea garrantzitsua izaten da, besteak beste, pausu luzera, lurrarekiko inpaktuak eragiten duen indar bertikala, abiadura aldaketak oinaren kontaktu fasean zehar, artikulazioen angelua, besoen mugimendua, sorbalden eta aldakaren errotazioa eta zabaltasuna eta beste hainbat faktore (Nummela, Keranen & Mikkelsen, 2007).

Hausswirth eta kideek (1997) eta Saunders eta kideek (2004) ondorioztatu zuen bezala, maratoian zehar, azkeneko 45 minututan lasterketa ekonomia pixkanaka jaisten eta

okertzen doa, honen arrazoia faktore biomekanikoak dira, besteak beste, pausu luzera laburtzen delako.

Pausu luzeraz gain hauek dira Ogueta-Alday-ek (2014) banatzen dituzten faktore biomekaniko garrantzitsuenak:

5.3.1. Antropometria

Ikerketa ezberdinek ondorioztatu duten moduan, masak, altuerak, gorputz masa indizeak, gantz portzentajeak, hauen tolesak, hankaren luzerak eta hauen perimetroak distantzia luzeko lasterketen errendimenduan eragiten dute. Besteak beste, pisu, gorputz masa indize, gantz portzentaje eta hauen tolesen indize baxuak izateak errendimendu hobea eta lasterketa ekonomia oso ona lortzeko garrantzitsuak dira.

Teorikoki beheko gorputz adarren luzera handiak izateak efizienteagoak direla diote, proportzioan energia gastua gutxiago delako. Baina, demostratu da azken baieztapen hori baino gehiago masaren banaketak eragiten duela efizientzia. Hori horrela, zenbat eta masa gutxiago izan hobe eta masa hori zenbat eta aldakatik gertuagoa izan ere hobea da, lasterketa ekonomia aldetik batik bat (Ogueta-Alday, 2014). Aurreko puntuetako batean aipatu den moduan, atleta afrikarrak espainiarrekin alderatu zituen eta eritrearrek lasterketa ekonomia hobea zutela ondorioztatu, hauek gorputz indize masa, gantz tolesak eta hanken perimetroak txikiagoak zituztelako (Lucia et al., 2006).

5.3.2. Hanken zurruntasuna

Errendimendua neurtzeko parametro biomekanikoetako bat "*leg-stiffness*" edo hanken zurruntasuna da. Lasterketan zehar, orkatilen eta belaunen gihar luzagile garrantzitsuenek (trizeps sural, kuadrizepsa...) lan mekanikoaren % 70-a suposatzen dute eta kalkulatu da gainera hauek duten almagatze eta energia elastiko berbidalketarik gabe, batez ere, akiles zurdan eta oineko arkuko zurdetan, VO₂ % 30-40 igo daitekeela. Honek noski lasterketa ekonomia kaltetzen du (Ogueta-Alday, 2014).

Zurdak eta giharrak energia transmisio komuntzat hartu daitezke eta hau "malguki" modelo batean bihurtu behar da. "*Leg-stiffness-a*" "malgukiari" aplikatutako indar maximoa (lurrarekiko indarra) eta konpresio maximoaren erlazioan hartu dezakegu (grabitate zentroaren baxuagotzea). Biltegitratutako energia "malgukietan" dago (gihar eta zurdetan) eta bai aktibazio muskularra eta baita gastu energetikoa ere mugatu dezake. Horregatik, erlazio positiboa dagoela ikusi da "*leg-stiffness*", lasterketa ekonomia eta errendimenduaren artean.

Raichlen eta kideek (2011) honekin lotuta ondorioztatu zuen beste alderdi bat kalkaneoaren luzera izan zen. Berak esandakoaren arabera, kalkaneo txikiago dutenek lasterketa ekonomia hobea dute, besteak beste, akiles zurdaren luzapen handiagoa ematen delako eta bide batez energia elastikoa gehiago erabiltzeko aukera dagoelako. Bestetik, pausu frekuentzia handi batekin *stiffness* muskularra igotzen dela ikertu da baina lurrarekiko kontaktu denborak zuzenago eragiten du kasu honetan.

5.3.3. Malgutasuna

Malgutasun gutxiago izateak, aldaka eta orkatiletako giltzaduretan batez ere, energia elastikoa azkarrago bueltatzea eragiten du eta lasterketa ekonomia hobetzea. Wilson eta kideek (2010), 16 minuturen ostean luzatzen ibili eta gero lasterketa ekonomia eta errendimendua kaltetzen dela diote. Hala ere, ez dago argi oraindik zer den egia eta zer den gezurra, horregatik Saunders eta kideek (2004) dioten arabera, erresistentziako lasterkariak luzatzen jarraitu behar dute pausu luzera erraztasun handiagoz luzatzeko baina zurruntasun gradu batekin enborren eta hanketan errendimendua guztizkoa izateko (Ogueta-Alday, 2014).

5.3.4. Oinaren zapaltzea

Oro har, korrikalariak ez dute era berdinean zapaltzen. Hiru zapaltze mota bereiz daitezke (Ogueta-Alday, 2014):

Orpoarekin: Lurrarekin kontaktua zapatilako orpoarekin egiten duenean.



12. irudia. Orpoarekin bermatzea (Ogueta-Alday, 2014)

Oin zola osoa: Orpoa eta oinaren aurreko aldea aldi berean bermatzen direnean lurrean.



13. irudia. Oin zolaren bermatzea (Ogueta-Alday, 2014)

Oin punta: Oinaren aurrealdea bermatzen denean lurrean lehenik.



14. irudia. Oin puntaren bermatzea (Ogueta-Alday, 2014)

Maratoiko proban maiztasun handiagorekin zapaltzen dute orpoarekin (% 94), oin punta edo oin osoarekin baino (% 1 eta % 5). Gainera, zenbat eta distantzia handiagoa egin hasierako portzentajea handitu egiten da orpoarekin zapaltzen dutenen artean

(Ogueta-Alday, 2014).

Ekonomikoena zein den jakiteko ikerketak egin dira baina emaitza kontrajarriekin. Batetik, oin puntarekin zapaltzea hobetua dela diotenak daude Dumke eta kideak (2010), Lieberman eta kideak (2010) eta Perl eta kideak (2012) esaterako, oinaren arkuaren luzapena gehiago aprobetxatzen delako eta energia elastikoa lortzen delako bide batez. Bestetik, Gruber eta kideak (2013) eta Ogueta-Alday-ek (2014), orpoez zapaltzen zutenek lasterketa ekonomia hobea zutela ondorioztatu zuten abiadura submaximoetan. Horrela, orpoarekin zapaltzea abantaila dela pentsa dezakegu distantzia luzeko lasterketetan. Hori bai, lasterketa abiadura zenbat eta handiago izan oinaren aurrealdearekin zapaltzeak lurrarekiko berrmatze denbora murriztea eragiten du, hau batez ere distantzia oso luzeak ez direnen kasuan (Ogueta-Alday, 2014; Ogueta-Alday et al., 2013).

Hau aztertzeko Ogueta-Alday eta kideak (2013 & 2014) ikerketa baten bitartez honako emaitzak eta ondorioak atera zituen:

5. taula. LE (lasterketa ekonomia) eta VO₂-aren datuak abiadura ezberdinetan eta zapaltzen ezberdinetan. (Ogueta-Alday, 2014; Ogueta-Alday et al., 2013)

TEST AZPI_MAXIMOA	ORPOAREKIN (n=10)	OIN ZOLA/ OIN PUNTA (N=10)
VO₂: 11 km/h (ml/kg/min)	37,4- 1,6	39,5- 2,5
LE: 11 km/h (ml/kg/min)	204,1- 9,1	215,7- 13,6
VO₂: 13 km/h (ml/kg/min)	43,3- 3,1	47,7- 2,4
LE: 13 km/h (ml/kg/min)	199,8- 14,5	220,4- 11,1
VO₂: 15 km/h (ml/kg/min)	51,4- 3,7	54,1- 2,5
LE: 15 km/h (ml/kg/min)	205,5- 14,6	216,3-10,0

Ateratako ondorio nagusia orpoekin zapaltzen zutenek lasterketa ekonomia hobea zutela da eta VO₂ baxuagoa zutela abiadura berdinetan. Horrela, orpoez zapaltzen

zutenek % 5,4→11 km/h, % 9,3→ 13 km/h eta % 5→15 km/h hobekuntza lortzen zuten lasterketa ekonomian (Ogueta-Alday, 2014; Ogueta-Alday et al., 2013).

5.3.5. Oinetakoen erabilera

Oinetako motek oinaren zapaltzean eragina izaten dute. Zapatilak aldaka eta belaunaren giltzaduren errotazioetatik urrun dauden masak dira eta horrek lasterketa ekonomian negatiboki eragitea suposatzen du. Ikerketetan ikusi den bezala, lasterketa ekonomia aldetik, oinetakoekin ibiltzea hanka-hutsik ibiltzearen aldean % 2-5,7 LE galtzen da. Hanson eta kideen (2011) eta Franz eta kideen ikerketan (2012) ere hipotesi hori baieztatzen dute, esanez oin bakoitzeko 100 gramo pisuko % 1 galtzen omen da ekonomia (Ogueta-Alday, 2014).

Masaz gain, Felez eta Trullen (2014) haratago doaz, oinutsik pausu luzera handiagoa ateratzen dela diote oinetakoak jantzita edukitzearekin alderatuz, 142,53 cm hanka onarekin eta 138,83 cm hanka txarrarekin eta oinetakoekin 136,72 cm hanka onarekin eta 137,5 cm hanka txarrarekin. Horrela, 6 cm-ko pausu luzera handiagoa dagoela ateratzen da hanka onean eta 1 cm luzera handiagoa hanka txarrean.

Aireratze denborari dagokionez, oinetakoekin aireratze denbora handiagoa da bi hankekin 0,11 eta 0,128 segundo oinutsik 0,098 eta 0,093-rekiko.

Kontaktu denbora ere handiagoa ateratzen da oinetakoak baditugu oinutsik bagaude baino, 0,234 oinetakoen kasuan eta 0,215 oinutsik dauden kasuan.

Pausu maiztasunari dagokionez, oinutsik segundoko 3,26 pausu ematen badira, oinetakorik gabe 2,87 pausu/segunduko emango dira. Horregatik, abiadura ere handiagoa da oinutsik gaudenean oinetakoekin gaudenean baino.

Beste alde batetik, oinetako zurrun batek lasterketa ekonomia hobetzea eragiten du % 1-en. Beraz, oinetakoak erabiltzekotan, erabiltzen badira, zapatilak oso arinak

(200 g <) eta zurrinak izan behar dira, indargetze gutxikoak. Azken honek aldi berean, lasterketa ekonomiaz gain, pausu frekuentzia handiagoa izatea eta lesionatzeko arriskua gutxitzea eragin dezake, inpaktu bakoitzean ematen den indarra txikiagoa delako (Ogueta-Alday, 2014).

5.3.6. Beheko gorputz adarren denbora-espazio aldagaiak

Aldagai hauen barruan aipatu berri ditudan hegaldi denbora, kontaktu denbora, pausu maiztasuna eta luzera aztertzen dira. Parametro hauek oso garrantzitsuak dira izan ere, Williams eta Cavanagh-ek (1987) diotenaren arabera, lasterketa ekonomiaren % 54-a parametro biomekaniko hauen eraginpean dago (Ogueta-Alday, 2014).

- a) Kontaktua denbora: Oinak lurrarekiko kontaktua hartzen duenetik aireratzen den arteko denbora tarte da (Ogueta-Alday, 2014).

Lasterketaren abiaduraren arabera erlazionatzen da, hau da, abiadura handiago batekin kontaktua denbora murriztuz eta alderantziz (Kyrolainen, Belli & Komi, 2001). Datuen arabera, 2 km/h abiadura gehitzen den bakoitzeko kontaktu denbora 20 ms jaisten da. Abiaduralariek batez ere, ahalik eta kontaktu txikiena bilatzea dute helburu, baina ahalik eta indar gehiena aplikatuz denbora tarte eskas horretan, beraien kontaktu denbora 110 ms izanik (Ogueta-Alday, 2014).

Erresistentzia frogan lasterketa ekonomiarekin duen erlazioan zentratzen bagara, autore batzuek ez dute erlazio handiegirik aurkitu bien artean (Kyrolainen et al., 2001; Støren, Helgerud & Hoff, 2011; Tartaruga et al., 2012). Beste batzuk aldiz, zenbat eta kontaktu denbora handiagoa izan ekonomikotasuna gutxitu egiten dela diote (Ogueta-Alday, Morante, Rodriguez-Marroyo, Villa & Garcia-Lopez, 2011). Hau arrazoitzeko, abiadura galeran zentratzen dira, hau da, lurrarekiko kontaktu denbora handi batek desazelerazio handia eragiten duela eta honek abiadura horizontala kaltetzen duela metabolikoki energia galduz (Ogueta-Alday, 2014).

Oinaren zapaltze moten arabera kontaktu denbora ere ez da berdina izaten. Oinaren puntarekin edo oin osoarekin zapalduz kontaktu denbora % 10 edo 20 ms jaisten baita orpoarekin zapaltzen dutenekin alderatuz. Horrela, punta puntako maratoilari baten (20 km/h erritmoan) gutxi gora beherako kontaktu denborak 190 ms-koak izango dira talonatzailen artean eta oin puntarekin zapaltzen dutenen artean 177 ms (ikusi 15. irudia) (Ogueta-Alday, 2014; Ogueta-Alday et al., 2013).

Roberts-ek (1998) dioenaren arabera aldiz, lasterketaren gastu metaboliko gehiena (% 70-90) indarra egitean joaten da. Beste autore batzuk, kontrako hipotesia dute, hots, zenbat eta kontaktu denbora gehiago, hau da, orpoarekin zapaltzen dutenek, lasterketa ekonomia hobetuz dute (Ogueta-Alday, 2014).

Aldagai honen inguruan autoreak nahiko kontrajarriak agertu dira, alde bateko eta besteko iritziak baitaude eta ondorioz ikerketa gehiagoren premia dago arlo honetan.

- b) Aineratze denbora: Oinak lurra uzten duenetik berriro lurrarekin kontaktuan jartzen den arteko denbora da (Ogueta-Alday, 2014).

Abiadurak gora egin ahala kontaktu denborak behera egiten duen bitartean hegaldi denborak gora egiten du. Gainera, orpoz zapaltzen duten korrikalariak hegaldi denbora txikiagoa (% 13-35) dute oin puntarekin edo oin zolarekin zapaltzen dutenarekin alderatuz. Orduan, 20 km/h abiadura batean ateratzen den hegaldi denbora egokiena 125 ms-koa izango da orpolarien artean eta 149 ms-koa oin punta eta oin zolarekin zapaltzen dutenen artean. Aldi berean, oin aurrealdearekin zapaltzen dutenek hegaldi denbora handiagoa dutenez grabitate zentroaren gorabehera handiagoa izaten dute eta horrek lasterketa ekonomiari kalte egiten dio. Beraz, badirudi zenbat eta hegaldi txikiagoa izan hobe dela ekonomiarentzat, nahiz eta hipotesia besterik ez izan (Ogueta-Alday, 2014).

Velocidad	Tiempo de contacto (s)		Tiempo de vuelo (s)	
	Nuevo método	Método de referencia	Nuevo método	Método de referencia
10 km·h ⁻¹	0.291 ± 0.024	0.282 ± 0.024*	0.083 ± 0.026	0.090 ± 0.027*
12 km·h ⁻¹	0.263 ± 0.020†	0.258 ± 0.021*†	0.103 ± 0.024†	0.107 ± 0.025*†
14 km·h ⁻¹	0.242 ± 0.017†	0.237 ± 0.018*†	0.111 ± 0.021†	0.115 ± 0.022*†
16 km·h ⁻¹	0.223 ± 0.016†	0.220 ± 0.017*†	0.118 ± 0.020†	0.121 ± 0.021*†
18 km·h ⁻¹	0.207 ± 0.013†	0.203 ± 0.013*†	0.123 ± 0.019†	0.126 ± 0.019*†
20 km·h ⁻¹	0.189 ± 0.011†	0.186 ± 0.012*†	0.130 ± 0.020†	0.133 ± 0.020*†
22 km·h ⁻¹	0.174 ± 0.009†	0.170 ± 0.010*†	0.133 ± 0.013	0.138 ± 0.016*

15. irudia. Zapaltze motaren arabera hegaldi eta lurrarekiko kontaktu denborak (Ogueta-Alday, 2014; Ogueta-Alday et al., 2013)

c) Pausu maiztasuna eta luzera

Parametro hauen eragina lasterketa ekonomian ere ezezaguna da eta era guztietako hipotesiak daude mahai gainean. Tartaruga eta kideek diote (2012) pausu luzera handiagoa eta maiztasun txikiago bat hobea dela, besteek erlaziorik ez dagoela (Kyrolainen et al., 2001; Støren et al., 2011; Williams & Cavanagh, 1987). Azkenean, ikerketa gehienek diote maiztasun eta luzera konbinazio egoki bat izateak ematen duela ekonomia hobea (Cavanagh & Kram, 1989; Halvorsen, Eriksson & Gullstrand, 2012; Hunter & Smith, 2007; Morgan et al., 1994) 3 ml/kg/km energia gastua aurrezteko suposatuz. Normalean kirolari bakoitzak lasterketaren distantziaren arabera bere pausua moldatzen du, handiagoa edo txikiagoa eginez luzeagoa edo motzagoa denean lasterketaren distantzia (Ogueta-Alday, 2014).

Pausu maiztasun egokiena norbanakoaren araberakoa da beti, baina energia aurrezpenerako ezartzen duten frekuentzia egokiena 170-180 pausu minutuko da, beste era batera esanda, segundoko hiru pausu (Ogueta-Alday, 2014). Ogueta eta kideen arabera (2011), pausu maiztasuna minimoki handitzeak (% 10), ez du lasterketa

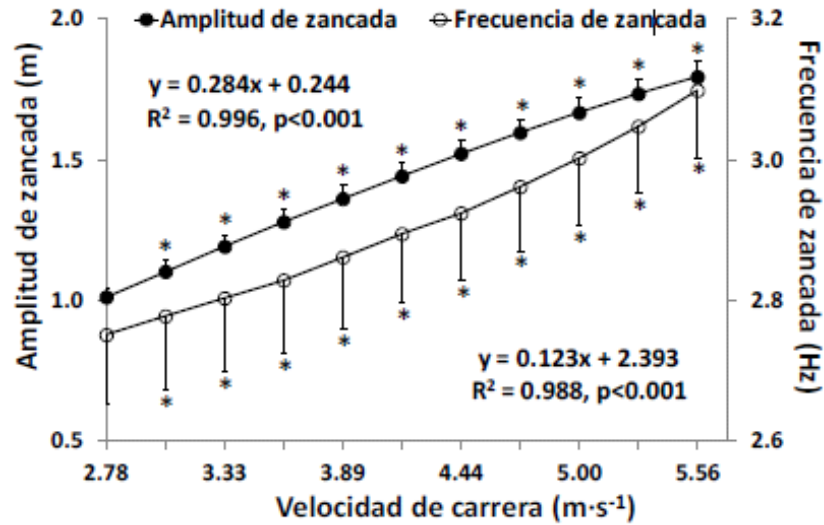
ekonomian gehiegi eragiten, baina "*leg-stiffness*" handiagoa lortzea suposatzen du, honek lesioen prebentzioan parte hartzen duelarik. Izan ere, belauneko eta aldakako artikulazioen estresa gutxitzen da pausu maiztasuna handitzean eta honek gastu energetikoa aurrezteko suposatzen dezake epe luzera.

Heiderscheit eta kideak (2011) ere iritzi berekoak dira, baina haratago doaz bere ekarpenetan. Alde batetik, pausu maiztasuna handitzeak energia xurgapena murrizten duela dio, kasuan kasuko zenbatekoak zehaztuz; pausu maiztasuna % 5 handitzean % 20-ko energia aurrezpena eta % 10 handitzean, % 34 energia xurgapena murrizten dela dio. Energia aurrezpen hori gehienbat belaunean eta aldakan izaten da, gutxiago aldiz, orkatilan. Baina beste aldetik, pausua handitzeak oxigeno kontsumoa igo egiten omen du, propulzio indarra eta balaztatze indarra handiagoa delako. Beraz, aurretik esan moduan alde onak eta txarrak kontuan hartuta norberak pausua egokitzea izango da hoberena (Heiderscheit, Chumanov, Michalski, Wille & Ryan, 2011).

Hala ere, kilometroa hiru minutuan egiten duen maratoilari baten pausu luzera egokiena 1,80 metrokoa da gutxi gora behera (Ogueta-Alday, 2014).

Beste faktore bat kontuan hartu behar dena aldakaren errotazioa da, ikusi da zenbat eta pausu maiztasuna handiagoa izan errotazioan galtzen den energia txikiagoa dela (Heiderscheit et al., 2011).

Pausu luzera eta zabaltasunean argi dagoen alderdi bakarra abiadura handituz gero pausu luzera eta maiztasuna handitzen dela da (Kyrolainen et al., 2011), 16. irudi honetan argi ikusten denez:



16. irudia. Pausu luzera eta maiztasun aldakuntza abiadura igo ahala (Ogueta-Alday, 2014)

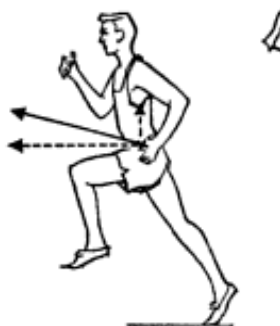
Orain ateratako datuei dagokionez, kontutan hartu behar dugu neke egoeratan gaudenean ez dugula berdin erreakzionatzen. Horregatik, maratoiaren azkeneko kilometroetan biomekanika hau aldatzeko arriskua dago. Lehenengo aldatzen den aldagaia abiadura izaten da, nekeak mantsoago joatea eragiten digulako. Honek, lurrarekiko kontaktu denbora gehitzea eragiten du, hegaldi denbora txikitu... (Hunter & Smith, 2007; Nicol, Komi & Marconnet, 1991).

Gainontzean, nahiz eta autore guztiak bat etorri faktore biomekanikoek ekonomian duten eraginaz, biomekanika aldagaietan kontzeptuak oso nahasiak edo kontrajarriak daude, hipotesi asko plazaratu da, baina baieztapen gutxi. Autore batzuk orpoekin zapaldu behar dela (Gruber, Umberger, Braun & Hamill, 2013; Ogueta-Alday, 2014) edo pausu maiztasun handiago bat edukitzeak onurak ekartzen dituela esaten duen bitartean (Heiderscheit et al., 2011) beste autore batzuk oin puntarekin zapaltzea (Dumke, Pfaffenroth, McBride & McCauley, 2010; Lieberman et al., 2010; Perl, Draoud & Lieberman, 2012) edo pausu luzera handiago bat edukitzea onuragarriagoa dela diote (Tartaruga et al., 2012). Azken finean, denbora-espazio aldagaien barruan konbinazio egoki bat edukitzea egokiena dela ondoriozta daiteke, hau da, norberaren ezaugarriak kontuan hartuz egokitzea norbere pausua, kontaktua, hegaldia eta

gainerako aldagaiak (zapaltzean esaterako), ikerketa fidagarriek eta baieztapen ziurrek kontrakoa esaten duten arte behintzat.

5.3.7. Goiko gorputz adarren biomekanika ezaugarriak eremu lauan

Korrika egiterako garaian, garrantzi handia ematen zaio beheko gorputz adarrei, baina arrakastaren funtsa goiko gorputz adarretan aurkitzen da. Dysonek (1980) dionez, pausu bat ematean, atletak bere gorputza goranzko eta aurreranzko norabidean ematen du, aldi bereko bi indar dira horiek eta hauek hein handi batean besoen laguntzaz egiten dira. Horregatik, ezin da alde batera utzi goiko gorputz adarren funtzioen efizientzia eragina.



17. irudia. Korrikaren aurreranzko eta goranzko indarra (Dyson, 1980)

Smoligaren (2007) esanetan goiko gorputz adarren funtzioen garrantzia argudiatu zituen, hasteko, besoek eta enborrak hankak gidatzen dituztela dio, nahiz eta beso eta enborren koordinazioa nerbio sistemak kontrolatzen duen.

Bigarrenik, beste funtzio nagusietako bat estabilizazio edo oreka funtzioa izatea da korrika egiterakoan eta aurreranzkoa ez den beste mugimenduak murriztea, bai errotazioak, mugimendu bertikalegiak, albokoak... Hau guztia murriztuz gero lasterketa efizientzia asko hobetu daiteke, gorputza lerro zuzen batean mugituz.

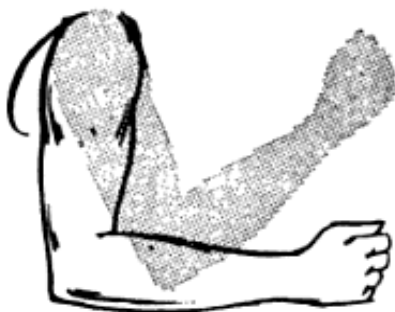
Bestetik, aurreranzko indarra egiterakoan, desplazamendu horizontala, besoek hankari lan gutxiago egiten laguntzen die, hauek egiten duten propulsioren bitartez.

Azkenik, besoek gorputzeko axis bertikalaren indar angeluan funtzio garrantzitsua betetzen du. Hankek, jakina den moduan, masa gehiagoko zatia dira, besoekin alderatuz gero, baina horrek ez du kentzen indar gehiago eragitea zeharkako planoan, axisarekiko distantzia handiagoa delako hankekin konparatuz. Gainera, sorbalden abdukzioak distantzia hori handitzen dute.

5.3.7.1. Beso-sorbalda

Besoen mugimendua aurreranzkoa eta atzeranzkoa izaten da, kulunkada moduan, baina beraien ekintza atzeko zatian aktiboagoa izanik. Bertan sorbalden flexioa eta luzapena ematen da. Sorbalden aurreranzko flexioa, oinak lurrarekiko kontaktua galtzen duenean gertatzen da (*Ipsilateral Toe-off*) eta sorbalden atzeranzko luzapena kontaktu galtze kontralaterala gertatzen denean. Sorbaldak 10° -tik 25° -ra abduzitzen dira eta koordinazio sistemaren bertikala ez dute zeharkatzen. Ukondoari dagokionez, bi flexio-luzapen aldi izaten dira, lehenengoa zapalkuntzaren kontralateralean eta bestea, ipsilateral zapalkuntzan (Smoliga, 2007).

Besoei dagokionez, guztiz lasai egon behar dute uneoro. Besoak, ukondoaren bidez flexionatuak egoten dira eta beraien angelua 90° -ko flexioa izatea komeni da. Hala ere, besoaren angeluari dagokionez pausu zikloaren fase batzuetan 90° horietatik pixka bat aldentzen dira. Horren kasua da, kontaktu fasean aurrerantz doan besoaren angelua, 120° ingurura luzatzen delarik edo inpultso fasean eta hegaldi fasean aurrerantz doan besoa gehiago flexionatzen baita, 51° inguruko angelua lortuz. Gainontzeko faseetan angelua 90° -tik ez da asko urruntzen. Gainera, abiadurarekin alderatuz, ukondoak pixka bat irekiagoak egoten dira eta bermatze fasean angelua pixka bat handitzen da (Granell & Lazcorreta, 2004).



18. irudia. Besoen angelua (Dyson, 1980)

Eskuak ez dira indarrez itxita eraman behar, hobe da erdi itxita eramatea eta hatz lodia erakuslearen gainean kokatzea. Era berean, eskumuturrak, eskua kontrolatzeko tonu nahikoa izan behar du (Grannell & Lazcorreta, 2004).

Bestetik, aurreko deltoidearen eta pektoral handiaren lepauztai zatia dago non sorbaldaren flexio momentuarekin lan egiten duen. Aldiz, deltoidearen erdi eta atzeko zatiak eta "*latissimus dorsia*" luzapen momentuarekin erlazionatzen da. Ukondoaren flexioa eragiteko eta luzapena geratzeko bicepsaren brakioa eta brakioradialak parte hartzen dute eta kontrako mugimendua eragiteko trizepsak dago (Smoliga, 2007).

Lasterketa abiadura handitzeak gorputzaren desplazamendu bertikalak behera egitea suposatzen du. Horregatik, besoen kontrako mugimenduaren sinkronizazioak gorputzaren desplazamendu bertikalaren % 5-a eragiten du eta honek abiadura gora egin ahala gora egiten du. Esan daiteke, enborraren desplazamenduaren erdia besoen eraginez dela (Smoliga, 2007). Azkenik, sinkronizazio perfektua, belaunaren aurreranzko altxatzeak kontrako aldeko ukondoaren atzeranzko kulunkadarekin batera bukatzen denean ematen da, beste era batera esanda, eskuin aldaka aurreratzen denean eskuin sorbaldak atzerantz egiten du eta berdina ezkerrarekin (Grannell & Lazcorreta, 2004).

5.3.7.2. Enborra

Korrika egiteko egokiena enborra ia lurrarekiko perpendikular eta zertxobait aurreranzko inklinazioarekin egotea da (Sant, 2005).

Besoek gorantz edo aurrerantz egiten dutenean, enborrak beherantz egiten du gradu batzuk. Enborraren goiko zatian eragiten duten alboko indarrak besoen mugimenduen eraginez gertatzen dira. Gainera, enborrak kontralateral flexio errotazioak jasaten ditu kontaktu fasean, batez ere hasieran (Smoliga, 2007).

Enborraren goiko zatiak angeluar mugimendu batzuk jasaten ditu zeharkako planoan, aldiz, beheago dagoen zatiak ez du jasaten mugimendurik. Bestetik, korri egiterakoan lunbarretako muina pelbisa baino lehen errotatzen da.

Hala ere, aldaketarik handienak hegaldi fasean gertatzen dira, bertan kanpo indarrak eragiten baitute. Goiko enbor zatian inpultso angeluarra jasotzen denean, beheko enbor zatian inpultsoa kontrako noranzkoan izaten da, oreka bilatzeko. Beheko enbor zatiak goiko enbor zatiaren errotazio indarra jasotzen du eta honek oinean beheeranzko eta atzeranzko indarra aplikatzea eragiten du, aurrerantz desplazatzeko gorputza. Oinak gorputz erdiko masa ez duenez pasatzen, kontaktu fasean beste angeluar indar bat jasaten du gorputzeko luzerako axisean.



19. irudia. Enborraren errotazioak (Smoliga, 2007)

Enborraren flexioaren errotazioa erektro muinaren aktibazioak eragiten du eta errotazioaren flexio laterala ere muin berdinen kontralateral eztandak eragiten du.

Bestetik, kanpoko abdominalak (oblikuoak) enborraren orekatzailea lan egiten du, beraz, berebiziko garrantzia du orekan (Smoliga, 2007).

Amaitzeko, enborraren angelua handiagoa izateak bertikalarekiko ekonomia hobetzen duela ondorioztatu dute eta besoak bizkar atzean denbora gehiagoz emateak VO2 handitzea eragiten du (Smoliga, 2007).

5.3.7.3. Burua

Granell eta Lazcorretak (2004) deskribatu zuten moduan, burua modu natural batean eraman behar da. Hau da, kokotxa baxu xamar eta lepoa erlaxaturik tentsio gehigarririk ez dezagun izan. Begirada lurrerantz begira egon behar du baina zertxobait aurrerantz, 15 metro aurrera gutxi gorabehera.

Gainera, burua enborra eta aldakaren lerro berdinean mantentzen da eta bloke solido moduan funtzionatu behar dute, hankekin egiten den indarra hobeto aprobetxatzeko (Smoliga, 2007).

Lasterketa ekonomiko bat izateko lasterketa ekintzan parte hartzen ez duten giharren erlaxazio maila altua izatea beharrezko da. Honek esan nahi du, aurpegia erlaxatuta joan behar dela, hortzak ez direla elkarren kontra estutu behar eta ezta ukabilak ere (Sant, 2005).

Azken finean, arrakastarako gakoetako bat gorputz atal guztien koordinazioa da, bai goiko gorputz atalen arteko koordinazioa eta baita goiko gorputz atalen eta beheko gorputz atalen arteko koordinazioa bateratua ere.

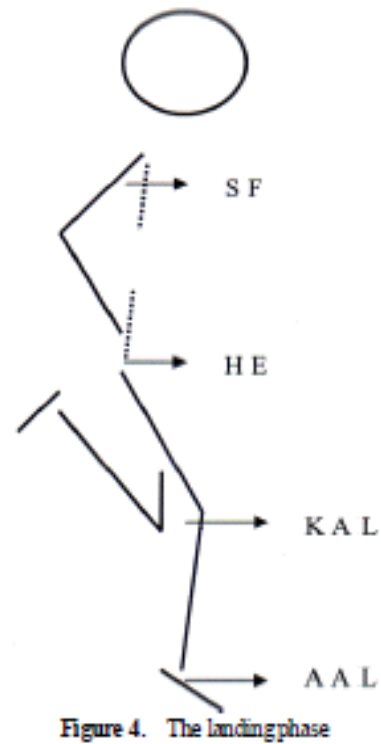
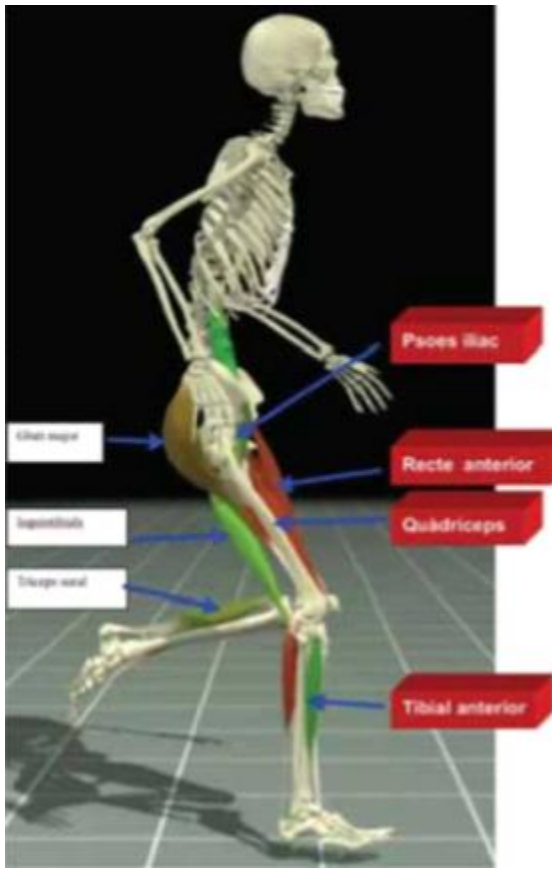
5.3.8. Gorputz atalen angeluak pausu faseetan

Aurreko bi puntuetan azaldutako gorputz atalen biomekanikarekin jarraituz, giltzadura edo gorputz atal nagusien angelua aztertuko dugu puntu honetan. Honela, lasterketarako hoberena den angeluak aldi berean, ekonomikoena dena ere zein den islatuko du. Hala ere, nahiz eta angelu patroia batzuk ezarri, kirolari bakoitzaren arabera ez du zertan angeluak bat egin beharrik, ez baikara errobotak.

Angeluak korrikaren lau fase ezberdinetan banatu ditugu, hasteko, inpaktu edo kontaktu fasea, ondoren, kontaktu-indargetze fasea, gero, bultzada fasea eta azkenik, hegaldi fasea (Comellas Berenguer, 2008).

5.3.8.1. Lurreratze fasea edo inpaktu fasea

Lurreratze fase honetan, oinak lurra ukitzen duen momentuan izango dugun giltzadura nagusien angeluak agertuko dira. 20. irudian batez ere beheko gorputz adarren giltzadurak ageri dira (orkatila, belauna, aldaka, enborra..) eta 21. irudia besoan angeluan zentratzen da.



20. irudia. Lurreratze fasearen angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013)



21. irudia. Besoaren aurreranzko mugimendua kontrako aldeko kontaktu hankarekin (121°) eta besoaren atzeranzko mugimendua alde bereko kontaktu hankarekin (90°).

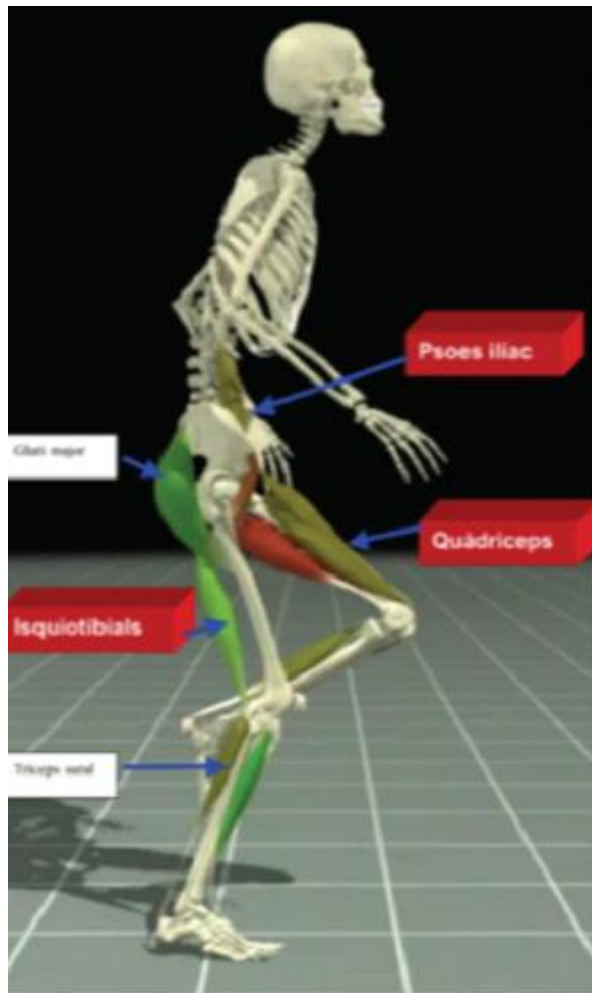
20 eta 21. irudiko gorputz atalen angeluak aztertuta 5. taula honetan ateratako angelu guztiak sailkatu dira, lasterketa ekonomia egoki batentzat bereizgarriak direnak.

6. taula. Lurreratze faseko angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013)

Gorputz atala	Angelua (°)
Enborraren flexioa	17
Aldakaren flexioa/ Aldakaren luzapena (HE)	30/150
Belaunaren flexioa edo belaunaren angelua lurreratzean (KAL)	27/153
Oinaren flexio dorsala	6
Orpoaren angelua lurreratzean	12
Orkatilaren angelua lurreratzea (oin puntaz) (AAL)	32,29
Sorbaldaren flexioa (SF)	14
Besoaren angelua besoa aurreranzko mugimenduan	121
Besoaren angelua besoa atzeranzko mugimenduan	90

5.3.8.2. Kontaktu-indargetze fasea

Lurreratze fasetik oinak lurrean guztizko bermatzea egiten duen fasera pasatzen gara, hau da, kontaktu-indargetze fasera. Hemen, garrantzitsuenak diren gorputz zatien angeluak aztertu dira, enborra, aldaka, belauna eta orkatila batzuk aipatzearren.



22. irudia. Kontaktu indargetze fasearen bi momentuen angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Sant,, 2005)



23. irudia. Besoaren atzeranzko mugimendua kontrako kontaktu hankarekin (103°) eta besoaren aurreranzko mugimendua alde bereko kontaktu hankarekin (90°)

22 eta 22. irudiko gorputz atalen angeluak aztertuta 6. taula honetan ateratako angelu guztiak sailkatu dira, lasterketa ekonomia egoki batentzat bereizgarriak direnak.

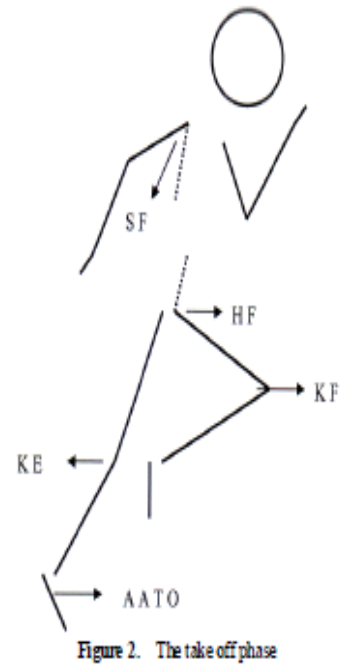
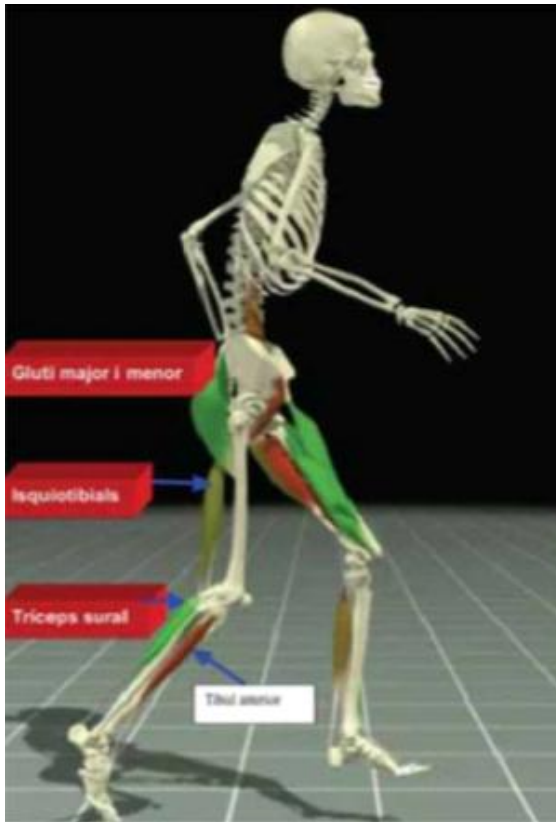
7. taula. Kontaktu-indargetze faseko angelua (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013)

Gorputz atala	Angelua (°)
Enborraren flexioa	22
Aldakaren flexioa	25-30
Belaunaren flexioa edo belaunaren angelua lurreratzean	40-45/140-135 *
Orkatilaren angelua	27
Orkatilaren flexio plantarra	0
Besoaren angelua besoa aurreranzko mugimenduan	90
Besoaren angelua besoa atzeranzko mugimenduan	103

* (indargetze fase atzeratuan belaunaren flexio gehiago, 120° angelua inguru)

5.3.8.3. Bultzada fasea

Bultzada fasea, oinak lurrean itsatsita igarotzen duen azken fasea da, zehazki grabitate zentroak bermatutako hanka gainditzen duenean hasten da. Aurreko bi faseetan bezala, oraingoan ere giltzaduren eta gorputz atalen angeluak azertu ditugu, lehenik irudien bidez aztertuz (24 eta 25 irudiak) eta ondoren taula baten bidez angelu guztiak sailkatuz (7.taula).



24. irudia. Bultzada fasearen angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013)



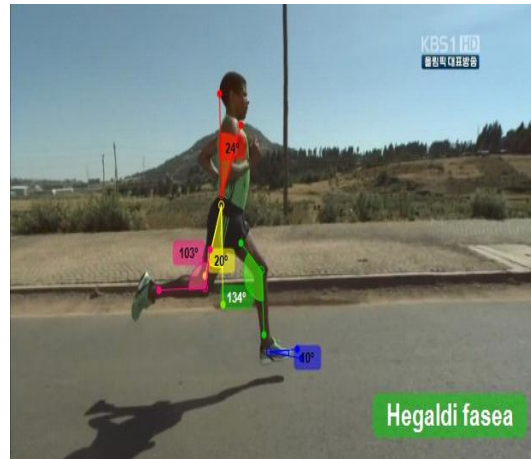
25. irudia. Aieratzen den aldeko hankaren besoa atzerantz (95°) eta aieratzen den hankaren besoa aurrerantz (75°)

8. taula. Bultzada faseko angeluak (Comellas Berenguer, 2008; Hussain & Ansari, 2013)

Gorputz atala	Angelua (°)
Enborraren flexioa	15-20
Aldakaren flexioa (HF)	25-30
Atzeko belaunaren flexioa/ atzeko belaunaren luzapena (KE)	22/158
Aurreko belaunaren flexioa (KF)	91
Orkatilaren angelua oinak lurra uztean (AATO)	81
Orpoaren angelua lurra uztean	19
Orkatilaren flexio plantarra	51
Atzeko sorbaldaren flexioa (SF)	14
Aurreko sorbaldaren errotazioa	73-74
Aurreko sorbaldaren luzapena	59-60
Besoaren angelua besoa aurreranzko mugimenduan	75
Besoaren angelua besoa atzeranzko mugimenduan	95

5.3.8.4. Hegaldi fasea

Azkenik, hegaldi faseko gorputz atalen angeluak aztertuko ditugu, hau da, korrikalaria airean dagoen momentua. Hemen, gehienbat, enborrean, bi belaunen, aldakan, orkatilan eta besoaren mugimenduen angeluan zentratuko gara. Horretarako, zenbait irudien bidez islatu nahi izan ditugu angelu horiek (26 eta 27 irudiak). Ondoren, taula batean zerrendatuta ezarri ditugu (8.taula).



26. irudia. Hegaldi fasearen angeluak (Hussain & Ansari, 2013)



27. irudia. Atzerantz doan besoa (91°) eta aurrerantz doan besoa (51°)

9. taula. Hegaldi faseko angelua (Hussain & Ansari, 2013)

Gorputz atala	Angelua (°)
Enborren flexioa	25
Aldakaren flexioa	20
Atzeko belaunaren angelua	90-105
Aurreko belaunaren angelua	135-140
Orkatilaren angelua	10
Besoaren angelua besoa aurreranzko mugimenduan	50
Besoaren angelua besoa atzeranzko mugimenduan	90

Lasterketa ekonomikoa egoki batentzat aldagai asko dira garrantzitsuak, lehen aipatutakoak asko, baina korrika egiteko garaian eragin handienetarikoa bakoitzak eramaten duen postura edo korrika egiteko modua da. Azken finean, angelu egoki baten ondorioz aerodinamikotasuna irabazten da, horrek pausu ezaugarri egokiago bat izatea dakar, aldi berean, abiadura handiago batean aurrera egitea suposatzen du energia gutxiago xahutuz.

Azkenean, dena gurpil moduko bat da, hots, ingurune faktoreek faktore fisiologikoei eta psikologikoei eragiten die, aldi berean, fisiologikoei biomekanikoei eta entrenamendu faktoreek edo alderantziz. Horrela, alde batetik edo bestetik dauden faktoreak zuketuz, geroz eta ekonomikoagoak izaten jarraituko dugu, baina badirudi denen abiapuntuak faktore biomekanikoak direla, eta zehazki, angeluak edo korrika egiteko posturak.

5.3.9. Zoru aldapatsuetako biomekanika

Orain arte lasterketaren biomekanikaz hitz egin dugu baina bakarrik eremu lauan zentratu gara. Eremuaren ezaugarriak aztertzen baditugu, maratoi batean normalean ia %100-ean eremu laua egoten da, baina maratoi batzuetan aldapatxoak ere egoten dira eta bertako gastu energetikoa ez denez berdina biomekanikoki aldakuntzak egin behar diren aztertu da, behin eta berriz hitz egin den ekonomikotasun hori bilatzeko (Boullosa & Tuimil, 2007). Hasteko, penditzak gora egiten duen kasuetan zentratuko gara:

5.3.9.1. Aldapa gorako biomekanika ezaugarriak

Padulo eta kideekin (Padulo, Annino, Migliaccio, D’Ottavio & Tihanyi, 2012; Padulo et al., 2012) bat eginez, lehen aztertu diren denbora-espazioaren lau aldagaietan zentratzen gara, hau da, pausu luzera, pausu zabaltasuna, hegaldi denbora eta kontaktu denbora eta hauen aldakuntza aztertzen du eremu lau batetik penditza duen eremura.

Pausu luzerarekin hasteko, esan behar da, penditzak gora egin ahala hau txikiagotu

egiten dela. % 0 penditzean pausu luzera 1,80 metrokoa bazen, penditza % 2ra igotzean abiadura berdinean 1,60 metrora jaisten da eta % 7ko penditzean 1,54 metrora.

Pausu luzera txikiagoa den heinean, abiadura berdina mantentzeko *pausu maiztasuna* azkartu egin beharko litzateke eta horixe bera gertatzen da aldapa gora. Pausuaren ezaugarriak pausu luzera txiki eta azkarrak hoberenak izango direlarik.

Datuetan sakontzen badugu, eremu lauuko segundoko 3 pausu baziren, % 2 eta % 7-ko penditza sartuz gero pausua hirutik gorakoa geratzen da, 3,13 pausu segundoko eta 3,26 pausu segundoko hurrenez hurren.

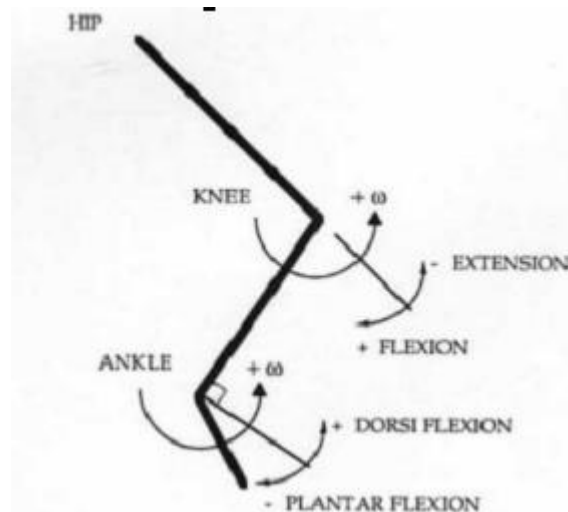
Kontaktu denborarekin pasatzen dena bitxitzat har daiteke, zeren eta kontaktu denbora penditz txikia denean (% 2) gutxitu egiten da baina penditza nahiko handia denean (% 7) aurreko penditzarekiko (% 2) kontaktu denbora igo egiten da, baina ez penditzarik gabeko egoerarekiko. Beste era batera esanda, demagun penditzik gabeko kontaktu denbora 18 km/h-an 156 ms dela, ba % 2 penditzean denbora hori abiadura berean 148 ms-ra jaisten da baina % 7 penditzean 151 ms-ra igo.

Amaitzeko, *aireratze denborari* dagokionez, zelaian aireratze denborak gora egiten du abiadurak gora egiten duen heinean, baina penditz egoeretan kontrako egoera ematen da, zenbat eta abiadura handiagoa izan orduan eta aireratze denbora txikiagoa izaten da penditz berean. Bestetik, penditzak gora egin ahala ere aireratze denbora gutxiago izaten da.

Hemen hori demostratzen duten datuak. % 0 penditzean abiadurak gora egin ahala 194 ms-tik 208 ms-ra handitzen da aireratze denbora, aldiz % 2 eta % 7 penditzetan 186 ms eta 173ms-an hasi eta 172 ms eta 156 ms-ra jaisten da denbora, hurrenez hurren. Gainera, penditzak gora egin ahala abiadura berean hegaldi denbora jaitsi egiten da, 18 km/h-an eremu lauan 208 ms, % 2 inklinazioa 172 ms eta % 7-an 156 ms.

5.3.9.2. Aldapa beherako biomekanika ezaugarriak

Aldapa beherako kasuetan, batez ere belaunak eta orkatilak jasaten dituen aldakuntzetan zentratu gara. Horregatik, lurrarekiko kontaktu fasean aldapa beherako egoeretan beheko gorputz adarreko giltzaduren angelu irudia ikusiz hasiko gara:



28. irudia. Belauna eta orkatilaren angelua aldapa behera (Buczek & Cavanagh, 1990)

Buczek eta Cavanagh-ek (1990) dioten bezala, eta Mizrahi eta kideek (2001) baieztatu moduan, kontaktu fasean, zapaltze uneko *belaunaren* flexioa 27° ingurukoa izan behar du eremu lauan eta beheranzko penditza gehitzen denean flexio hori txikitu egiten da, 17° flexionatuz. Honen zergatia belaunaren eszentriko fasea handitu egiten delako da. Hori bai gertatzen den flexio maximoa eremu lauan baino handiagoa izaten da, 48° flexionatuz inpultso fasea baino lehen, besteak beste indar handiagoa jasan behar baitu belaunak. Bestetik, belaunaren gihar luzagileek ere luzera handiago batean lan egiten dute.

Fase berdinean *orkatilaren* angeluari dagokionez, honen dortsiflexioa ere zertxobait handitu egiten dela nabari da, hiru bat gradu, 9° -ra iritsiz, eremu lauan 6° denean. Kontuan hartu behar da aldapa beherantz goazenean lehenengo kontaktuan jartzen den oinaren zatia atzeko zatia dela, orporantz eramaten da kontaktua. Aldapa gora goazenean eta penditzak gora egiten duen heinean, oinaren kontaktua lurrarekiko oin

erditik aurrerantz egiten da (Buczek & Cavanagh, 1990).

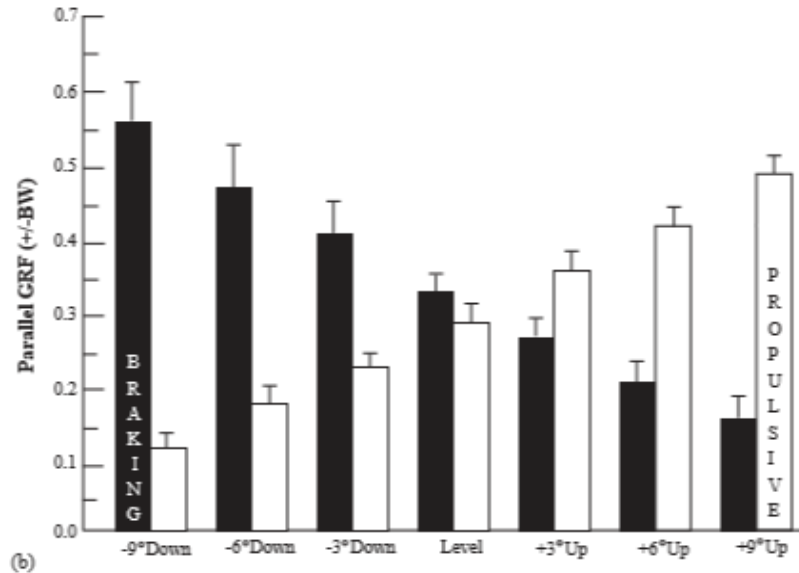
Azkenik, aldapa beherako korrikaldien eraginez eta lan eszentrikoa dela medio, indarraren galera ere ematen da. Hau, sarkoplasmako erretikuluan kalteak sortzen direlako da eta honek kaltzioaren maila normalean jartzea atzeratzen duelako indarra gutxituz (Eston, Mickleborough & Baltzopoulos, 1995). Hala ere, indar galera eta energia gastua penditzetan ondorengo puntuan garatuko dugu.

5.3.9.3. Indar eta energia inpaktua penditzetan

Penditzen ezaugarrien ezberdintasunekin jarraituz, aldapa gora zein aldapa behera indar inpaktuak sortzen duen energia gastua aztertuko da, honek emango duelakoan eremu hauetan gastatzen den energiaren ideia argia.

Ateratako ondorio nagusienetakoa da aldapa behera oinaren inpaktua handitu egiten dela, eremu lauko inpaktuarekin alderatuz eta aldapa gorako oinaren indar inpaktua jaitsi egiten dela (Gottschall & Kram, 2005). Orokorrean, bultzada eta balaztatze indarra kontuan hartuz, inpaktu indarraren handitzea % 30-ekoa izaten omen da aldapa beherako kasuetan (% 5 penditzean) eta % 24 gutxiago aldapa gorako aldapetan (% 3 penditzean).

Bultzada eta balaztatzean xahutzen den indar edo energia kontuan hartuz, orokorrean gertatzen den fenomenoak 29. irudian agertutakoa izan ohi da:



29. irudia. Balaztatze eta bultzada indarrak penditz ezberdinetan (Gottschall & Kram, 2005)

Irudian ikusten den bezala, zenbat eta penditz handiagoa izan beheraka, orduan eta balaztatze indar handiagoa egin behar da, aldiz, propulzio indarra alderantziz erlazionatzen da, geroz eta txikiagoa, penditzak behera egiten duen heinean. Gorako penditza denean kontrako efektua gertatzen da, balaztatze indarra penditzak gora egin ahala txikitzen doa eta propulzio indarra handituz doa.

Datuetan sartuz, aldapa beheranzko egoeretan propulzio indarra, hurrenez hurren % 61, % 40 eta % 22 jaisten da -9°, -6° eta -3° beheranzko penditzetan eta aldapa goranzko egoeretan propulzio indar hori 3°-an % 28 izatetik, 6°-an % 50-era pasatzen da eta 9°-an % 75 igotzen da.

Balaztatze indarrean, aldapa behera % 73-eraino igotzen da indarra -9°-an eta graduazioak behera egin ahala balaztatze indarrak ere behera egiten du, -3°-an % 27-ra jaitsiz. Aldapa gorantz jartzen den heinean indar hori handitu egiten da, 3°-an % 19 igotzetik 6°-an % 38 eta 9°-an % 54.

Azkenik, pausu maiztasunari eta energia gastuari buruz hitz egitean, Snyder eta Farley-k (2011) pausu frekuentzia egokiena tarteko zerbait izan behar dela iritzi diote, hau da, ez oso handia eta ezta oso txikia ere. Hau arrazoitzeko dio, normalean korrikalariak

daraman pausu frekuentzia % 15 gutxituz energia gastua % 9-21 tartean handitzen dela eta aldiz, pausu frekuentzia % 15 handituz energia gastua ere % 11-19 tartekoa izango dela. Beraz, geroz eta argiago dago pausu frekuentzia ekonomikoena bai penditzetan eta eremu lauan norberak egokitutakoa dela, hau da, erdibideko zerbait.

Halaber, nahiz eta aldapa gora sortzen den nekea handia izan aldapa behera ere nekea sortzen da, giharrak eszentrikoki aritzen baitira. Hau guztiagatik, aldapa behera korrikalariak jasaten duen indarra handiagoa izango da, lesioak pairatzeko ere arrisku gehiago edukiko duelarik (Mizrahy, Verbitsky & Isakov, 2011).

Ikusi da, zoruaren ezaugarrien aldakuntzak biomekanikoki ere aldakuntzak eragiten dituela eta lasterketako ekonomia asko kaltetzen duela, energia asko xahutzen delako. Biomekanika aldakuntza horiek, pausu maiztasuna/luzera, aireeratze/kontaktu denbora, angelua... begi bistaz ez dira handiak, baina izaten dira eta nahiz eta maratoi batean ez eduki penditz gehiegirik denak eragiten du amaierako kilometroetako errendimenduan.

6. AKATS BIOMEKANIKOAK KORRIKA EGITERAKOAN

Lasterketa ekonomia perfektu bat izatea ez dela posible, atletek beti edukitzen dute ahultasunen bat, horregatik, lan honetan bereziki biomekanikaren arloa jorratu denez, atal honetan ere korrika egiterakoan aurkitzen ditugun biomekanika akats ohikoenak azalduko dira eta noski, hauek konpontzeko beharrezkoak diren azalpenak eta jarduerak.

6.1. Biomekanika akats ohikoenak korrikaldian

Granell eta Lazcorretak (2004), korrika saio batean gehien errepikatzen diren akatsak zerrendatu zituzten:

- a) Bultzada hankaren luzapen osatugabea. Honek aurreranzko desplazamendua guztiz ez aprobetxatzea eragingo dio. Beraz, luzapen osatua egiten saiatu beharko da kirolaria.
- b) Hegaldi fasean altuera gehiegi hartzea, oszilazioak eraginez. Oszilazioez gain, energia asko xahutuko du alferrik bultzada gehiegizkoa egingo baitu eta muskularki sufrituko du gainera. Honenbestez, hegaldi faseko altuera zertxobait jaitsi beharko du.
- c) Libre dagoen belaunaren igoera nahikoa ez egitea. Lehenengoan bezala, aurreranzko desplazamendu hori murriztuko dio eta ondorioz, egokiena belaunaren igoera handitzea izango da.
- d) Gorputz enborra gehiegi inklinatzea atzerantz. Balaztatze indarra eragiten dio korrika egiteko abiadurari eta honela grabitate zentroa ere atzerago duenez desplazamendua zailduko dio. Beraz, enborra aurrerantz pixka bat inklinatuz hobekuntza nabariak lortuko ditu.
- e) Besoak aurrera-atzera mugitu ordez lateralki mugitu. Energia aurreranzko desplazamendua gastatu ordez, albo desplazamendua eraginez energia ere bertan joango zaio.
- f) Besoak oso flexionatuta edo oso irekiak eramatea. Honela, besoen bidezko bultzada guztiz ez aprobetxatzea eragingo dio, berriz ere aurreranzko desplazamendua kaltetuz.
- g) Besoen mugimendua enborren errotazioaren lagunduz egitea. Bosgarrenarekin oso lotua dagoen akatsa da, izan ere, energia lateralki xahutzen da aurreraka bakarrik xahutuz ordez. Gorputzak trinko joan behar du goitik behera.
- h) Lepoan eta sorbaldetan zurruntasun gehiegizkoa, gihar tentsioaren ondorioz.

Gehiegizko tentsioak, lasterketa batean luzaroan neke muskularra eragingo dio, giharrak gehien behar dituen momentuan uzkurtuta edukiz. Honela, erlaxatuta daudelarik gastua ez da horrenbestekoa.

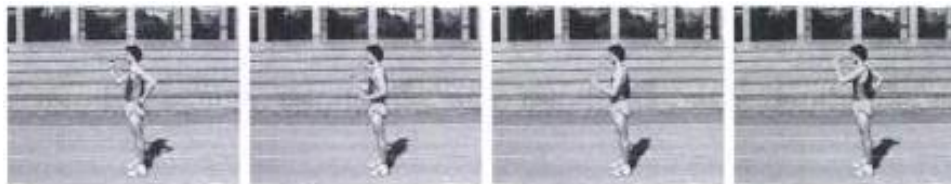
- i) Bermatze fasean, hanka gehiegi flexionatzea. Flexio gehiegizkoak bultzada faserako azpiagotik hastea eragiten du indar gehiago egitea eraginez eta ondorioz, energia gastua handituz. Honenbestez, horrenbesteko flexioa ekidin behar du.
- j) Oin zola osoaren bermatzea lurrean, abiadura galera eraginez. Lehen ere aipatu dugu, oin puntarekin zapalduz kontaktu denbora txikiagoa izaten da eta honek abiadura handituko du, aldiz, orpoarekin edo oin zolarekin zapalduz, kontaktu denbora hori handiagoa da, hau da, balaztatze indarra handiagoa.

6.2. Korrika egiterakoan biomekanika akatsak hobetzeko jarduerak

Granell eta Lazcorretak (2004) aipatutako akatsak erreferentzia moduan hartuta, hauek hobetzeko zenbait ariketa moduko proposatu dituzte:

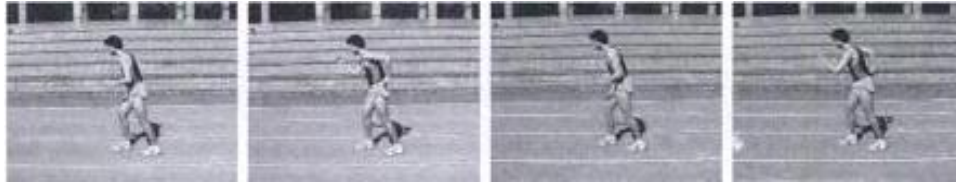
Lehenik eta behin, gorputz enborraren inklinazio egoki baterako, besoen mugimendu egoki baterako, beso-enborra taldearen trinkotasuna hobetzeko eta lepoa-sorbalden tentsioa murrizteko ondorengo hiru ariketa hauek erabiliko dira:

- a) Besakada enborra bertikalean edukita, hau da, besoak aurrera-atzera mugitu estatikoki.



30. irudia. Besakada enborra bertikalki

- b) Besakada enborra aurrerantz inklinatuta edukita, hau da, besoak aurrera-atzera mugitu estatikoki enborraren inklinazio pixka batekin.



31. irudia. Besakada enborra aurrerantz inklinatuta

- c) Hirugarren ariketa moduan, lehenengo ariketatik bigarren ariketarako mugimendu aldaketa izango da, hau da, enborra bertikal edukitzetik inklinatuta edukitzera pasatzea edo alderantzizko prozesua eginez, beti besakada eginda.

Ondorengo ariketa hau (Orpo-punta), oinaren bermatzea lantzeko eta bermatze faseko belaunaren flexio neurria lantzeko izango da batez ere.

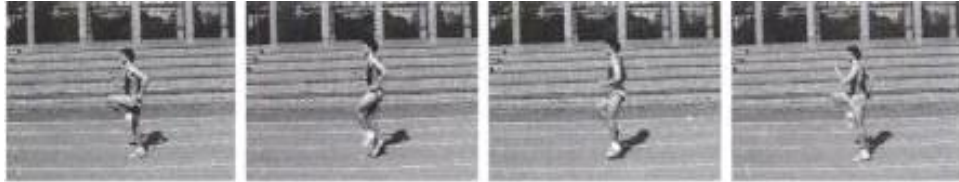
- d) Orpo-punta: Ariketa honen funtsa da, luze batean oinaren zapaltzea orpotik, oin zola osora pasatzea eta oin puntan bukatzea, aurreraka desplazatuz behin eta berriro.



32. irudia. Orpo punta

- e) Bosgarren ariketa, gehienbat libre dagoen belaunaren igoera hobetzeko izango da, baina bultzada faseko hankaren luzapen osatugabea konpontzeko ere balioko du eta baita beso-hanken koordinazioa lantzeko, oinaren bermatzea... praktikatzeko. Orokorrean, aurrez aipatutako akats gehienetarako ariketa ona da.
- f) Skipping altua estatikoki eta desplazamenduarekin: Belaunen altxatzea bai lekuan

bertan edo mugimenduan egin daiteke.



33. irudia. "Skiping" altua

- g) Seigarren eta zazpigarren ariketa, "zankadak" (jauziak eginez aurreraka desplazatzea) eta "segundos de triple" (pausu txiki bat eta jauzi handi bat eginez behin eta berriz aurreraka desplazatzea) ariketak ere ia akats guztiak lantzeko balioko du baina garrantzi handiena hegaldi fasearen egokitasuna eta inpultso hankaren luzapen egokia lantzeko izango da.



34. irudia. "Segundos de triple"

Azkeneko bi ariketak ere (9-10), gehienbat hegaldi fasea egokia lantzeko eta pausu zabaltasuna lantzeko izango dira.

- h) Zabaltasun jarduerak: Banatuta dauden marrak marraztu eta hauek pausuaren bidez zapaldu behar dira.



35. irudia. Zabaltasun jarduerak (Granel & Lazcorreta, 2004)

- i) Maiztasun jarduerak: Marrak oso gertu jarri eta marra pausuen bidez zapaltzea izango da helburua.



36. irudia. Maiztasun jarduerak

Akatsak kirolari guztiek dituzte, bai munduko errekorra egin duen maratoilari batek eta baita maratoia bukatzeko lanak dituen korrikalari batek ere, baina arazoa ez da akatsa izatea hau konpontzea baizik. Horretarako, lehen urratsa, bakoitzak dituen arazoez ohartzea izango da ondoren aipatu ditugun konpontze ariketak egiteko, honela lortuko baitugu arazoa gainditzea eta perfektua den lasterketa ekonomia edo biomekanika batera ahalik eta gehiena gerturatzea.

7. ONDORIOAK

Goi errendimenduko kirolari bat izateko, norbere gorputzari errendimendu gehien ateratzea izan behar da helburu, honela txapelketa garrantzitsuenetan emaitzarik onena lortu ahal izateko. Errendimendu maximo hori lortzea ordea ez da batere erraza, aspektu askoren baitan baitago. Errendimendu gorena lortzea are zailagoa da, gainera, maratoian. Oso exigentea eta luzea den proba izanik, fisiologikoki eta psikologikoki zigor handia suposatzen du. Beste alde batetik, norberaren ezaugarriek ere asko baldintzatzen dute, batez ere, ezaugarri antropometrikoek: gantz portzentajea, pisua, gorputz adarren luzera kasu. Denen konbinaketa egokiak eragingo du arrakasta lortzea.

Maratoitari dagokionez, korrikako mugimenduan gehien ezaugarritzen den ekintza biomekanikoa pausua da eta honen erabilera egoki batek suposatzen duen hobekuntza

itzela da. Izan ere, pausua fase askotan banatuta egoteaz gain gihar askok parte hartzen dute eta denen koordinazioa izateak aurrerapauso handia dakar.

Hala ere, maratoian errendimenduaren adierazle esanguratsuen lasterketa ekonomia izan da, lasterketa ekonomia zuzenki erlazionatuta baitago distantzia luzeko lasterketen emaitzarekin.

Maratoi lasterketa batean behin eta berriz aipatu den moduan, energia aurrezte da aspektu garrantzitsuenetarikoa, horrek esan nahi du lasterketa ekonomia oso on batek arrakasta izatea suposatu ohi duela. Horretarako baina, era guztietako aldagaiak sartzen dira. Denak kontrolpean edukitzea oso zaila izan arren, ahalik eta gehienak kontuan edukitzea garrantzitsua da. Halaber, argi geratu da aldagai batzuk kontrolpean edukitzea ez dagoela korrikalariaren esku, kanpo faktoreak hain zuzen: eguneko temperatura, hezetasuna, haizea, ibilbidea eta abar. Baldintza horiek onartu beste erremediorik ez du atletak. Bestetik, korrikalariaren kontrolpean dauden faktoreak ere badira, barne faktoreak izenekoak. Hauek, nola edo hala norbanakoaren lanaren bidez zukutu behar dira, lasterketa ekonomia egokienera iristeko.

Lasterketa ekonomia eta distantzia luzeko lasterketak aztertzerako garaian, autore gehienak beste aldagai batean zentratu dira, biomekanikak errendimenduan izan dezakeen garrantzian. Kasu honetan, nahiz eta autoreak bat etorri biomekanika alderdiek lasterketa ekonomian duten eraginaz, ideia kontrajarriak daude biomekanika ezaugarrien inguruan.

Besteak beste, autore batzuen esanetan ekonomikoagoa da orpoarekin bermatzea, hau da, kontaktu denbora gehiago izatea, besteak aldiz, oin puntarekin zapalduz kontaktu denbora gutxiago izatea hobea delakoan daude. Argibide bat emate aldera, orpoarekin bermatzean dagoen balaztatze indarra handiagoa denez, abiadura galera bat egongo da eta berriz abiadura hori berreskuratzen energia gastu handiagoa egongo da. Oin puntarekin mugimendua jarraituagoa izango da, abiadura aldaketa gutxiagorekin.

Hegaldi denborari dagokionez, kontaktu faseko hipotesia deuseztatu egiten da, zeren eta hegaldi denbora txikiago batek energia aurrezten duela ados baitaude, beraz, hegaldi denbora txikiagoa izateko oinak orpoarekin bermatzea beste erremediorik ez du atletak, oin puntarekin bermatuz hegaldi denbora handiagoa izango delako eta grabitate zentroaren oszilazioak energia galera eragingo duelako.

Pausu maiztasuna eta luzeran ere kontrako ideiak ageri dira. Batzuek diote pausu maiztasuna handitzeak energia asko aurrezten duela, baina aldi berean aurreranzko desplazamendua ez da horrenbestekoa pausu txikiagoekin. Pausu luzera handitzeak ere oxigeno kontsumoa igotzen omen du baina aurreranzko desplazamendua handiagoa da.

Badirudi, logikari jarraiki, oinaren bermatzean tarteko konponbidea dela egokiena, hau da, oin zolarekin zapaltzea, horrela kontaktu denbora ere tarteko zerbait izango da eta hegaldi denbora ere ez da ez txikia eta ezta handia ere izango. Pausuari dagokionez, konbinazio egoki bat egitea izan liteke gomendagarriena, atletaren ezaugarriak kontuan hartuz egokitzea beren pausuaren maiztasuna eta luzera.

Errendimendua zehazte aldera ordea, ez da bakarrik beheko gorputz adarretan zentratu behar, askotan goiko gorputz adarrek garrantzi handiagoa dutelako eta ahaztuak egoten dira. Hauek, gorputza aurreranzko norabidean bultzatzearen funtzio garrantzitsua dute. Ondorioz, bi gorputz atalen koordinazioak emango du arrakasta.

Ekonomikotasun egoki batentzat aldagai asko dira garrantzitsuak, lehen aipatutakoak asko, baina korrika egiteko garaian eragin handienetarikoa bakoitzak eramaten duen postura edo korrika egiteko modua da. Azken finean, angelu egoki baten ondorioz aerodinamikotasuna irabazten da, horrek pausu ezaugarri egokiago bat izatea dakarrelarik, aldi berean, eta abiadura handiago batean aurrera egitea suposatzen du energia gutxiago xahutuz.

Biomekanika ezaugarri hauek ere ibilbide ezaugarrien arabera aldakuntzak izaten

dituzte, horrela, aldapa gora pausu luzera txikitzen den heinean, pausu maiztasuna handitu egiten da. Kontaktu denborak ere beherantz egiten du penditz handietan eta aireratze denborak ere bai. Aldapa behera aldiz, aldakuntzak belauaren flexioan datoz. Lurrarekiko inpaktua handiagoa denez, flexioa ere handiagoa izango da eta orkatilaren dortsiflexioan ere orpoarekin bermatzera jotzen baitu korrikalariak. Ikusi da zoruaren ezaugarrien aldakuntzak biomekanikoki ere aldakuntzak eragiten dituela eta lasterketako ekonomikotasuna asko kaltetzen duela, energia asko xahutzen delako.

Agidanean, lasterketa ekonomia perfektua izatea ez da posible, nonbaitetik beti edukitzen du korrikalariak ahultasunen bat. Horregatik, arazoa ez da akatsa izatea, berau konpontzea baizik. Horretarako, lehen urratsa, bakoitzak dituen arazoez ohartzea izango da, ondoren konponbidea bilatuz, perfektua den lasterketa ekonomia edo biomekanika batera ahalik eta gehien gerturatzeko.

8. ERREFERENTZIAK

Abbiss, C. R. & Laursen, P. B. (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239-252.

Alonso Curiel, D. & Campo Vecino, J. D. (2003). La aplicación de los ritmos de carrera en el entrenamiento de la prueba de maratón para la mejora del rendimiento. *Kronos, revista universitaria de la actividad física y el deporte*, (2), 13-19.

Anderson, T. (1996). Biomechanics and running economy. *Sports Medicine*, 22, 76-89.

Boullosa, D. & Tuimil López, J. L. (2007). Economía de Carrera: Un Parámetro Multifactorial. PubliCE Premium.

Bosquet, L., Leger, L., Legros P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med*, 32(11), 675-700.

- Buczek, F. L. & Cavanagh, P. R. (1990). Stance phase knee and ankle kinematics and kinetics during level and downhill running. *Med Sci Sports Exerc*, 22(5), 669-677.
- Cavanagh, P.R., Kram, R. (1989). Stride length in distance running: velocity, body dimensions, and added mass effect. *Med Sci Sports Exerc*, 21(4), 467-479.
- Carrera Casanova, A., Céspedes Céspedes, T., Cuevas Gómez, R. & Dorca Coll, A. (1990). Tratamiento ortopodológico integral en un paciente corredor de maratón. *Revista Española de Podología*, num. 42, p. 112-121.
- Chicharro, J. L., & Mulas, A. L. (1996). Fundamentos de fisiología del ejercicio. Ediciones pedagógicas.
- Comellas Berenguer, C. (2008). Anàlisi biomecànica amb elements finits de fractures de tibia, per estrès, en esportistes. Tesis doctorals, Universitat de Barcelona.
- Davies, C.T.M. (1980). Effects of wind assistance and resistance on the forward motion of a runner. *Journal of Applied Physiology*, 48(4), 702-709.
- Dyson, G. (1980). Mecánica del atletismo. Editorial Stadium SRL.
- Dugan, S. A. & Bhat, K. P. (2005). Biomechanics and analysis of running gait. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 16(3), 603-621.
- Dumke, C.L., Pfaffenroth, C.M., McBride, J.M. & McCauley, G.O. (2010). Relationship between muscle strength, power and stiffness and running economy in trained male runners. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(2), 249-261.
- Eston, R. G., Mickleborough, J. & Baltzopoulos, V. (1995). Eccentric activation and muscle damage: biomechanical and physiological considerations during downhill

- running. *British Journal of Sports Medicine*, 29(2), 89-94.
- Farley, G. R. & Hamley, E. J. (1978). Progressive changes in energy cost during a three-hour race-walk exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 12(4), 176-178.
- Félez, A. P. & Trullén, E. G. (2014). Analisis comparativo de 2 tecnicas de carrera por parametros cinematicos: Barefoot y shod running. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Zaragoza.
- Franz, J.R., Wierzbinski, C.M. & Kram, R. (2012). Metabolic cost of running barefoot versus shod: is lighter better? *Med Sci Sports Exerc*, 44(8), 1519-1525.
- Granel, J. C. & Lazcorreta, J. E. G. (2004). LAS TÉCNICAS DE ATLETISMO. Manual práctico de enseñanza. Editorial Paidotribo.
- Gil, F., Marin, J. & Pascua, M. (2005). Atletismo 1: Velocidad, vallas y Marcha. Real Federacion Española de Atletismo.
- Gottschall, J. S. & Kram, R. (2005). Ground reaction forces during downhill and uphill running. *Journal of biomechanics*, 38(3), 445-452.
- Gruber, A.H., Umberger, B.R., Braun, B. & Hamill, J. (2013). Economy and rate of carbohydrate oxidation during running with rearfoot or forefoot strike patterns. *J Appl Physiol*, 115(2), 194-201.
- Halvorsen, K., Eriksson, M. & Gullstrand, L. (2012). Acute effects of reducing vertical displacement and step frequency on running economy. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2065-2070.

- Hanley, B. (2013). An Analysis of Pacing Profiles of World Class Race Walkers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(4), 435-441.
- Hanson, N.J., Berg, K., Deka, P., Meendering, J.R., & Ryan, C. (2011). Oxygen cost of running barefoot vs. running shod. *Int J Sports Med*, 32(6), 401-406.
- Hauswirth, C., Bigard, A.X. & Guezennec, C.Y. (1997). Relationships between running mechanics and energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. *Int J Sports Med*, 18(5), 330-339.
- Heiderscheit, B.C., Chumanov, E.S., Michalski, M.P., Wille, C.M. & Ryan, M.B. (2011). Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 296-302.
- Hunter, I. & Smith, G.A. (2007). Preferred and optimal stride frequency, stiffness and economy: changes with fatigue during a 1-h high-intensity run. *European Journal of Applied Physiology*, 100(6), 653-661.
- Hussain, I. & Ansari, N.W. (2013). Influence of Kinematics Variables on Distance Running during Competition. *International Journal of Sports Science*, 3(3), 63-67.
- International Association of Athletics Federations (IAAF). Marathon discipline. (Sareko argitalpena: <http://www.iaaf.org/disciplines/road-running/marathon>; Kontsultateguna: 2015/05/15)
- Jaenes, J.C., Godoy-Izquierdo, D. & Román, F. J. (2008). Elaboración y validación psicométrica de la escala de personalidad resistente en maratonianos (EPRM). *Cuadernos de Psicología del deporte*, 8(2), 59-81.
- Kyle, C.R. & Caiozzo, V.J (1986). The effect of athletic clothing aerodynamics upon running speed. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18(5), 509-15.

- Kyröläinen, H., Belli, A. & Komi, P. V. (2001). Biomechanical factors affecting running economy. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(8), 1330-1337.
- Lieberman, D.E., Venkadesan, M., Werbel, W.A., Daoud, A.I., D'Andrea, S., Davis, I.S., Mang'eni, R.O. & Pitsiladis. Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463(7280), 531-535.
- Lucia, A., Esteve-Lanao, J., Oliván, J., Gómez-Gallego, F., San Juan, A. F., Santiago, C. & Foster, C. (2006). Physiological characteristics of the best Eritrean runners-exceptional running economy. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31(5), 530-540.
- McMahon, T.A. & Greene, P.R (1979). The influence of track compliance on running. *J.Biomech*, 12(12), 893-904.
- Mizrahi, J., Verbitsky, O. & Isakov, E. (2001). Fatigue-induced changes in decline running. *Clinical biomechanics*, 16(3), 207-212.
- Morgan, D.W., Miller, T.A., Mitchell, V.A. & Craib, M.W. (1996). Aerobic demand of running shoes designed to exploit energy storage and return. *R.Q.E.S.* 67(1), 102-105.
- Morgan, D., Martin, P., Craib, M., Caruso, C., Clifton, R. & Hopewell, R. (1994). Effect of step length optimization on the aerobic demand of running. *J Appl Physiol*, 77 (1), 245-251.
- Nicol, C., Komi, P. V. & Marconnet, P. (1991). Effects of marathon fatigue on running kinematics and economy. Scandinavian. *Journal of Medicine & Science in Sports*, 1(4), 195-204.

- Novacheck, T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait and Posture*, 7(1), 77-95.
- Nummela, A., Keranen, T. & Mikkelsen, L.O. (2007). Factors related to top running speed and economy. *International journal of sports medicine*, 28(8), 655-661.
- Ogueta-Alday, A., Morante, J.C., Rodríguez-Marroyo, J. A., Villa, J. G. & García-López, J. (2011). Influencia de los parámetros biomecánicos en el rendimiento y la economía de corredores de fondo aficionados. *Biomecánica*, 19(1).
- Ogueta-Alday, A., Rodríguez-Marroyo, J. A. & García-López, J. (2013). Variables antropométricas, fisiológicas y biomecánicas determinantes del rendimiento en corredores de media maratón. *Accésit SIBB 2013*.
- Ogueta-Alday, A. (2014). Adaptación, validación y aplicación de una nueva tecnología para valorar la biomecánica de la carrera de resistencia. Doctoral dissertation, Universidad de León.
- Padulo, J., Annino, G., Migliaccio, G.M., D'Ottavio, S. & Tihanyi, J. (2012). Kinematics of running at different slopes and speeds. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1331-1339.
- Padulo, J., Annino, G., Smith, L., Migliaccio, G.M., Camino, R., Tihanyi, J. & D'Ottavio, S. (2012). Uphill running at iso-efficiency speed. *International journal of sports medicine*, 33(10), 819.
- Paavolainen, L., Hämmäläinen, I., Hakkinen, K., Nummela, A. & Rusko, H. (1999). Explosivestrength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J Appl Physiol*, 86(5), 1527-1533.
- Perl, D.P., Daoud, A.I. & Lieberman, D.E. (2012). Effects of footwear and strike type on running economy. *Med Sci Sports Exerc*, 44(7), 1335-1343.

- Pugh, L.G.C.E. (1971). The influence of wind resistance in running and walking and the mechanical efficiency of work against horizontal or vertical forces. *Journal of Physiology (Lond)*, 213(2), 255-276.
- Raichlen, D.A., Armstrong, H. & Lieberman, D.E. (2011). Calcaneus length determines running economy: implications for endurance running performance in modern humans and Neandertals. *J Hum Evol*, 60(3), 299-308.
- Roberts, T.J., Kram, R., Weyand, P.G. & Taylor, C.R. (1998). Energetics of bipedal running. I. Metabolic cost of generating force. *J Exp Biol*, 201(19), 2745-2751.
- Sant, J. R. (2005). Metodología y técnicas de atletismo. Editorial Paidotribo.
- Saunders, P. U., Pyne, D.B., Telford, R.D. & Hawley, J. A. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*, 34(7), 465-485.
- Smoliga, J. M. (2007). *Kinematic And Electromyographic Analysis Of The Legs, Torso, And Arms During An Exhaustive Run*. Doctoral dissertation, University of Pittsburgh.
- Snyder, K. L. & Farley, C.T. (2011). Energetically optimal stride frequency in running: the effects of incline and decline. *The Journal of experimental biology*, 214(12), 2089-2095.
- Støren, Ø., Helgerud, J. & Hoff, J. (2011). Running stride peak forces inversely determines running economy in elite runners. *J Strength Cond Res*, 25(1), 117-123.
- Svedenhag, J. (2000). Running Economy. En Bangsbo J, Larsen HB (Coord). Running & Science in an interdisciplinary Perspective. Copenhagen: *Institute of Exercise*

and Sport Sciences, 85-107.

Tartaruga, M.P., Brisswalter, J., Peyrè-Tartaruga, L.A., Avila, A.O., Alberton, C.L., Coertjens, M., Cadore, E.L., Tiggermann, C.L., Silva, E.M. & Kruel, L.F. (2012). The relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners. *Res Q Exerc Sport*, 83(3), 367-375.

Vicente, D. B. R., Martín, J. J. S., Del Coso, J., Millán, C. G., Vicén, J. A., Areces, F. & Fernández, D. (2013). Efectos de una maratón en valores hematológicos. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (155), 150-155.

Williams, K.R. & Cavanagh, P.R. (1987). Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *J Appl Physiol*, 63(3), 1236-1245.

Wilson, J.M., Hornbuckle, L.M., Kim, J.S., Ugrinowitsch, C., Lee, S.R., Zourdos, M.C., Sommer, B. & Panton, L.B. (2010). Effects of static stretching on energy cost and running endurance performance. *J Strength Cond Res*, 24(9), 2274-2279.

Zillmann, T., Knechtle, B., Rüst, C.A., Knechtle, P., Rosemann, T. & Lepers, R. (2013). Comparison of Training and Anthropometric Characteristics between Recreational Male Half-Marathoners and Marathoners. *Chin J Physiol*, 30(56), 3.