



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



Jarduera Fisikoaren eta
Kirolaren Zientzien Fakultatea
Facultad de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte

ERRESISTENTZIAREN ENTRENAMENDURAKO METODO EZBERDINEN ERAGIN FISIOLOGIKOAK

Gradu amaierako lana

Aurkezlea:

BERRIZBEITIA ZUGAZAGASTI, MARTIN

Zuzendaria:

MALDONADO MARTIN, SARA

Ikastaldia: 2013/2014

Ohiko deialdia

Jarduera Fisiko eta Kirolaren Zientzien fakultatea

AURKIBIDEA

TAULEN ZERRENDA.....	3
IRUDIEN ZERRENDA.....	3
SARRERA.....	4
METODOEN SAILKAPENA	6
1.1 Sarrera	6
1.2 Sailkapena García-Verdugoren arabera	6
1.3 Sailkapena energia bideen arabera	10
1.4 Ondorioak.....	11
METODO JARRAIAREN ERAGINAK.....	13
2.1 Sarrera	13
2.2 Egokitzapen fisiologikoak.....	13
2.4 Ondorioak.....	14
METODO INTERBALIKOAREN ERAGINAK.....	16
3.1 Sarrera.....	16
3.2 Eragina errendimenduan.....	18
3.3 Eragin fisiologikoak.....	19
3.4 Ondorioak.....	24
SPRINT METODOAREN ERAGINAK.....	25
4.1 Sarrera.....	25
4.2 Eragina errendimenduan.....	26
4.3 Eragin fisiologikoak.....	28
4.4 Ondorioak.....	33

BOLUMEN ALTUKO ENTRENAMENDUA vs INTENTSITATE ALTUKOA.....	34
5.1 Sarrera.....	34
5.2 Intentsitate altu eta bolumen baxuko entrenamenduaren onura eta arazoak.....	36
5.3 Bolumen altu eta intentsitate baxuko entrenamenduaren onurak eta arazoak.....	37
5.4 Seinale molekularren teoria.....	39
5.5 Ondorioak.....	42
ONDORIOAK ETA GOMENDIO PRAKTIKOAK.....	44
ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK	46
ERANSKINAK.....	49
HIZTEGIA.....	52

TAULEN ZERRENDA

1 taula: Energia bideen ekarpena entrenamentu metodo ezberdinetan (Bowers & Fox, 2000).....	11
2 taula: Metodo interbalikoan erabilitako protokoloak.....	17
3 taula: Sprint metodoan erabilitako protokoloak.....	25

IRUDIEN ZERRENDA

1 irudia: Metodo jarraiaren azpitaldeen adierazpen grafikoa (García-Verdugo, 2004).....	7
2 irudia: Metodo jarrai uniforme eta aldakorraren adierazpen grafikoa(García-Verdugo, 2004).....	8
3 irudia: Serie hautsien metodoaren irudikapen grafikoa (García-Verdugo, 2004).....	9
4 irudia: Erresistentzia entrenamenduaren hiru faseak Hawleyren arabera (Hawley et al., 1997).....	12
5 irudia: Aldaketak potentzia pikoan eta 40 km-ko proban interbaliko periodo ostean (Hawley et al., 1998).....	18
6 irudia: Aldaketak indargetze gaitasunean, sei entrenamendu iterbaliko saioen ostean (Weston et al., 1997).....	22
7 irudia: Bihotz maiztasunaren erantzuna metodo jarraiaren eta sprint metodoaren aurrean (Iaia et al., 2008).....	26
8 irudia: K^+/Na^+ ponparen α -1, α -2 eta β -1 azpiunitateen adierazpena entrenamendu interbaliko baten ondoren (Bangsbo et al., 2009).....	30
9 irudia: Entrenamendu polarizatu eta atalaseko entrenamenduaren irudikapen grafikoak, intentsitateen distribuzioa kontuan hartuta (Seiler et al., 2006).....	35
10 irudia: Eliteko korrikalarien lan intentsitateen batzbesteko distribuzioa sei hilabeteko periodoan, bihotz maiztasunean oinarrituta (Esteve-Lanao et al., 2005).....	38
11 irudia: AMPK kinasaren fosforilazioa eta PCG-1 α mRNA-ren adierazpena sprint entrenamenduan zehar eta errekupeazioan (Gibala et al., 2008).....	41
12 irudia: Seinale molekularren funtzionamenduaren laburpen eskema (Laursen, 2010).....	41

SARRERA

Ondorengo lana errebisio bibliografiko bat da, non artikulu eta testu ezberdinak batuz ondorengo galdera erantzun nahi den: erresistentziaren entrenamendurako erabiltzen diren metodo bakoitzaren atzean zein eragin fisiologiko daude? Nola erantzuten du gorputzak?

Nahiz eta gaiaren muinean segituan sartuko garen, ezer baino lehen, lan hau zergatik egin den azaltzea izango da onena: urteetan zehar entrenatzaileak bidaltzen zizkidan entrenamenduak atzean zein asmo zuten jakin gabe burutzen nituen. Ez nion galdera hori nire buruari gehiegitan egiten; Gasteizko Jarduera Fisiko eta Kirol Zientzien fakultatean ikasketa egin ahala, ordea, nire jakinmina handitu besterik ez da egin. Bertan ikusi da jarduera fisikoa egitean gorputzean gertatzen diren erantzun eta egokitzapenak zeintzuk diren. Teorian, proba jakin baterako prestatzeko jarraitu beharreko periodizazioa eta kargen antolaketa nola egin ere ikasi dugu. Baina zein eragin dago erresistentzia entrenamendu metodo bakoitzaren atzean? Zergatik da hobea une jakin baten metodo jarraia erabiltzea, eta hurrengo hilabetean interbalikoa?

Galdera horiek erantzuteko metodo bakoitzak gorputzean eragiten dituen aldaketa fisiologikoak ezagutzea beharrezkoa zela pentsatzekoa zen, eta hori da hain zuzen lanaren helburua.

Horretarako bilaketa bibliografiko zabala egin da. Bilatutako artikuluek erresistentzia metodoez hitz egin behar zuten, eta erresistentzia kiroletara zuzenduak egon behar ziren. Gainera, soilik maila minimo bat zuten kirolariak subjektutzat zituzten artikulua hautatu dira.

Geroago ikusiko denez, pertsona erdizka aktiboek (baina ez kirolariak) edo sedentarioek egokitzapen gehiago erakusten dituzte edozein estimuluren aurrean. Goi mailako kirolariek maila altuagoa dute hasieratik, eta egokitzapenak ez dira horren ikusgarriak (Iaia & Bangsbo, 2010).

Arazoa da goi mailako kirolariek egiten diren ikerketak pertsona sedentarioekin egiten direnak baino askoz urriagoak direla. Hau seguruenik gertatzen da goi mailako kirolariak ez direlako oso prest egoten ikerketa batengatik beraien entrenamendu programak aldatzeko. Gainera lagin txikiagoak izaten dira goi mailako kirolarien ikerketetan (Laursen & Jenkins, 2002).

Artikulu guztiak hartuko bagenitu, askoz ere informazio gehiago izango genukeen. Baina Seiler eta Kjerland ikerlariek aipatzen duten bezala, erdi entrenaturiko pertsonen edo pertsona sedentarioen

datuak erabiltzen dituzten ikerketak ezin dira besterik gabe goi mailako kirolarien entrenamendua planifikatzeko erabili.

Beste arazo bat zera izan da: Ez daudela nahiko ikerketa metodo guztien eraginak banan-banan ezagutzeko. Horregatik, nahiz eta berez metodo askoz gehiago egon, lanean hiru multzo handitan sailkatu dira, eragin fisiologikoak azaltzeko behintzat.

Azkeneko 45 artikulua erabili dira. Gehienak ikerketa bakarrari buruzko artikulua dira; beste batzuk ikerketa ezberdinen emaitzak batu dituzten antzeko errebisio bibliografikoak dira; gainontzekoak lana hornitzeko erabili diren teoriako liburu eta artikulua.

Lana metodo ezberdinen aurkezpen eta sailkapen batekin hasiko da. Gero metodo jarraien errendimenduko eraginak ikusiko dira, eragin fisiologikoekin batera. Berdina egingo da metodo interbalikoarekin eta sprint metodoarekin. Jarraian erresistentzia entrenamenduaren periodizaziorako modelo ezberdinak ikusiko dira, bakoitzak dituen onura eta arazoekin. Seinale molekularren funtzionamenduaren azalpen labur bat egingo da jarraian, egokitzapen prozesuekin duen lotura handia dela eta. Bukatzeko, lanaren ondorioa nagusiak eta bertatik ateratako gomendio praktikoak ere eskuragarri dituzue.

Entrenamendu egoki bat eramateko metodo ezberdinen arteko konbinazio optimoa bilatzea garrantzitsua dela da lanaren ondorio nagusia. Ez dago metodo bat besteen gainera garrantzia gehiago daukanik, eta guztiek dituzte bertute eta arazoak. Argi geratzen da goi mailako erresistentzia kirolariek metodo jarraiarekin betetzen dutela entrenamendu bolumenaren zati handi bat, baina metodo interbaliko eta sprint metodoko kalitatezko saioak egitea ahaztu gabe. Azkenik, metodo bakoitzak zehazki zein egokitzapen eragiten dituen jakiteko ikerketa gehiago egitea oso komenigarria da, bereziki goi mailako kirolariak subjektutzat hartzen dituztenak. Arlo honetan zabalitzen den ikerketa ildo oso interesgarri eta zabal bat egokitzapenak eragiten dituzten seinale molekularrena da.

1 KAPITULUA

METODOEN SAILKAPENA

1.1 Sarrera

Banan banan metodo bakoitzaren inguruan egin diren ikerketak aztertzen joan aurretik, metodoak sailkatzen lagunduko duen ikuspegi orokor bat aztertzea da egokiena. Horretarako, bi iturri ezberdin erabiliko dira, non erresistentziaren entrenamendu metodoak era ezberdinean sailkatzen diren.

Lehenengoa Mariano García Verdugoren sailkapena izango da. Entrenatzaile prestigiotsu hau Espainiako iraupen erdiko atletismoko arduraduna izan da azken 6 Joko Olinpikoetan. Atletismoaren entrenamenduari buruz idatzi dituen liburu ezberdinetan, metodoen sailkapen bera egiten du, ikuspegi tradizioaletik nahiko gertu dagoena (García-Verdugo & Landa, 2005).

Bigarrena, kirol-fisiologia liburu batetik ateratakoa da. Bertan metodo ezberdinak banan-banan eta zehatzago azaltzen dira. Baina sailkapen honetatik interesgarriena zera da: metodo bakoitzean bide energetiko bakoitzetik (anaerobiko laktiko, anaerobiko alaktiko eta aerobikoa) zein ekarpen maila dagoen ere sailkatzen dela (Bowers & Fox, 2000).

1.2 Metodoen sailkapena Garcia-Verdugoren arabera

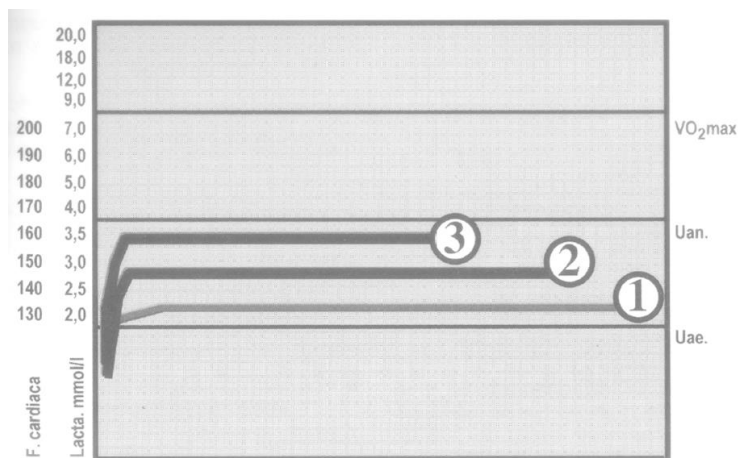
Gaur egungo metodoen sailkapen ohikoenak bi multzo handi bereizten ditu: Metodo jarraiak eta zatikatuak. Bi multzo handi hauei kontrol eta lehiaketa metodoak gehitu behar zaizkio. Gainera, multzo hauek beste azpitalde askotan antolatzen dira, iraupenaren eta atseden tarteen arabera (García-Verdugo & Landa, 2005).

- **1.2.1 Metodo jarraituak:** Denbora batez kargaren aplikazioa etengabea izatea eskatzen duten entrenamenduak dira. Entrenamenduaren iraupena luzea denez, aldaketa fisiologiko jarraituak ematen dira. Batetik, sistema organikoen funtzionaltasuna handitzen du. Bestetik, jardueraren ziklikotasun eta errepikagarritasuna medio, keinuaren automatizazio eta esfortzuaren efizientzia hobetzen dira. Eraginak epe ertain-luzera agertzen dira, eta egokitzapenen iraunkortasuna nahiko altua da.

- **1.2.1.1 Metodo Jarraitu uniformeak:** Lana etenik gabekoa izateaz gain, intentsitatearen aldaezintasuna ere eskatzen du. Intentsitate aerobikotan landu ohi da, Oxigeno kontsumo maximoaren (VO_{2max}) %60-85 artean, atalase aerobiko eta anaerobikoaren artean. Erresistentzia aerobikozko oinarria eratzeko erabiltzen da gehien. Lan saio anaerobiko ostean errekupeziarako bitarteko bezala ere erabiltzen da.

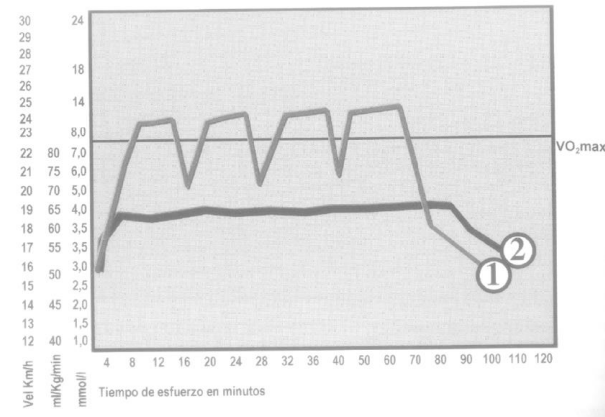
Entrenamenduaren intentsitate eta iraupenaren arabera azpitalde ezberdinak existitzen dira: a) Estentsiboa, b) Tartekoa eta c) Intentsiboa (1.irudia).

1.eranskinean taula bat txertatu da, non metodo jarraiaiek dituzten azpitaldeak eta teoriar esleitzen zaizkion egokitzapenak bildu diren.



1 irudia: Metodo jarraiaien azpitaldeen adierazpen grafikoa (García-Verdugo, 2004)

- **1.2.1.2 Metodo jarraitu aldakorak:** Karga etengabea da, baina intentsitatean aldaketak eman daitezke. Aldaketa hauek inguruneak berak (aldapak), atletaren borondateak edo entrenatzailearen aginduek eraginak dira. "Fartlek" entrenamendua multzo honen barruan sartu daitezke. Metodo jarraitu uniforme eta aldakorraren arteko ezberdintasuna hobeto ulertzen laguntzen duen irudia aurkezten da jarraian. (2. Irudia)



2 irudia: Metodo jarrai uniforme eta aldakorraren adierazpen grafikoa(García-Verdugo, 2004)

- **1.2.2 Metodo zatikatuak:** Metodo hauen ezaugarri nagusia karga eta atsedeen tarteen alternantzia da. Horrela, metodo jarraituetan ez bezala, intentsitate altuagoko kargak errepikatzeko aukera dago. Hau da, karga espezifikoak pilatzeko aukera ematen du. Aldi berean, metodo zatikatuen barruan beste bi azpikategoria existitzen dira:

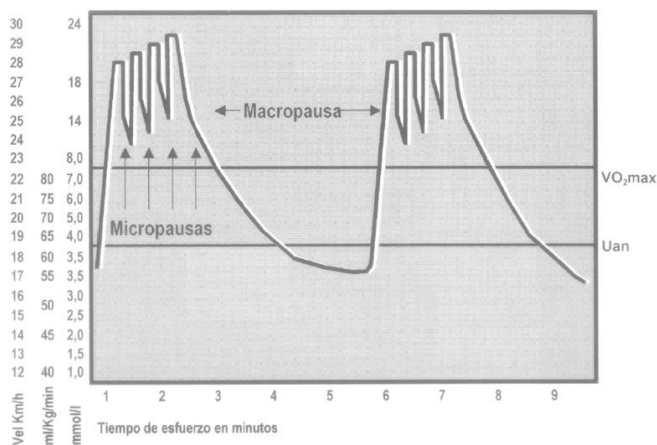
- **1.2.2.1 Metodo interbalikoa:** Lan zatiak eta atsedeen zatiak tartekatzen dira, atsedena osagabea delarik. Modu honetan, karga zatietan hipertrofia kardiakoa bultzatzen da. Atsedeen tartetean aldiz, ezker bentrikuluko barrunbearen zabaltzea bultzatzen da.

2. eranskinean ikus daiteke nola metodo interbalikoaren barnean lau azpitalde bereiz daitezkeen, dagozkien efektu fisiologikoein.

- **1.2.2.2 Errepikapen metodoa:** Errepikapen metodoan burutzen diren lan intentsuak distantzia horretan egin daitezkeen intentsitate maximotik oso gertu egiten dira. Intentsitatea errepikapen guztietan mantentzeko, atsedeen tartekak ere nahikoa luzeak izan behar dira. Egiten den errepikapen kopurua ere aurreko metodoetakoa baino txikiagoa izan ohi da.

3.eranskinean azaltzen dira metodo honen barruan landu daitezkeen azpitalde ezberdinak.

- **1.2.3 Kontrol eta lehiaketa metodoak:** Kirolariak bere sasoiaren puntu optimoa lortzeko fase lehiakorrean egiten dituen lanak dira. Entrenamendu karga oso espezifikoa da, lehiaketaren ezaugarri fisiko, tekniko, psikologiko eta taktikoetara ahal bezain beste gerturatuko delarik. Honen barruan hiru azpitalde bereiz daitezke.
 - **1.2.3.1 Lehiaketa metodoa:** Burututako distantzia benetako frogaren erdia edo bi herenak izango dira. Izan ere, entrenamenduan oso zaila da lehiaketako intentsitate bera mantentzea, besteak beste lehiaketako faktore psikologiko estimulatzailea falta delako. Intentsitatea lehiakoaren berdina edo pixka bat altuagoa izango da.
 - **1.2.3.2 Entrenamendu modulatu:** Erritmo aldaketa bortitzak eskatzen dituzten probetarako, entrenamendu metodo hau erabiltzen da. Errepikapenak egiten dira lehiaketako intentsitate berean, baina intentsitatearen gorabeherak eginez. Aurrekoan bezala, lehiako distantzia baino gutxiago burutzen da.
 - **1.2.3.3 Serie hautsiak:** Benetako probak neurtzen duen distantzia 2 edo 4 errepikapenetan zatitzen da. Errepikapen bakoitza lehiako intentsitatean edo zertxobait gehiago egiten da, tartean 30 segundoko mikro atsedanak eginez. Makropausa baten ostean beste serie bat egiten da, guztira lehiako distantzia bi edo hiru aldiz egiten delarik (3. irudia)



3 irudia: Serie hautsien metodoaren irudikapen grafikoa (García-Verdugo, 2004).

1.3 Metodoen sailkapena energia bideen arabera:

Hau da Bowers eta Fox-en liburuan (2000) egiten den metodo ezberdinen sailkapena. Lehenengo taulan metodo bakoitzak zein energia bide metabolikoren ekarpena eskatzen duen azaltzen da:

Metodoak:

- Azelerazio sprintak: 50 eta 100 metro arteko segmentuetan abiaduraren igoera progresiboa egitea, trostan hasi eta pausu luzean amaituz.
- Lasterketa jarrai azkarra: Luzera handiko lasterketa erritmo azkarrean.
- Lasterketa jarrai motela: Luzera handiko lasterketa erritmo motelean.
- Sprint faltsua: Bi sprint, trote zati batekin tartekatua.
- Sprintak interbaloekin: 50 metroko sprintak, 50-70 metro arteko zati lasaiekin tartekatua. Guztira 5000 metrora iritsi daiteke.
- Interbalodun entrenamendua: Lan tarte errepikatuak, artean atsedean zatiekin artean.
- Trosta ("Jogging-a"): Distantzia ertain batean (3-5 kilometro) egiten den lasterketa, oso erritmo motelean.
- Errepikapen entrenamendua: Entrenamendu interbalikoa bezalako baina atsedean eta lan tarte luzeagoekin.
- Abiadura joko ("Fartlek"): Ingurune natural eta aldakorrean egiten den lasterketa, erritmo azkar eta motelak txandakaturik.
- Sprint entrenamendua: Abiadura maximoan egiten diren sprintak, tartean atsedean osoekin.

Energ. Bidea Metodoak	Anaerobiko alaktikoa	Anaerobiko laktikoa	Aerobikoa
Azelerazio sprintak	%90	%5	%5
jarrai azkarra	%2	%8	%90
jarrai motela	%2	%5	%93
sprint faltsua	%85	%10	%5
sprint interbalikoa	%20	%10	%70
interbaloak	%0-80	%0-80	%0-80
trotea	%0	%0	%100
errepikapen lasterketak	%10	%50	%40
fartleka	%20	%40	%40
sprint entrenamendua	%90	%6	%4

1 taula: Energia bideen ekarpena entrenamendu metodo ezberdinetan (Bowers & Fox, 2000)

Informazio hau baliagarria izan daiteke metodo ezberdinen arteko aukeraketa egiterako orduan. Baina ez digu informaziorik ematen gorputzean emango diren egokitzapenei buruz.

Gainera, esan beharra dago metodo baten barruan eskaera metabolikoak ez direla beti berdinak. Adibidez, ikusi zen nola entrenamendu interbaliko batean (8x5'/4' protokoloarekin) bide ezberdinen energia ekarpena aldatzen den. Nahiz eta hasieran karbohidrato oxidazio ratioa altua izan, errepikapenetan aurrera egin ahala gantz oxidazioa indartzen joan zen (Laursen & Jenkins, 2002).

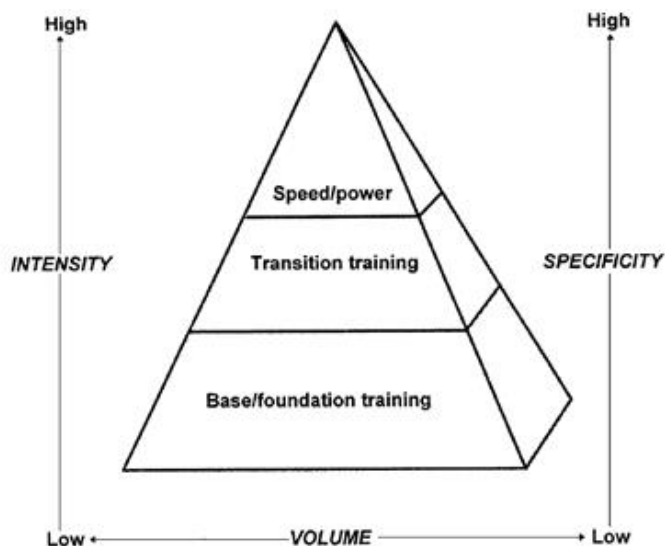
1.4 Ondorioak

Literatura zientifikoan ez dira metodo hauek guztiak banan-banan bereizten. Artikulu ezberdinetan metodoez hitz egiterako orduan, askoz ere era sinplifikatuagoan agertzen dira. Aurreko lerroetan aipatutako metodo guztiei buruzko artikuluak ez dira existitzen. Horregatik, metodoak hiru multzo handitan banatuko dira:

- Metodo jarraiak: Metodo jarraiei buruz hitz egiten duten artikuluek metodo jarrai uniformeez hitz egiten dute batez ere. Hala ere, multzo guztietatik hau da informazio gutxien lortu dena.

- Metodo interbalikoa: Izen horren azpian errepikapen metodoak edo interbalikoak sartzen dituzte gehienetan, atsedena osoa edo osagabea den kontuan hartu gabe. Metodo honen inguruan bibliografia oso zabala da.
- Sprint metodoa: “Speed endurance training” ere deitua. Funtsean metodo interbalikoaren berdina da, baina atsedena ratioa eta intentsitatea handiagoak dira, eta errepikapenaren iraupena laburragoa.

Hiru multzo handi hauen ikuspegira gerturaten da Hawley eta kideek erresistentzia metodoei buruz egindako eskema (4. irudia). Erresistentzia entrenamendua hiru fasetatik pasatzen dela diote. Lehenengoa base bat hartzera zuzendua dago, bigarrena metodo interbalikoak osatzen du, eta hirugarrena “speed training” edo sprint trainingari” dagokio. Piramidean igo ahala intentsitate eta espezifitatean irabazten da, eta bolumenean galdu (Hawley, Myburgh, Noakes, & Dennis, 1997).



4 irudia: Erresistentzia entrenamenduaren hiru faseak Hawleyren arabera (Hawley et al., 1997)

2 KAPITULUA

METODO JARRAIAREN ERAGINAK

2.1 Sarrera

Goi mailako kirolariei dagokienez, komunitate zientifikoak gero eta garbiago izan du metodo jarraiak bere horretan ez direla nahikoa egokitzapen azpimarragarriak lortzeko.

2.2 Eragina errendimenduan:

Intentsitate submaximoan entrenatutako bolumenak (jarraia) ez du erresistentziako errendimendua hobetzen beraien VO_{2max} balioa 60ml/kg/min.-etik gora duten atletengan (Acevedo & Goldfarb, 1989; Laursen & Jenkins, 2002).

Esate baterako, zenbait igerilarik beraien entrenamendu bolumena bikoiztu zuten hamar egunez (bataz besteko intentsitatea bere horretan mantenduz); honek ordea, ez zuen inolako hobekuntzarik ekarri errendimendurako (Costill et al., 1988).

2.3 Egokitzapen fisiologikoak:

2.3.1 Oxigeno kontsumo maximoan:

Metodo jarraiek eragiten duten egokitzapen kopurua atletaren aurretiko mailaren oso menpe dago. Adibidez, entrenamendu maila baxua eta ertaina zuten bi korrikalari taldek entrenamendu protokolo bera eraman zuten. Zazpi astez entrenamendu jarraiak egin zituzten bakoitzaren "steady state" eritmo maximo estimatuan (odoleko laktato kontzentrazio 2,2mmol/l balorean mantentzen den eritmoa). 10 kilometroko proban eta VO_{2max} balorean maila baxuko korrikalariak %15,8 eta %8,1 hobetu ziren, hurrenez hurren. Maila ertaineko kirolarien kasuan, ordea, hobekuntza askoz txikiagoa izan zen; %6,7 eta %5,8koa zehazki. Beraz, entrenamendu hau maila aerobiko txikiko atletentzat izango da batez ere onuragarria. Maila altuagoa duten lasterkariak intentsitate altuagotara entrenatu behar dute, egokitzapenak lortzeko (Priest & Hagan, 1987).

Beraien entrenamendu bolumena bikoiztu zuten igerilarien kasuan ere, ez zen gaitasun aerobiko maximoan hobekuntzarik ikusi. Hori gutxi balitz, igerilarien %33 ez zen entrenamendu errutina mantentzeko gai izan nekearen erruz. Hala ere, esan beharra dago 10 egunez entrenamendu oso luzeak burutu zituztela batere atsedetik gabe (Costill et al., 1988).

Lan jarrai intentsuak, laktato atalaseko intentsitate eta VO_{2max} intentsitatearen artean egiten denak ($v_{50\% \Delta}$, edo “critical velocity” ere deitua), ez du eliteko kirolarien VO_{2max} parametroa hobetzen. Datua ez da hobetuko kirolariak jadanik 70/ml/kg-ko balioa baino gehiago badauka (Billat, 2001).

2.3.2 Lasterketa ekonomian:

Lasterketa ekonomia honela definitu izan da: Abiadura submaximo jakin baterako behar den energia eskaera zehatza. Normalean “Steady-State” erritmo indibidualeko VO_{2max} eta arnas elkartrukatzeko ratioaren (RER) balioak neurtuz baloratzen da (Saunders, Pyne, Telford & Hawley, 2004).

Jadanik maila altua duten kirolariek periodo luzeak behar dituzte ekonomian hobekuntza hautemangarriak lortzeko. 6-12 aste bitarteko interbentzio periodoez ez dute ekonomiarentzat onurarik eragin. Baina demostratu da atleta zaharrenek, edo asteko kilometrai handiena burutzen dutenek, lasterketa ekonomia dutela. Lasterketa ekonomia zein abiaduratan hobetu nahi den, abiadura berean entrenamendu bolumen asko egitea aukerarik onena dela dirudi. Horregatik, atleta batek ekonomia abiadura askotan indartu nahi badu, entrenamenduetan ere abiadura aniztasuna bilatzea da logikoena (Jones & Carter, 2000)

2.4 Ondorioak:

- Entrenamendu jarraia erresistentzia kirolarien egunerokoan errotuen dagoen entrenamendu metodoa da ez bairik gabe.
- Entrenamendu jarraiaren bolumena igoaz errendimendua hobetzea zaila da jadanik maila altua duten kirolarientzat.
- Lan hau eginez VO_{2max} datuak zertxobait hobetu daitezke. Baina hau ia ezinezkoa izango da kirolariak honezkero oxigeno kontsumo datu altuak baldin baditu.

- Lasterketa jarraiko bolumen altuak denbora askoan zehar egiteak ekonomia hobetu dezake. Hala ere, hau frogatzen duten ikerketa gehiago beharrezkoak dira.
- Ongi entrenatutako atletentzat, entrenamendu bolumena (entrenamendu jarraia) igotzeak hobekuntzak ez eragitea litekeena da. Ondorioz, atleta eta kirolariek planteamendu ezberdinak bilatu behar dituzte errendimendu eta fisiologia efektu positiboak lortzeko. (Driller, Fell, Gregory, Shing, & Williams, 2009)
- Hau ikusita, lasterketa jarraiak atletarentzat ez duela inolako onurarik ekartzen esan daiteke; baina aurrerago ikusiko den bezala, metodo honek garrantzi handia dauka entrenamendu periodizazio egokia garatzeko orduan.

3 KAPITULUA

METODO INTERBALIKOAREN ERAGINAK

3.1 Sarrera:

Honela definituko genuke entrenamendu interbalikoa: Lan saio edo karga kopuru bat, tartean atsedeen tarte laburrekin, non erritmo lasaiagoa eramaten den. Entrenamenduaren helburua gihar aktiboak intentsitate altuko jarduera mantendu baten eraginpean jartzea da, “steady state” erritmotik gertu; modu honetan nekearekiko erresistentzia handitu nahi da (Hawley et al., 1997). Intentsitate berdina era jarrai batean egingo bagenitu, laktato akumulazioa eta ondorioz nekea azkarrago iristen dira. Tarteko atsedenek esfortzu intentsuekiko esposizioa denbora gehiagoz egitea ahalbidetzen dute (Billat, 2001). Errepikapenen iraupena 30 segundo eta 10 minutu artekoa izan behar dela dio Paul Laursen ikerlariak. Laursenek entrenamendu interbalikoaren gainean ikerketa asko egin ditu, eta beraz irizpide bera erabiliko da metodo hau sailkatzeko (Laursen, 2010).

Horregatik, errebisioa egitean, soilik iraupen tarte honetako errepikapenak erabili dituzten ikerketak sartu dira atal honetan. Intentsitateari dagokionez, abiadura aerobiko maximotik ($\dot{V}O_{2max}$) edo hauen parekideetatik behera zeuden ikerketak bakarrik hartu dira entrenamendu interbalikotzat. Ondorengo taulan (2.taula) ikus daiteke ikerketa bakoitzak zein protokolo erabili dituen, entrenamendu interbalikoari dagokionez.

Esan beharra dago. Irakurritako literatura zientifikoan ez dela kontuan hartzen atsedena osagabea edo osoa den. Hau da, errepikapen entrenamendua (atseden osoak eskatzen dituen), eta entrenamendu interbalikoa (atseden osagabeekin) zaku berdinean sartzen dira, eta entrenamendu interbaliko (HIT) deitzen zaio gehienetan.

2 taula: Metodo interbalikoan erabilitako protokoloak (Ekoizpen propioa)

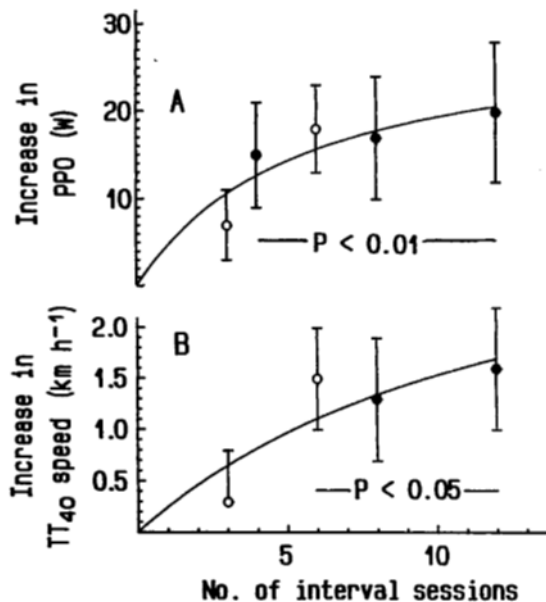
Ikerketa	Intentsitatea	Iraupena	Errepikapenak	Atsedena	Atsedentzaren ratioa
Hawley et al., 1997	%80 iPPO*	5'	6-9	1' (aktibo nahiz pasibo)	5:1
Weston et al., 1997	%80 iPPO*	5'	6-8	1' (aktibo)	5:1
Driller et al., 2009	%90 iPPO*	2'30"	8	B _{max} aren %70-era jeitsi arte. Inoiz ez 5' baino gehiago	Aldakorra
Laursen et al., 2002 (Blanchard)	%100 iPPO*	1'	20	2' (aktibo)	1:2
Gunnarson et al., 2013	%90-95 iPPO*	3'-4'	4-5	1'30"-2'	2:1
Stepto et al., 1999	%100 iPPO*	1'	12	4'	1:4
	%90 iPPO*	2'	12	3'	2:3
	%85 iPPO*	4'	8	1'30"	5:2
	%80 iPPO*	8'	4	1'	8:1
Laursen et al., 2002	%100 P _{max} *	%60 T _{max} * (≈2'30")	8	%120 T _{max} *	1:2
	%100 P _{max} *	%60 T _{max} * (≈2'30")	8	B _{max} -aren %65 era keitsi arte	-
Aughey et al., 2007	%80iPPO*	5'	8	1' (aktibo)	5:1
Westgarth-Taylor et al., 1997	%80iPPO*	5'	6-9	1' (aktibo nahiz pasibo)	5:1
<p>*PPO: Potentzia Piko test aerobiko inkrementalean T_{max}*: Neke-arteko denbora Potentzia aerobiko maximoan. *P_{max}: Proba inkrementalean VO_{2max} lortzen den intentsitate minimoa.</p>					

Bestalde, metodoaren eragina aztertzen duten ikerketa mordoa aurkitu direla esan behar da. Gaiari buruzko ikerketak 60. Hamarkadan hasi ziren Suedian, eta geroztik artikulu asko argitaratu dira (Billat, 2001).

Hala ere, ikerketa gehienek pertsona sedentarioak dituzte protagonista. Lehenago esan bezala, berrikuste lan honetan maila oneko kirolariek egindakoak bakarrik hautatu dira.

3.2 Eragina errendimenduan:

Hawley eta kideek (1998) buruturiko ikerketa batean, 4-6 saio burutu ziren eta errendimenduaren hobekuntza bi aspektu ezberdinetan nabaritu zen. Batetik, bizikletako proba inkremental batean lortutako potentzia pikoak %5 (iPPO) hazi zen. Bestetik, 40 kilometroko erlojuz kontrako proban beraien batzbesteko abiadura 1,5-2 km/ordu hobetu zen, hau da, 90-120 segundo azkarrago (5. Irudia).



5 irudia: Aldaketak potentzia pikoan eta 40 km-ko proban interbal periodo ostean (Hawley et al., 1998)

Antzerako ikerketa batean, txirrindulariek ere 40 kilometroko erlojuz kontrako proba burutzeko batez beste 120 segundo gutxiago behar izan zituzten (Westgarth-Taylor et al., 1997). Beste lau ikerketek (gutxienez) 40 kilometroko erlojuz kontrako proban hobekuntza erakutsi zuten. Gainera, Potentzia ekoizpen maximoan eta neke-arteko test maximoan ere hobekuntzak izan dira (Kubukeli, Noakes, &

Dennis, 2002; Laursen, Blanchard, & Jenkins, 2002; Laursen & Jenkins, 2002; Stepto, Hawley, Dennis, & Hopkins, 1999; Weston et al., 1997).

Korrikalarien kasuan, lau asteko entrenamendu interbalikoak VO_{2max} -eko intentsitatean abiadura (vVO_{2max}) hobetu zuen. Hau da, VO_{2max} -era iritsi orduko korrikalarien abiadura nahiko handiagoa zen entrenamendu ostean. Abiadura 20,5km/ordukoa zen entrenamendu aurretik, eta 21,1km/ordukoa entrenamendu ostean (Billat, 2001).

Korrikalariekin ere bai, 10 kilometroko proban errendimendua bataz beste minutu batez hobetu zen interbal eta fartlek entrenamendua konbinatzen zituen periodo baten ostean (Westgarth-Taylor et al., 1997). Beste ikerketa batean, 3 kilometro eta 10 kilometroko probetan ere ikusi da errendimendu igoera, %3koa bi kasuetan (Laursen & Jenkins, 2002).

Arraunlarien kasuan, 2000 metroko proban denborak %1,9 hobetu ziren 7 interbal saioaren ondotik (Driller et al., 2009).

3.3 Egokitzapen fisiologikoak:

3.3.1 Oxigeno kontsumo maximoan eta aireztapen atalasean.

Metodo honek VO_{2max} -aren hobekuntza bat eragin du arraunlariekin (%7ko hobekuntza) (Driller et al., 2009). Txirrindularien kasuan, 2002an egindako ikerketa batek hobekuntza aurkitu zuen, entrenamendu interbalikoko periodo baten ondorioz. Ikerlarien esanetan, VO_{2max} datuak hobetzearen gakoa entrenamendu periodoan zehar intentsitateak igotzen joatea izan zen, txirrindularien maila igo ahala. Modu honetan, entrenamendu estimulua beti maila egoki batean mantentzen da. Horregatik, jadanik maila altua duten kirolarien VO_{2max} hobetzeko metodo onena VO_2 pikotik gertu dauden intentsitateetan lan egitea dela oso ideia hedatua da zientzialarien artean. Hau metodo interbalikoaren bitartez egitea izan daiteke eraginkorrena (Laursen et al., 2002).

VO_{2max} -ean nola entrenatu zehazteko, vVO_{2max} jakitea komeni da. Aldi berean, abiadura honetan eutsi dezakegun denbora maximoa ere jakitea komeni da (T_{max}). T_{max} honen iraupena 8 minutu ingurukoa izaten da eliteko kirolarietan. Ikerketa baten demostratu zen interbal bitartez ahal bezain beste denbora vVO_{2max} -ean entrenatu nahi bada, errepikapen bakoitzak T_{max} -aren %60-ko iraupena izan

behar duela gutxienez. Izan ere, hau da VO_{2max} -era iristeko behar den denbora minimoa, batz bestea (Jones & Carter, 2000; Laursen, 2012).

Aldiz, urte berean eta autore berdinekin egindako ikerketa batean, ez zen hobekuntza esanguratsurik lortu. Nahiz eta ikerketa honetan errepikapenak ere VO_2 pikoaren baloretan egin ziren, aipatu behar da hauen iraupena askoz laburragoa (minutu batekoa) zela. Ez da kasu bakarra; ikerketa askok diote entrenamendu maila altua duten kirolariek VO_{2max} balioak hobetzea oso zaila dela. 1978an egindako ikerketa batek egiaztatu zuen subjektu entrenatuek ezin dutela VO_{2max} -ean hobekuntzarik izan, entrenamendu interbalikoa nahiz jarraia egin. Behin kirolariak entrenamendu gogorra egiten denbora luzea daramanean (eliteko kirolari guztiekin gertatzen den bezala) VO_{2max} -ak egonkortzeko joera dauka (Aughey et al., 2007; Daniels, Yarbrough, & Foster, 1978; Jones & Carter, 2000; Laursen, Blanchard, et al., 2002). Ikerketa askotan aipatzen da hortik aurrera errendimenduan ematen diren hobekuntzak beste faktore batzuei esker gertatzen direla. Adibidez, lasterketa ekonomia edo laktato atalasea (Jones & Carter, 2000; Kubukeli et al., 2002; Weston et al., 1997).

Aireztapen atalaseei dagokienez, datu hau kontuan hartu duen ikerketa gutxi aurkitu dira. Hauetako batek maila altuko txirrindulariak ditu protagonista. Bertan, lehen eta bigarren aireztapen atalaseetan (VT_1 eta VT_2) %22 eta %15eko hobekuntza lortu zen, hurrenez hurren. Atalase bakoitzean lortutako potentzia ere hobetu zen; %5,1 VT_1 -erako eta %7,6 VT_2 -rako (Laursen, Blanchard, et al., 2002).

Bestalde, korrikalariekin egindako ikerketa batean ez zen aireztapen atalasearen inolako hobekuntzarik lortu. Baina azken ikerketa honetan subjektuek burutu zuten lan interbaliko kopurua askoz txikiagoa izan zen, eta ez dago ondo definitua (Acevedo & Goldfarb, 1989).

3.3.2 Substratuen erabileran:

Jarduera interbaliko submaximoaren bitartez (iPPO-aren %60-80 artean, hau da, test inkrementalean lortutako potentzia maximoaren % 60-80), karbohidrato oxidazio ratioa gutxitu egin daiteke jarduera submaximoetan, eta aldi berean gantz oxidazio ratioak igo (Hawley et al., 1997; Weston et al., 1997). Intentsitate altuagoko lana (%100 iPPO) erabili zuten beste ikerketa batean ere ondorio berdinerira iritsi ziren. Hau RER datuetan ikusi daiteke. Entrenamenduan zehar RER baloreak jeisteak gantz oxidaziorako gaitasunaren igoera bat egon dela esan nahi du (Laursen, Blanchard, et al., 2002). Substratuen erabileran aldaketa hau oso garrantzitsua da. Nekearekiko erresistentzia hobetzen du, baita

muskuluko glukogeno erreserbak aurrezten. Glukogeno erreserba endogenoen beherakada intentsitate altuak mantentzeko ezintasunarekin lotua dago, beraz aurrezpen hau oso onuragarria da 60-90 minutu artean irauten duten probetarako (Holliday & Jeukendrup, 2012).

Baina gakoa, hobekuntza hauek zein mekanismori esker ematen diren jakitea da. Egokitzapen zentraleri esker ematea posible da; baina ez da ahaztu behar egokitzapen periferikoek ere pisua izan dezaketela.

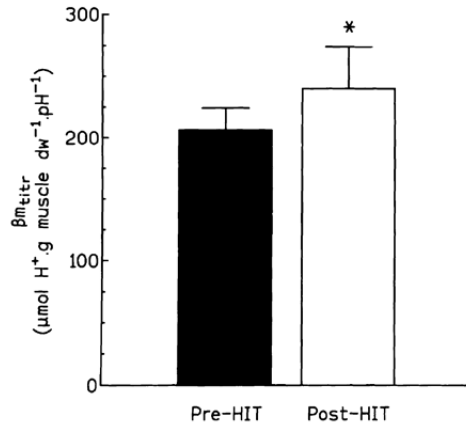
3.3.3 Jarduera entzimatiakoan:

Ikerketa gehienek erakusten dute entrenamendu interbalikoak ez duela eraginik entzima mitokondrialen eta glikolitikoen jardueran (adibidez, zitrato sintasa, fosfofruktokinasa eta hexokinasa). Badirudi alde zehar aurretik eliteko kirolariek egiten duten entrenamendu aerobikoaren bolumen altuek jadanik egokitzapenak eragiten dituztela, hobekuntza bat egotea zailduz (Hawley et al., 1997; Kubukeli et al., 2002; Laursen & Jenkins, 2002; Weston et al., 1997).

3.3.4 Indargetze gaitasuna eta laktato kontzentrazioak:

Azido laktikoaren disoziazioetik askatzen diren hidrogeno ioiek (H^+), ariketan zehar nekea handitzeko joera dute. Horregatik, garrantzitsua da ioi hauek eragiten duten azidosia neutralizatzea ariketan zehar. Neutralizazio honetan parte hartzen dute gorputzeko hainbat indargetzaile kimikok,; hala nola, bikarbonatoa, fosfatoak eta zenbait proteina. Prozesu hau burutzeko gaitasunari indargetze gaitasuna deitzen zaio, "buffering capacity" ingelesez (Ross & Leveritt, 2001).

Txirrindulariekin egindako ikerketa batean, entrenamendu interbalikoak indargetze gaitasuna %16an hobetu zuen. Nahiz eta gaitasun hau sprint entrenamenduarekin lotu izan den tradizionalki, interbalikoak ere eragin positiboa duela frogatu zen (6. irudia) (Weston et al., 1997).



6 Irudia: Aldaketak indargetze gaitasunean, sei entrenamendu iterraliko saioaren ostean (Weston et al., 1997)

“Buffering” gaitasuna hobea izan zen entrenamendu aldiaren ostean. Nahiz eta datu hau hobetu, ez zen nahikoa izan zelularteko H^+ metaketan jaitsiera eragiteko (Hawley et al., 1997).

Azkenik, zortzi asteko entrenamendu periodo baten ostean, korrikalari batzuek abiadura submaximotan laktato kontzentrazio baxuagoak erakutsi zituzten. Gainera, proba inkrementalean, 2 mmol eta 4 mmol-eko laktato kontzentrazioak $\text{VO}_{2\text{max}}$ indibidualaren portzentaje altuagoetan gainditu zituzten.

3.3.5 Muskuluko ioi garraiatzaileak:

Muskuluko ioi garraiatzaileek sarkolemaren alde batetik bestera egiten den sodio (Na^+), potasio (K^+), hidrogeno (H^+), kloro (Cl^-) eta laktato ioien elkartrukean lan egiten dute. Ariketa intentsuan zehar ematen den nekearen garapenean paper inportantea jokatzen dute (Gunnarsson, Christensen, Thomassen, Nielsen, & Bangsbo, 2013). Ariketa egitean, zaineko K^+ kontzentrazioa igo ohi da, eta eremu interstizialean K^+ metaketa gertatzen da. Hori gertatzen da muskuluen kontrakzioak era pasiboan Na^+ ioien sarrera eta K^+ ioien kanporaketa zelulan eragiten duelako. Desoreka horri aurre egiteko Na^+ - K^+ ponpak beharrezkoak dira. K^+ galera pasiboak K^+ / Na^+ ponparen bitartez sartzen den K^+ edukia gainditzeko badu, mintz potentzialaren despolarizazioa gertatzen da. K^+ / Na^+ ponpa sarkolemaren bi aldetara [K^+] eta [Na^+] gradienteak erregulatzeaz arduratzen da. Entzima hau ez da bat bakarra, eta hainbat azpi-unitatek osatzen dute (β -1, β -2, β -3, α -1, α -2 eta α -3) (Aughey et al., 2007; Gunnarsson et al., 2013). Azpi-unitate hauen kopuru handiagoa izateari esker giharreko potasio galera totala gutxitzen da, indar produkzioa

eta zelularen kitzikagarritasuna mantenduz. Ondorioz, Iraupen laburreko esfortzu intentsuetan errendimendua hobetzen da (Iaia & Bangsbo, 2010).

Hiru asteko entrenamendu interbalikoak ez zuen ponpen kantitatea handitu ongi entrenatutako atletengan. Baina, K^+/Na^+ ponparen aktibitatea %6 igo zen gutxi gora behera subjektuengan. Beraz, aktibitatea hobetzen duten beste mekanismo batzuk existitu behar dira, ponpa kantitatearekin zerikusirik ez dutenak (Aughey et al., 2007).

3.3.6 Egokitzapen kardiobaskularrak:

Informazio gutxi existitzen da entrenamendu erregimen ezberdinek bihotz-errendimenduan duten eraginari buruz. Baina bihotz-funtzioak erresistentzia kirolarientzat berebiziko garrantzia du, errendimenduari dagokionez (Warburton & Bredin, 2012). Interbaliko entrenamenduak eragiten dituen egokitzapen zentralei buruz ere oso gutxi ikertu da, neurtzeko zailagoak direlako. Adibidez, ekokardiografia bat egitea oso zaila da ariketa moderatu edo intentsua egiten den artean. Hala ere, egokitzapen hauek errendimendu hobekuntzan zeresan handia dutela argi dago (Laursen, 2012; Warburton & Bredin, 2012).

Nahiz eta guztiz frogatua ez dagoen, ikerlariak ondorengo egokitzapenak existitzen direla uste dute: a) Ezker bentrikuluko barrunbearen handitzea b) Ezker bentrikuluko miokardio pareta loditzea. c) Miokardioaren uzkurtze gaitasuna. d) bentrikuluen hedagarritasuna hobetzea. e) odol plasma igotzea (Laursen, 2012). Frogatu diren hobekuntza batzuk ere badaude: Badirudi ariketa osteko hurrengo minutuan errekupeazio azkarrago bat ahalbidetzen duela entrenamendu interbalikoa egiteak (Laursen & Jenkins, 2002). Errekupeazio ratio hau era esanguratsuan hobetu zen txirrindulariekin 2002. urtean egindako ikerketa batean. Txirrindulariek 20x1'/2'-ko entrenamendu interbalikoa burutu zuten hainbat astez. Interbentzio aldiaren ostean, errepikapen arteko maiztasunaren errekupeazioa askoz azkarragoa zen entrenamenduaren hasieran baino (Laursen, Blanchard, et al., 2002).

3.5 Ondorioak:

- Entrenamendu interbalikoak errendimenduaren hobekuntzan lagundu dezake 10 minutu inguruko probetatik hasita (gutxienez) eta ordubete inguruko probetaraino. Potentzia pikoan eta abiadura aerobiko maximoan ere hobekuntzak eragin ditzake.
- VO_{2max} -aren datuak hobetzekotan, abiadura aerobiko maximotik (vVO_{2max}) edo potentzia aerobiko maximotik (iPPO) gertu egon behar dira. Errepikapenen iraupena T_{max} -aren %60an kokatu behar da gutxienez. Hala ere, maila altuko kirolariek parametro hau hobetzea nahiko zaila da.
- Substratuen erabileran gantzen oxidazioa indartu eta karbohidratoena leundu dezake.
- Entzima oxidatibo nahiz glukolitikotan duen eragina mugatua da, kirolariek aldeztu aurretik duten maila altuagatik.
- Indargetze gaitasunean eta laktato mailetan hobekuntzak eragin ditzake.
- K^+/Na^+ ponparen aktibitatea hobetzen du.
- Egokitzen kardiobaskularrak (zentralak) eragiten ditu, nahiz eta arlo hau oraindik argitzeko dagoen. Bihotz maiztasunaren erreperazio gaitasuna hobetzen da. Oso posible da miokardioaren eta ezker bentrakuluaren egitura hobekuntzak gertatzea ere.

4 KAPITULUA

SPRINT METODOAREN ERAGINAK

4.1 Sarrera:

Sprint entrenamendua “Speed endurance training” bezala izendatua ere agertzen da askotan. Entrenamendu interbalikoaren egitura berdina dauka, errepikapen intentsuak atsedean tarteekin txandakatuak. Baina kasu honetan errepikapenak intentsitate maximotik gertu daude eta laburrak dira (2-30 segundo). Atsedean tartek erlatiboki luzeagoak dira (50-100 segundo) (Iaia & Bangsbo, 2010).

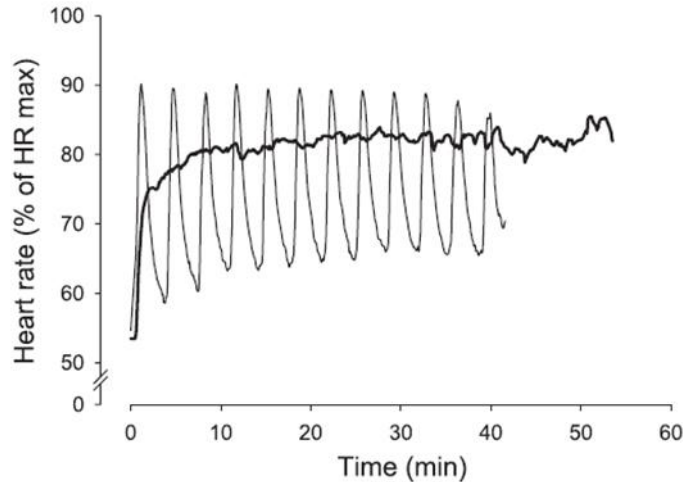
Hirugarren taulan ikus daiteke ikerketa bakoitzak metodo honetarako erabili duen protokoloa:

3 taula: Sprint metodoan erabilitako protokoloak

Ikerketa	Intentsitatea	Iraupena/ Distantzia	Errepikapenak	Atsedena	Atsedeen ratioa
Iaia et al., 2008-2009	%90-95 30s.sprintV*	30"	8-12	3' (pasivo)	1:6
Bangsbo et al., 2009	%95 30s.sprintV*	30"	8-12	3' (pasivo)	1:6
Saraslanidis et al., 2011	maximoa	80 metro	4	10"-1'	1:1-1:6
Gunnarson et al., 2013	%85-95 PPO*	30"	10-12	4'30"	1:9
Stepito., 1999	%175 iPPO*	30"	12	4'30" (aktibo)	1:9
Laursen et al., 2002 (shing)	%175 iPPO*	30"	12	4'30"	1:9
Creer et al., 2004	All-out	30"	4-10	4'	1:8
Bickham et al., 2006	%90-100 RPE	40-100 metro	14-30	-	1:3-1:5

*PPO: Potentzia pikoa.
 *iPPO: Potentzia Pikoa test aerobiko inkrementalean.
 *30s.sprintV: 30 segundoko sprintean lortutako abiadura maximoa.
 *RPE: Hautemandako esfortzu maximoa.

Zazpigarren irudian oso era grafikoan ikus daiteke zein ezberdintasunak dauden metodo jarrairen eta sprint metodoaren artean, soilik entrenamenduarekiko bihotz maiztasunaren erantzuna ikusita.



7 irudia: Bihotz maiztasunaren erantzuna metodo jarrairen eta sprint metodoaren aurrean (Iaia et al., 2008)

Metodo honen onura fisiologikoak zerrendatzen hasi aurretik, esan beharra dago guztiek izaera periferikoa dutela. Itxuraz, Sprint metodoan erabiltzen diren errepikapenen iraupen laburra ez da nahikoa arnasketa funtzioak eta bihotz-funtzioa estimulatzeko (Laursen, 2012).

4.2 Eragina errendimenduan:

Logikoa denez, sprint laburretako errendimenduaren hobekuntza gertatu ohi da sprint entrenamendu periodo baten ondoren. Adibide bat ematearren, 30 segundoko sprintean burututako distantzia totala luzatu zen sei asteko sprint entrenamendu periodo baten ondorioz (Bangsbo, Gunnarsson, Wendell, Nybo, & Thomassen, 2009; Iaia et al., 2008; Saraslanidis et al., 2011).

Baina errendimendurako onurak ez dira soilik hor geratzen. Badirudi entrenamendu honek errendimendua hobetzen duela intentsitate altuko jarduera supramaximo eta errepikatuetan, 10 minutu baino gutxiago irauten dutenak (Gunnarsson, Christensen, Thomassen, Nielsen, & Bangsbo, 2013; Iaia & Bangsbo, 2010). Hobekuntza hau intentsitate altuko lan periodoak eskatzen dituzten talde kiroletara ere aplikagarria izan daiteke, Yo-Yo testean ere hobekuntzak lortu direlako (Iaia et al., 2008; Iaia & Bangsbo, 2010).

Bestalde, kirol ziklikoetan ere hobekuntzak eragiten dituela dioten ikerketa asko daude. 30s segundo eta 3 minutu arteko lan oso intentsuetan errendimendu gorakadak frogatu dira. Esate baterako, VO_{2max}-aren %130eko intentsitatean egindako probetan nekea iritsi arteko pasatako denbora era oso esanguratsuan hobetzea lortu zen. Hori bai, sprint entrenamendua burutzen den periodoarekin batera entrenamendu bolumen totala jaistea komenigarria dela ohartarazten da (Iaia & Bangsbo, 2010).

Beraz, VO_{2max} gaintik egiten diren probetarako sprint entrenamenduak dirudi egokiena. Izan ere, espizifikotasunaren legea jarraituz, ulertzekoa da errendimendu supramaximoetan hobekuntza gehien eragiten duen entrenamendua interbaliko supramaximoa izatea, sprint entrenamendu bezala ere ezagutua (Paton, 2004).

Sprint entrenamenduaren onurak, ordea, ez dira soilik proba laburretara mugatzen. Metodo hauen erabilerak proba luzeagoetan errendimendu maila mantentzeko balio dutela ere frogatu da hainbat ikerketatan (Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2009).

Adibidez, eta atletismoarekin hasiz, 10 kilometroko probako maila mantendu zuen atleta talde batek sprint entrenamendu periodo bat burutuz, nahiz eta beraien entrenamendu bolumen osoa % 65ean jaitsi (kilometrotan) (Iaia et al., 2009; Iaia et al., 2008). Beste ikerketa batzuetan 3 eta 10 kilometroko probetan errendimenduaren %3ko hobekuntza ikusi zen, batz bestea. Hala ere, ikerketa honetako korrikalariak maila onekoak izan arren, ezin da esan elite mailakoak zirenik. Hori gutxi balitz, interbentzioan zehar karga aerobiko batzuk mantendu zituzten, sprint entrenamenduarekin batera. Horregatik, pentsa daiteke sprint entrenamendua lan aerobikoarekin konbinatzea dela proba hauetako denborak hobetzeko modu eraginkorrena (Bangsbo et al., 2009).

Adibide asko daude txirrindularitzan ere: 40 kilometroko erlojuz kontrako errendimendua zertxobait hobetzea ere lortu zen, ohiko entrenamenduari 2 asteko sprint metododun fasea gehituz (Laursen, Shing, et al., 2002). 40 kilometroko txirrindularitza proban hobekuntzak eragiten dituela beste ikerketa batean ere frogatu zen. Hala ere, 4 minutuko errepikapenez osaturiko entrenamendu interbalikoak onura hobeagoak eragin zituen ikerketa berean (Stepto et al., 1999). Era berean, txirrindulariek burututako antzeko ikerketa batean, 30 segundoko errepikapenez osatutako entrenamendu interbalikoak hobekuntza esanguratsuak eragin zituen 40 km-ko proban (Laursen et al., 2002).

Hau guztia 2000. Urtean egindako errebisio lan batetik ateratako ondorioekin bat dator: Bertan esaten da entrenamendu interbaliko maximoak eta supramaximoak (sprint entrenamendua) antzerako hobekuntza maila eragiten dutela proba zikliko submaximoetan (Paton, 2004).

Atsedenen iraupenak ere garrantzia du entrenamenduaren eraginean: Atseden ratio txikiagoa zuten entrenamenduek hobekuntzak eragin zituzten 4 eta 6 minutu arteko iraupena zuten probetan (Iaia & Bangsbo, 2010). Beste ikerketa batean, 1:1 atseden ratioa eta 1:6 atseden ratioa egin zuten bi talderen arteko konparaketa egin zen. Bietan sprint gaitasuna hobetu arren, atseden laburrena egin zuten haiek ATP-a bide glikolitikoetatik bersintetizatzeke gaitasun hobeak erakutsi zuten. Honi esker 200 eta 300 metroko lasterkako sprintetan hasierako abiadura altua mantentzeko gaitasuna hobetu zuten (Saraslanidis et al., 2011).

Hala ere, egin diren ikerketa askotan, atseden luzeagoa zuten entrenamenduek hobekuntza handiagoak eragin izan dituzte atseden laburrekoekin baino. Esan beharra dago atseden ratioari buruzko ikerketa kopurua ez dela nahikoa oraindik, honi buruz ondorio garbiak ateratzeko (Iaia & Bangsbo, 2010).

4.3 Egokitzapen fisiologikoak:

4.3.1 Oxigeno kontsumo maximoan:

Kirolari entrenatuentzat sprint entrenamendu bezalako metodo intentsuak ez dira nahikoa VO_{2max} parametroa hobetzeko. Horrela esaten dute metodo hau ikertu duten lanen gehiengo handi batek (Aughey et al., 2007; Bangsbo et al., 2009; Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2009; Iaia et al., 2008; Laursen, Shing, et al., 2002).

4.3.2 Substratuen erabileran eta energia gastuan

Metodo honek energi gastua gutxitzen du ariketa submaximoetarako (Bangsbo et al., 2009; Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2009).

Lau asteko sprint entrenamendu periodo baten ostean, abiadura submaximotako oxigeno kontsumoa nabarmen jaitsi zen (11 km/h abiadura eta 16 km/h abiaduren artean, zehazki). Honek, lasterketa ekonomian %5 eta 8 arteko hobekuntza esan nahi du (Iaia et al., 2009).

Are gehiago, muskulu glukogenolisia murriztu, eta gantz oxidazio indartzen du sprint entrenamenduak. Ikerketa batean, intentsitate submaximotako (17km/ordu) RER balioak baxuagoak izan ziren. Datu hau esku artean izanda, gantz oxidazioaren ekarpen energetikoa handiagotu zela da ondorio logikoa. Ez da, ordea emaitza hori erakusten duen ikerketa bakarra; 2009-an burututako beste ikerketa batean RER balio altuagoak erakutsi ziren 11 km/h-ko abiadura submaximoan (Bangsbo et al., 2009; Iaia et al., 2009). Beste ikerketa zaharrago batean, txirrindulariek KHO oxidazio ratioa gutxitu eta Gantzen oxidazioa handitu zuten intentsitate submaximotan. Ikerlariek ez dute uste hobekuntza hauek muskuluen edukiera mitokondrialia igo zelako izan zirenik (Westgarth-Taylor et al., 1997).

4.3.3 Jarduera entzimatiakoan:

Sprint entrenamenduak eragina duela dirudi entrenatu gabeko subjektuen jarduera entzimatiakoan. Kirolari entrenatuek, ordea, ez dute hobekuntza handirik esperimentatu entzima anaerobikoetan (Kreatin kinasa eta fosfofruktokinasa) (Bangsbo et al., 2009; Iaia & Bangsbo, 2010).

Entzima oxidatiboek dagokienez, ez dago horren garbi. Printzipioz hobekuntzarik ez du eragiten (Iaia & Bangsbo, 2010; Saraslanidis et al., 2011). Baina mitokondria proteinen mailak mantendu egiten dira (zitrato sintasa) sprint entrenamendu periodoetan, nahiz eta entrenamendu aerobikoaren bolumena nabarmen gutxitu. Ez da ahaztu behar, entzima hauendako estimulu garrantzitsuena hain zuzen entrenamendu aerobikoa dela (Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2009).

Azkenik, sprint entrenamenduak entzima anaerobiko alaktikoen aktibitatea igo dezake. Ikerketa batean miokinas entzimaren aktibitatea %20an hazi zen, sprint entrenamendu periodo baten ostean. Entzima honek ADP ATP-ra bersintetizatzeke prozesuan katalizatzaile bezala lan egiten du. Ondorioz, miokinasaren aktibitatea goratzeak ATP-aren bersintesi gaitasuna eta ondorioz sprint gaitasuna hobetzen ditu. Bestalde, esan beharra dago entrenamendu metodologia gainontzeko protokoloetatik zertxobait aldentzen dela. Sprintak oso laburrak ziren (5 segundo), eta atseden tarteak luzeak (25-55 segundo artean). Hau da, atseden ratioa 1:5-ekoa zen, gutxienez. Sprint luzeagoak erabili zituzten ikerketetan miokinasaren aktibitate igoera ez zen horren esanguratsua izan (Ross & Leveritt, 2001).

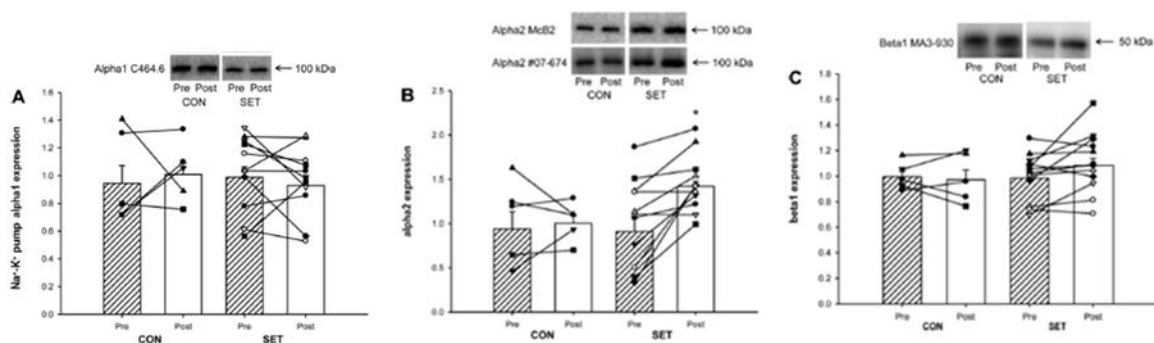
4.3.4 Muskuluko ioi garraiatzaileak:

Entrenamendu interbalikoaren kapituluaren aipatu den bezalaxe, ioi garraiatzaileen papera oso garrantzitsua da, batez ere sarkoleman zehar trukutzen diren K^+ eta H^+ ioien erregulazioari begira.

Lehenengo aipatu beharreko garraiatzailea K^+/Na^+ ponpa da. Entzima honi buruzko informazioa aurreko kapituluaren eman da.

Sprint entrenamenduak ere badu eragina potasio-sodio ponpan. Hain zuzen, bi ikerketatan odoleko K^+ metaketa txikiagoa ikusi zen ezaugarri hauetako lau asteko entrenamendu periodo baten ostean; Gainera datu honen eta $\alpha 1$ azpi-unitatearen mailaren artean korrelazio zuzena aurkitu zen (Bangsbo et al., 2009; Iaia & Bangsbo, 2010). Potasio-sodio ponpen α -1 eta α -2 azpi-unitateen espresioa indartzen du; baita ponpa hauen erregulatzailerik eta osagarri bezala lan egiten duen fosfolema proteina ere (FXYP1) (Bangsbo et al., 2009; Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2008).

Hala ere, ezberdintasunak daude α -1 eta α -2 azpi-unitateen egokitzapenak eragiterako orduan. Badirudi $\alpha 1$ azpi-unitatea soilik sprint entrenamendu isolatu batekin hobetu daitekeela, entrenamendu bolumen totala asko gutxituz. Kontrarioki, α -2 azpi-unitatearen espresioa indartzeko estimulu eraginkorra entrenamendu aerobikoa dela dirudi, sprint entrenamenduarekin konbinatuta (8. irudia) (Bangsbo et al., 2009). β -1 izena duen azpi-unitateari dagokionez, zalantza gehiago dago; ikerketa batzuetan hobekuntzarik ikusi ez diren bitartean, bestetan hobekuntza %10ekoa izatera iritsi da (8. irudia). Kontuan hartu behar da hobekuntzak pairatu zituzten kirolariek jadanik proteina hauen maila altua zutela, erresistentzia entrenamenduak eragindakoa (Bangsbo et al., 2009; Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2008).



8 Irudia: K^+/Na^+ ponparen α -1, α -2 eta β -1 azpiunitateen adierazpena entrenamendu interbaliko baten ondoren (Bangsbo et al., 2009)

Azken lerroetan aipatutako α -1, α -2 eta β -1 azpiunitateak ez dira K^+ -aren homeostasian parte hartzen duten agente bakarrak. Ikerketa batean zaineko K^+ kontzentrazioak jeitsi ziren interbentzio periodo baten ostean, baina azpiunitateen espresioa hobetu gabe. Horrek adierazten digu K^+ elkartrukean parte hartzen duten beste mekanismo eta proteina batzuk ere existitzen direla, oraindik ere nahikoa ikertu gabeak. Horietako bat izan daiteke sodio-potasio-kloro trukatzailea (NKCC1) edo barruranzko K^+ kanal artezlea (Kir 2.1 izenekoa) (Gunnarsson et al., 2013; Iaia et al., 2008).

H^+ ioien trukatzean parte hartzen duten garraiatzaileei dagokionez, eztabaida handiagoa dago. Hobekuntza demostratu duten ikerketa batzuk existitzen diren arren, beste batzuk ez dira horren seguru agertzen (Gunnarsson et al., 2013). Adibidez, sprint entrenamenduari esker, Na^+/H^+ trukatzailearen 1 isoforma (NHE1) espresioa indartzen dela dioten ikerketak daude. NHE1 atsedenean giharreko Ph-aren erregulatzaile nagusia da, H^+ aren kanporaketan parte hartzen duelako. NHE1aren lan honi esker, giharrean sodio sarrera errazagoa suertatzea posible da, aldi berean potasio-sodio ponpen estimulazioa mesedetzen duelarik (Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2008). Baina beste alde batetik, badaude NHE1aren adierazpenean inolako hobekuntzarik demostratu ez duten ikerketak ere (Gunnarsson et al., 2013).

Ariketak eragindako beste metabolito bat laktato ioiak dira. Hauek, laktato anezkaren bitartez, berrerabiliak izan daitezke, energia bide aerobikora txertatuz. Zelula barruko anezkak existitzen dira, non zelulan bertan sortutako laktatoa zelula berean berrerabiltzen den. Hortaz gain, laktatoa zuntz glukolitikotatik (txuriak) oxidatibotara (gorriak) mugitu daiteke; edo muskulu eskeletikotik muskulu kardiakora. Azken honi zelula arteko laktato anezka deitzen zaio (Insua, 2003). Monokarboxilato garraiatzaileak (MCT) laktatoaren mugikortasunaz arduratzen diren proteinak dira. Zelula mintza igarotzen laguntzen dute, baina proteinaren isoformaren arabera modu ezberdinean. MCT1 isoforma batez ere I motako zuntzetan agertzen da, eta laktatoa zelulatik kanpora garraiatzea da bere eginkizuna. Horrela, isoforma honen gorakadak zelula arteko laktato anezkaren mekanismoak hobeki funtzionatzea ahalbidetzen du. MCT4 isoforma II motako zuntzetan da ohikoagoa, eta glikolitikoki sortutako laktatoa zelulatik kanporatzeaz arduratzen da (Bickham, Bentley, Le Rossignol, & Cameron-Smith, 2006). Korrikalariekin egindako ikerketa batean, MCT1 isoformaren gorakada eman zen sei asteko sprint entrenamendu periodo baten ostean. MCT4 isoformak ez zuen inolako aldaketarik erakutsi. Baina kontuan hartu behar da ikerketa honetan parte hartu zuten subjektuak, korrikalariak izan arren, maila

ertainekoak zirela (Bataz beste 58,1ml/kg/min-eko VO_{2max-a}). Hori gutxi balitz, lagina soilik zazpi subjektuk osatzen zuten, eta kontrol talderik ez zen erabili (Bickham et al., 2006).

Baina parametro hau neurtu duten beste ikerketetan ez da hobekuntzarik ikusi ez MCT1 ezta MCT4 proteinen jardueran. Ikerketa hauetan subjektuen entrenamendu maila altuagoa zen. Ikerlariak uste dute MCT1 mailak ez direla hobetzen, lehenagotik erresistentzia entrenamendua burutu izanak jadanik maila altua eman dielako atleteri (Bangsbo et al., 2009; Gunnarsson et al., 2013; Iaia & Bangsbo, 2010; Iaia et al., 2008).

4.3.5 Indargetze gaitasuna:

PH azidoak neutralizatzeko gaitasuna edo "In vivo" indargetze gaitasuna ("In vivo buffering capacity"), sprint entrenamenduarekin hobetzen da. Izan ere, txirrindulariekin egindako ikerketa batean, 7 astez sprint entrenamenduko saioak egin zituzten, aurreko entrenamenduarekiko bolumena %70 gutxituz (kilometrotan). %16-ko igoera ikusi zen entrenamendu periodo ostean. Hala ere, esan beharra dago sprint metodoko saio hauekin batera saio interbaliko batzuk ere burutu zituztela (Gunnarsson et al., 2013; Ross & Leveritt, 2001).

4.3.6 Egokitzapen neuromuskularrak:

Txirrindulariekin lau astez eginiko ikerketa batean, basto lateral izeneko giharraren jarduera elektrikoan aldaketa esanguratsuak ikusi ziren, elektromiografia bitartez. Entrenamendu aldiaren amaieran, muskuluko seinale elektromiografikoan anplitudea handitu eta maiztasuna gutxitu zen. Hau ikusita, unitate motoreen sinkronizazioa eta erreklutamendua hobetu zela ondorioztatu zen. Hobekuntza hauei esker efizientzia eta koordinazioa ere mesedetzen dira, eta bide batez neke atalasea atzeratu (Creer, Ricard, Conlee, Hoyt, & Parcell, 2004).

4.4 Ondorioak:

- Sprint entrenamenduak errendimendua hobetzen du sprint laburretan eta proba supramaximaletan. Baina proba submaximaletan (3km lasterka 10km lasterka, 40 km bizikletan ...) ere errendimenduaren hobekuntzak eragiten dituela ikusten da. Hobekuntzarik ez egotekotan, errendimendua mantentzeko balio du gutxienez.
- Ez du VO_{2max} -a hobetzen.
- Gastu energetikoa gutxitu daiteke lan submaximoetan, eta gantzen oxidazio ratioa indartu.
- Entzima oxidatibo eta glikolitikoen maila ez du hobetzen, baina mantentzen da. Entzima anaerobiko alaktikoek (miokinasa) gora egiten dute errepikapenen iraupena laburra eta atsedeen ratioa handiagoa bada.
- Sodio-potasio ponparen hobekuntza eragiten du. Honi esker mintz potentziala mantendu eta muskuluaren kitzikagarritasuna eta lan gaitasuna luzeago mantentzen da.
- H^+ ioi trukatzailen adierazpena hobetzen du.
- Ez dago oso garbi laktato ioi garraiatzaileen (MCT) hobekuntza eragiten duen edo ez. Litekeena da kirolariak jadanik garraiatzaile hauen nahikoa garatuak izatea.
- Posible da muskuluen erreklutamendu eta sinkronizazioa mesedetzea

BOLUMEN ALTUKO ENTRENAMENDUA vs INTENTSITATE ALTUKO ENTRENAMENDUA

5.1 Sarrera:

Metodo ezberdinek eragiten dituzten onura eta egokitzapenen gaineko eztabaidaz haratago, entrenamenduari dagozkion bolumen eta intentsitate balio orokorren gainean ere asko idatzi da azken urteetan. Nahiz eta lan hau printzipioz metodoek banan-banan zituzten efektuak aztertzeraz bideratua zegoen, ukaezina da kirolari profesionalek ez dituztela metodoak era isolatuan lantzen. Hau da, entrenamendu periodo batean atleta batek hainbat metodo ezberdin erabiliko ditu, intentsitate eta bolumen ezberdinekoak.

Orain arte, intentsitate ezberdinak sailkatzeko modelo erabiliena 5 zonako modeloa zen. Entrenamendu aerobikoa 5 intentsitate tartetan banatzen zen VO_{2max} -aren %50-etik %100-era doazenak (Seiler, 2012).

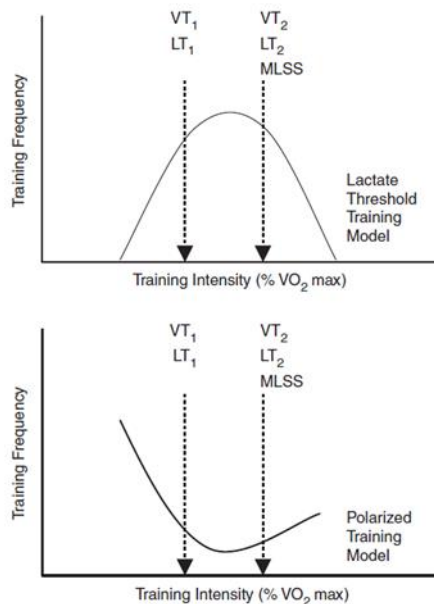
Gaur egun, entrenamendu intentsitateak hiru zonatako modelo estandarizatuan banatu dituzte autore askok. Erreferentzia bezala aireztapen atalaseak erabiltzen dituzte (Esteve-Lanao, San Juan, Earnest, Foster, & Lucia, 2005; K. S. Seiler & Kjerland, 2006).

- 1 zona: Intentsitate arinak, lehen arnasketa atalasetik behera. “Laktato baxuko zona” ere deitzen zaio.
- 2 zona: Intentsitate ertainak, lehen eta bigarren arnasketa atalaseen artean. “Laktato akomodazio zona” ere bai.
- 3 zona: Intentsitate altuak, bigarren arnasketa atalasetik gora. “Laktato pilaketa zona” ere esan daiteke.

Intentsitate hauen arteko banaketa optimoa zein den jakitera zuzendutako ikerketa asko egin dira azken urteetan. Entrenamenduaren karga bihotz maiztasunaren bitartez kuantifikatu daiteke, uneoro zein zonatan lan egin den ikusteko (Seiler, 2004). Honen harira, bi entrenamendu modelo ezberdinen arteko konparaketa egiten da ikerketa askotan (9. irudia):

Bolumen baxuagoak eta intentsitate altu eta ertainen portzentaje handiak erabiltzen dituztenak batetik. “Atalase entrenamendua” bezala ezagutua (*Threshold training*), entrenamendu bolumen totalaren portzentaje handi bat laktato atalasetik gertu egiten delako (Lehen eta bigarren aireztapen atalaseen artean edo 2 zonan) (Seiler & Kjerland, 2006).

Bolumen altua eta intentsitate baxuen nagusitasuna daukan entrenamendu modeloa dago bestetik. Ikerlarien artean “entrenamendu polarizatu” (*Polarized training*) terminoa erabiltzen dute. Izan ere entrenamendu bolumen totalaren gehiengoa intentsitate zonen bi muturretan egiten da. Hau da, asko entrenatzen da intentsitate baxuetan (lehen aireztapen atalasetik behera); eta nahiko bolumen egiten da intentsitate altuetan (bigarren aireztapen atalasetik gora). Baina 2. Zonan, laktato atalase inguruan egiten den entrenamendu kopurua askoz txikiagoa da (Seiler & Kjerland, 2006).



9 irudia: Entrenamendu polarizatu eta atalaseko entrenamenduaren irudikapen grafikoak, intentsitateen distribuzioa kontuan hartuta (Seiler et al., 2006)

Argi dago bi entrenamendu motak direla garrantzizkoak atletaren errendimendurako. Baina hauen arteko konbinazio optimoa bilatzean dago gakoa (Laursen, 2010).

5.2 Intentsitate altu eta bolumen baxuko entrenamenduaren onurak eta arazoak:

Intentsitate altuko entrenamendu periodo labur batek, proba intentsu nahiz luzeagotan errendimendu hobekuntzak erakar ditzakeela ikusi da. Gainera, egokitzen bolumen altuko entrenamenduaren bitartez lorturikoak baino akutuagoak dirudite. Hori bai, kontuan hartu behar da honetarako bolumen altuko entrenamendu oinarri bat beharrezkoa dela, maila altuko kirolari batek entrenamendu periodo luzeen ostean lortu ohi duena (Laursen, 2010).

Gainera, lehenago ikusi bezala, ezaugarri hauetako entrenamendu tarte labur batean (4 astera), iraupen luzeagoko probetan errendimendua mantentzen da, eta muskulua oxidatiboa (Laursen, 2010).

Baina intentsitate altuek ere badute eragin negatiborik atletarengan. Norvegiar egindako ikerketa batean, hainbat korrikalarik entrenamenduak egin zituzten intentsitate ezberdinetan. Saio bat lehen arnasketa atalasetik behera egin zuten; beste bat lehen eta bigarren arnasketa atalaseen artean; hirugarrena bigarren arnasketa atalasetik gora egin zuten. Lehen atalasetik gora egindako saioetan, nerbio sistema autonomikoaren orekan ("Autonomic balance") asaldadura nabarmenagoak eman ziren (Laursen, 2010).

"Autonomic balance" delakoa, nerbio sistema sinpatiko eta parasinpatikoen arteko oreka da. Bi sistemen arteko desoreka behin eta berriro eragiten bada, gainentrenamendu sindromea pairatzera iritsi gaitzke. Erresistentzia kiroletan desorekaren ondorioz balantza alde parasinpatikorantz desorekatzea da ohikoena, neke kronikoa eta apatia eraginez. Izan ere, intentsitate altuetan lan bolumen handiak egitean akidura hormonalak gertatzen da, katekolamina jariatzea gutxituz (Esteve-Lanao et al., 2005; Laursen, 2010; Lehmann et al., 1997).

Beren beregi sistema autonomikoaren erantzuna ezagutzeko diseinaturiko ikerketa batean, intentsitate ezberdineko entrenamenduen ostean bihotz maiztasunaren aldakortasuna neurtu zen. Datu hau nerbio sistemaren stress mailaren adierazgarri bezala erabili zen. Emaitzetan, erakutsi zen nerbio sistema parasinpatikoaren oreka berreskuratzeko denbora gehiago behar zela, lehen arnasketa atalasetik gora ibili ostean. Beraz, oreka autonomikoaren stresserako, lehen arnasketa atalasea mugarrria da (Seiler, Haugen, & Kuffel, 2007). Hainbat ikerketa pilotutan 3. zonan egindako lana guztizkoaren %15etik gora izan zen. Ikusi zen intentsitate altuetan horrenbeste entrenatzea eskaera handiegia zela korrikalariarentzat, gainentrenamendu sintomak azaleratu zituztelako (Esteve-Lanao, Foster, Seiler, & Lucia, 2007).

Gainera, pentsatzekoa da intentsitate altuarekiko adaptazioak azkar gertatu harren, behin bolumen kantitate minimo bat eginda egokitzapen hauek ere azkar saturatzen direla, eta ez duela gehiagorako ematen. Esate baterako, 2 zonan egindako lan frakzioa %20tik gora kokatzen denean, ez du egokitzapen gehiago eskaintzen elite mailako kirolarientzat (Esteve-Lanao et al., 2007; Esteve-Lanao et al., 2005).

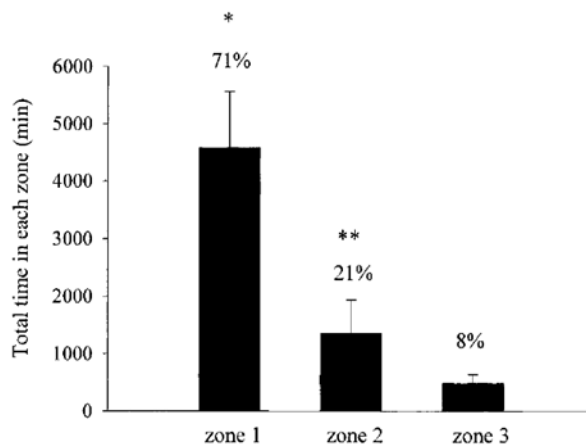
Azkenik, esan beharra dago intentsitate altuko entrenamenduak ez dutela zertan bolumen jaitsiera zorrotza suposatu behar (gehiagi egiten ez badira behintzat). Entrenamendu interbaliko batek lan jarraiko saio batek besteko bolumena izan dezake beroketa eta lasaitasunera itzulera zabal bat egiten badira. Hori gutxi balitz, errepikapenen arteko atseden aktiboek bolumen altua mantentzen lagundu dezakete (Holliday & Jeukendrup, 2012).

5.3 Bolumen altuko eta intentsitate baxuko entrenamenduaren onurak eta arazoak:

Entrenamendu maila baxua duten subjektuek bolumen altuko eta intentsitate baxuko entrenamenduei ekiten dietenean, egokitzapen sakonak ematen dira gihar eskeletikoan. Besteak beste, mitokondria edukia eta zuntzen arnasketarako gaitasunak hobera egiten dute nabarmen (Laursen, 2010).

Muskulu entrenatu batengan ordea, bolumen altuek eragiten dituzten egokitzapenak mugatuagoak dira; hau gertatzen da intentsitate baxuko entrenamenduak homeostasiaren aldaketa txikiagoa suposatzen duelako maila altua daukan atletarengan (Laursen, 2010).

Baina elite mailako kirolariek batzaz beste entrenamendu denboraren %75 lehen arnasketa atalasearen azpitik egiten dute, nahiz eta gero intentsitate askoz altuagotan lehiatu. Zonaka eliteko kirolen artean gehien ematen den proportzioa %75, %5 eta %20 da (10.irudia), hurrenez hurren, 1., 2. eta 3. zonetarako. Proportzio hauek gainera, iraupen ezberdineko probetan parte hartzen duten kirolariengan ikusi dira; hala nola: Maratoilariak, Tourreko txirrindulariak, arraunlariak, eskiatzaileak eta 5000 eta 1000 metroko korrikalariak (Esteve-Lanao et al., 2007; Esteve-Lanao et al., 2005; Ingham, Carter, Whyte, & Doust, 2008; Laursen, 2010; Lucia, Hoyos, Pardo, & Chicharro, 2000; K. S. Seiler & Kjerland, 2006; S. Seiler et al., 2007).



10 irudia: Eliteko korrikalarien lan intentsitateen batzbesteko distribuzioa sei hilabeteko periododan, bihotz maiztasunean oinarrituta (Esteve-Lanao et al., 2005)

Are gehiago, elite mailako hainbat atletaren entrenamendu intentsitateak kuantifikatu ostean, ikusi zen 1 zonan denbora eta kilometro gehiago egitea onuragarria zela. Korrelazio garbia zegoen intentsitate baxuan (1 zona) egindako denbora totalaren eta 4 km eta 10km-ko kros probako errendimenduaren artean. Datu hau harrigarria da, kontuan hartuta lehiaketaren ia denbora osoa 3. zonan egiten dela 10 kilometroko proban. Zehatzago esateko lasterketa denboraren %85etik gora 3 zonan pasa zuten korrikalariak (Esteve-Lanao et al., 2007; Esteve-Lanao et al., 2005).

Beraz, argi dago eliteko kirolariak entrenamendu polarizatua egiteko joera garbia dutela. Ondorengo datua oso argigarria da baieztapen hau frogatzeko orduan: Joko olinpikoetako erresistentzia proba guztiak atalase anaerobikoaren gainetik egiten diren arren, kirolariak entrenamenduaren gehiago handi bat atalase honen azpitik egiten dute (Seiler, 2012).

Intentsitate baxuak horrenbeste jorrazteko joera hau eliteko kirolariak lehenago aipatutako desoreka autonomiko eta gainentrenamendutik babesteko naturalki hartzen duten joera izan daiteke (S. Seiler et al., 2007).

Ezbairik gabe, bolumenaren igoerak ez ditu intentsitate igoerak bezain errendimendu onura akutuak eragiten. Hala ere, egokitzapenak egon badaudela dirudi. Txirrindulari profesionalekin egindako ikerketa batean, sei hilabeteko entrenamendu periodo ostean zein egokitzapen ematen ziren jakitea zen helburua. Sei hilabete hauetan, entrenamendu bolumenaren gehiago handi bat lehen aireztapen atalasetik behera egin zen (\approx %75). Egokitzapen nagusiak izan ziren: a) RER balio baxuagoak intentsitate submaximotan, eta ondorioz gantzen oxidazio gaitasun hobea. b) Laktato balioen beherakada lan

submaximotan. c) Elektromiografian balore altuagoak ariketa egitean, eta ondorioz unitate motore gehiago erreklutatze gaitasuna (seguruenik I motako zuntzez osatuak) (Lucia et al., 2000).

Gainera, entrenamendu periodo hauen garrantzia dirudiena baino handiagoa izan daiteke; Izan ere, intentsitate altuko lanari esker iristen diren egokitzapen espezifikagoak lortzeko beharrezkoa da oinarri edo "plateau" aerobiko bat izatea. Gainera, bolumenezko entrenamendua garrantzitsua da gorputz konposizio hobezina lortu eta oinarritzko egokitzapen neuromuskularrak prest izateko. Hori gutxi balitz, desoreka autonomiko txikiagoa eragiten du ezaugarri hauetako entrenamenduak (Esteve-Lanao et al., 2007; Laursen, 2010).

Bukatzeko, esan beharra dago entrenamendu saio gehienak ($\approx 75\%$) nahiko eramangarriak diren arren, 3. zonan egiten diren saioak esfortzu asko eskatzen dutela. Bigarren aireztapen atalasetik gora egiten diren saio hauek kalitate handia dute. Baina ez litzateke posible izango saio hauek ondo egitea tarteko egunetan atalase anaerobikotik gertu (2 Zona) entrenamendu gehiegi egingo bagenitu (K. S. Seiler & Kjerland, 2006).

Badirudi entrenamendu egoki bat lortzeko garrantzitsua dela iraupen luzeko-intentsitate baxuko periodoak intentsitate oso altuko periodo laburrekin konbinatzen jakitea. Honi atsedean egokia eta "tapering" delako eraginkorra batu behar zaizkio (Gist, Fedewa, Dishman, & Cureton, 2014; Laursen, 2010).

5.4 Seinale molekularren teoria:

Entrenamenduarekiko egokitzapenak ikertzen dituzten zientzialarien artean, seinale molekularrekin loturik dagoen arlo berri bat zabaldu da. Oraindik ere gai honen inguruan jakin daitekeenaren zati oso txiki bat aztertu delako irudipena daukat. Hala ere, dagoenaren laburpentxo bat egiten saiatuko gara, lanaren gaiarekin lotura asko dituelako. Baina, zer dira seinale molekularrak?

Entrenamenduaren ondorioz gertatzen diren egokitzapenak, ez dira zuzenean gertatzen, tartean prozesu bat dagoelako. Entrenamendu estimuluak muskulu eskeletikoan aldaketa funtzionalak eragin aurretik, seinale molekular batzuk eman behar dira. Seinale hauek gerora DNA sekuentzien erreplikazioa aktibatzen dute, proteina berrien sintesia bultzatuz (Coffey & Hawley, 2007).

Honetarako lehen baldintza homeostasiaren egoera haustea da. Ariketa fisikoaren kasuan, giharren uzkurdua da oreka egoera hau hausten duen gertaera, estimulu de seinale mekaniko deituko dena (Coffey, 2012).

Entrenamenduak eragiten duen seinale mekanikoa seinale molekular izatera pasatzen da (mekanotransdukzioa). Bertan mezulari primario eta sekundario batzuk aktibatuz doaz, gertaera kate bat osatuz, gene adierazpena eta proteinen sintesi zehatza eragingo duena. Entrenamendu metodo bakoitzak seinale molekular ezberdinak aktibatzen ditu, eta bide ezberdinak hartzen dira honen arabera (Coffey & Hawley, 2007).

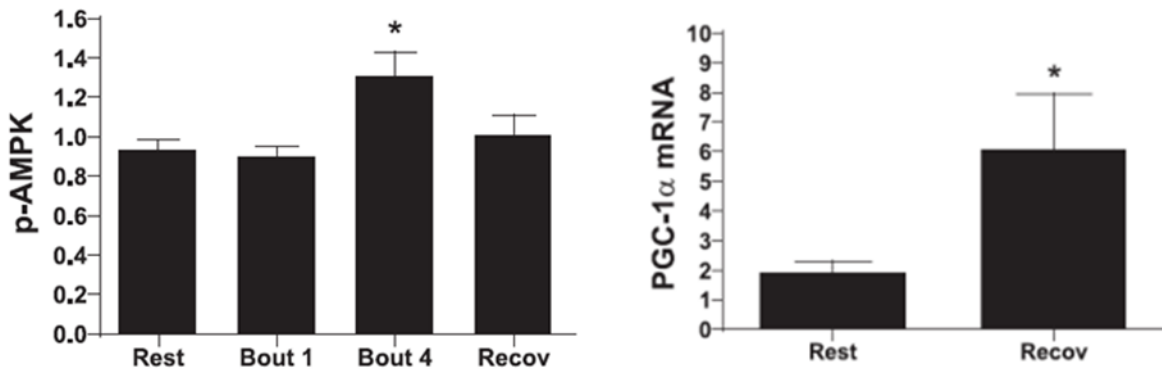
Seinale primario baten adibidea ariketa jarrai luzeak (VO_{2max} -aren %60-70ean) eragiten duen $[Ca^{2+}]$ intramuskular altua da. Egoera honek seinale sekundario baten aktibazioa eragiten du: Kaltzio-Kalmodilo kinasak (CaMK) (Coffey & Hawley, 2007; Laursen, 2010).

Beste seinale primario bat intentsitate altuko ariketak eragiten duen zelulen energiaren egoeran aldaketak dira. ATP molekulen erredukzio bat ematen da, AMP molekulen presentzia igotzen delarik. Alterazio honek seinale sekundario bat aktibatzen du: "AMP-ak aktibatutako protein kinasa" (AMPK) (Coffey & Hawley, 2007; Laursen, 2010).

Kontua da, bai CaMK kinasek bai AMPK kinasek PGC-1 α mRNA-ren gorakada eragiten dutela (peroxisoma proliferatzaile-hartzaile- γ -koaktibatzaile-1 α). mRNA hau hainbat egokitzapen garrantzitsuren giltza dela frogatu da azken urteetan (Coffey & Hawley, 2007; Laursen, 2010).

Ariketa fisikoak itzulpen genetikoari ekiteko seinaleak bultzatzen ditu, atsedenen lehenengo momentuetatik hasita. Ondorioz, PGC-1 α zelularen nukleora mugitzen da ariketaren estimulari erantzunez, non transkripzioaren koaktibatzaile bezala jokatzen duen. Gene kopuru handia dago transkripzio honi lotua (Coffey, 2012).

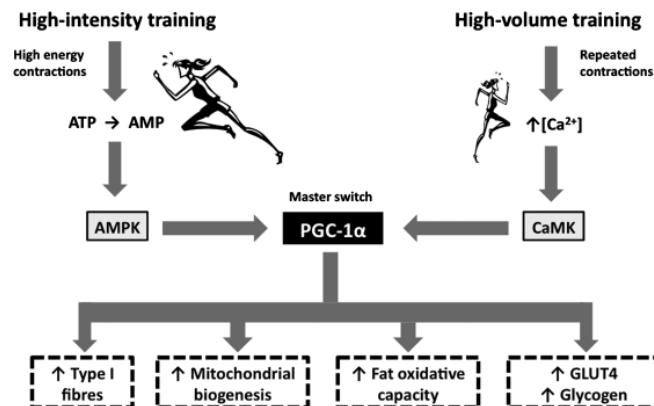
Gizonezko kirolari batzuekin egindako ikerketak teoria hau baieztatzen du. Sprint metodoarekin entrenatu eta hiru ordutara AMPK kinasaren fosforilazioa esanguratsuki handitu zen. Aldiz, CaMK kinasan ez zen gorakada esanguratsurik ikusi, hau soilik ariketa jarrai submaximoarekin lortzen delako. Azkenik, PGC-1 α mRNA-ren adierazpena bikoiztu egin zen (11.irudia) (Gibala et al., 2009).



11 irudia: AMPK kinasaren fosforilazioa eta PGC-1 α mRNA-ren adierazpena sprint entrenamenduan zehar eta errekupeazioan (Gibala et al., 2008)

Honi esker ematen diren aldaketak ondorengoak dira: a) Mitokondrien biogenesisia eta erregulazioa. b) Angiogenesisia. c) Glukosaren garraiorako gaitasuna hobetzea, GLUT4 garraiatzailea indartuz. d) Gantz azidoen garraioa hobetzea, CD36 garraiatzailea indartuz (Coffey & Hawley, 2007; Laursen, 2010; Coffey, 2012). PGC-1 α -ren ondorioz sortzen den beste egokitzapen bat muskulu zuntz gorrietara (I motakoak) trantsizioa indartzea izan daiteke. Dakigunez, zuntz motelak edo gorriak dira nagusi erresistentzia kirolarien gihar konposizioan. Hala ere, azken egokitzapen hau gertatzen dela ez dago guztiz frogatua oraindik (Hawley, 2012).

Laburbilduz, PGC-1 α -ren gorakada intentsitate altuko entrenamendua edo intentsitate ertaineko entrenamendu luzearen bitartez lortu daitezkeela esan daiteke. Nahiz eta hasiera baten seinale ezberdinak erabili (CaMK edo AMPK), bi entrenamendu estimuluak helmuga bera dute kasu honetan (12.irudia) (Laursen, 2010).



12 irudia: Seinale molekularren funtzionamenduaren laburpen eskema (Laursen, 2010)

Paul Laursen zientzialariak, zeinak entrenamendu metodoen inguruan ikerketa asko eta asko egin dituen, ondorio honetara iristen da hau ikusita: Egokitzapenak lortzeko bai intentsitate altuko entrenamenduen bai bolumen altuko entrenamenduen konbinazio egokia bilatzean dago gakoa (Laursen, 2010).

Ideia honekin bat datorren beste esaldi bat ondorengoa da: “Intentsitate altuko entrenamendua eta bolumen altuko entrenamenduak eragiten dituzten egokitzapen fisiologikoak era dikotomiko baten ikustea gehiegizkoa da. Bi metodoek eragiten dituzten egokitzapenak teilakatu egiten dira askotan, edo elkarren osagarriak dira” (Seiler, 2012).

5.4 Ondorioak:

- Intentsitate altuko entrenamenduak egokitzapen akutuagoak eragiten ditu, baina gainentrenamendu arriskua handiagoa da.
- Erresistentzi proba gehienak atalase anaerobikoaren gainetik egiten dira, baina eliteko kirolariek entrenamendu bolumenaren gehiengo osoa emendik behera egiten dute.
- Eliteko kirolariek bolumen altuko eta intentsitate baxuko entrenamenduari paper garrantzitsua ematen diote, arrazoi ezberdinengatik:
 - Desoreka autonomoa ekiditeko defentsa mekanismoa da.
 - Beharrezkoa da egokitzapen espezifikokoak lortu aurretik sasoi plateau edo oinarri bat sortzeko.
 - Bolumen altuko baina intentsitate baxuko saioek hurrengo egunetako intentsitate eta eskaera altuko saioak kalitatez burutzea baimentzen dute.
- Seinale molekularren arloa oso zabala da, eta ikerketa eremu berri bat izan daiteke etorkizunean.
- Entrenamendu metodo ezberdinek seinale kate espezifikokoak aktibatzen dituzte, egokitzapen espezifikokoak ere eragiten dituztenak.
- Seinale molekularren azken geltokia PCG-1 α izaten da kasu askotan. Honi esker egokitzapen garrantzitsu asko martxan jartzen dira.

- Batzuetan, intentsitate altuko entrenamenduak batetik eta bolumen altuko entrenamenduak bestetik egokitzapen berdinetara eramaten dute, eta beraz ez dira bi metodo antagoniko bezala ikusi behar.
- Gakoa metodo ezberdinen arteko konbinazio egokia emango digun periodizazio formula lortzean dago.

ONDORIOAK ETA GOMENDIO PRAKTIKOAK

6.1 Ondorioak:

- Entrenamendu metodo ugari daude. Baina ez dira existitzen hauen efektuak banan banan aztertzen dituzten ikerketak. Horregatik metodoen eraginak azaltzeko orduan hiru multzo handiagoak erabiltzea beharrezkoa suertatu zaigu (Jarraia, Interbalikoa eta Sprint metodoa).
- Metodo jarraiak eliteko kirolarientzako onura gutxi ekar ditzakeela dirudi hasiera baten. Baina ezinbestekoa da sasoi oinarri bat lortzeko, eta goi mailako kirolariek metodo honi eskaintzen diote denbora gehien.
- Metodo interbalikoak onura asko eragiten ditu goi mailako kirolariengan; hala nola, egokitzapen kardiobaskularrak, indargetze gaitasuna, K^+/Na^+ ponpen hobekuntza eta gantzen oxidazio gaitasuna. Egokitzapen gehiago ere eragiten ditu, baina ikertzeko eta frogatzeko daude oraindik.
- Sprint metodoa oso onuragarria da sprint gaitasuna hobetzeko. Proba luzeagotarako errendimendua hobetu edo mantentzen du, bitartean gutxieneko bolumen submaximoa mantentzen bada.
- Pertsona sedentarioengan gertatzen diren egokitzapen asko ez dira goi mailako kirolariengan ematen, jadanik adaptazio maila altua daukatelako. Baina entrenamenduak adaptazio maila hau mantentzeko balio du.
- Askotan dago ikertzeko arlo honetan. Bereziki goi mailako kirolariak subjektutzat hartzen dituzten ikerketak falta dira. Esan beharra dago, egokitzapenak eragiten dituzten seinale molekularren ikerketa oso zabala eta interesgarria izan daitekeela.

6.2 Gomendio praktikoak:

- Entrenamendu interbalikoa erabili daiteke gaitasun aerobiko maximoa hobetzeko. VO_{2max} datuak hobetzea ez da ziurra, baina hobetzekotan ondorengo protokoloa gomendatzen da:

Errepikapenen intentsitatea vVO_{2max} -ekoa izan behar da. Errepikapenaren iraupena T_{max} indibidualaren %60-koa.

- Denboraldi baten periodizazioa egiten denean, ondorengo aholkuak kontuan hartzea komeni da:
 - Astean bi saio interbalikoak edo sprint motakoak izatea komeni da, hiru gehienez.
 - Ez da intentsitate altuko saio gehiegi sartu behar, gainentrenamendu arriskua handitzen duelako.
 - Hobe da intentsitate baxuko saio asko egitea, eta intentsitate altuko horiek kalitatez burutzea, kalitate eskaseko intentsitate altuko saio asko egitea baino.
 - Sprint gaitasuna edo jarduera supramaximaletan errendimendua hobetu nahi bada, bolumenaren jaitsierarekin batera sprint entrenamendua burutu dezakegu bi astez. Normalean, ez da jarduera luzeagotarako errendimendua gutxituko.
 - Hawley eta kideek (1997) gomendatzen duten periodizazio modelo interesgarria izan daiteke: a) Lehiaketaz kanpoko hilabeteetan lan nagusia oinarri aerobiko lortzera bideratu behar da, intentsitate ertaineko saio luzeekin. b) Oinarrizko fase honen ondoren trantsiziozko fasea etorriko lizateke, non 4 astez gorputza “steady state” erritmoko intentsitateetara gehiago gerturatuko den. c) Azkenik, txapelketa nagusiaren aurretiko 14-21 egunetan sprint entrenamenduak hartuko luke protagonismoa (astean 3 saio inguru).

ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK

- Acevedo, E. O., & Goldfarb, A. H. (1989). Increased training intensity effects on plasma lactate, ventilatory threshold, and endurance. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 21(5), 563-568.
- Aughey, R. J., Murphy, K. T., Clark, S. A., Garnham, A. P., Snow, R. J., Cameron-Smith, D., . . . McKenna, M. J. (2007). Muscle Na⁺-K⁺-ATPase activity and isoform adaptations to intense interval exercise and training in well-trained athletes. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of Applied Physiology (1985)*, 103(1), 39-47. doi: 10.1152/jappphysiol.00236.2006
- Bangsbo, J., Gunnarsson, T. P., Wendell, J., Nybo, L., & Thomassen, M. (2009). Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na⁺-K⁺ pump alpha2-subunit expression as well as short- and long-term work capacity in humans. *Journal of Applied Physiology (1985)*, 107(6), 1771-1780. doi: 10.1152/jappphysiol.00358.2009
- Bickham, D. C., Bentley, D. J., Le Rossignol, P. F., & Cameron-Smith, D. (2006). The effects of short-term sprint training on MCT expression in moderately endurance-trained runners. *European Journal of Applied Physiology*, 96(6), 636-643. doi: 10.1007/s00421-005-0100-x
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(2), 75-90.
- Bowers, R. W., & Fox, E. L. (2000). Fisiología del deporte (3, 2reimp ed.) Médica Panamericana.
- Coffey, V. (2012). The molecular bases of endurance training adaptation. Mujika, I.(Ed.), Endurance training, Science and practice: 43-50. Gasteiz: Iñigo Mujika S.L.U.
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Sports Medicine*, 37(9), 737-763.
- Costill, D. L., Flynn, M. G., Kirwan, J. P., Houmard, J. A., Mitchell, J. B., Thomas, R., & Park, S. H. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 20(3), 249-254.
- Creer, A. R., Ricard, M. D., Conlee, R. K., Hoyt, G. L., & Parcell, A. C. (2004). Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 25(2), 92-98. doi: 10.1055/s-2004-819945
- Daniels, J. T., Yarbrough, R. A., & Foster, C. (1978). Changes in VO₂ max and running performance with training. *European Journal of Applied Physiology*, 39(4), 249-254.
- Driller, M. W., Fell, J. W., Gregory, J. R., Shing, C. M., & Williams, A. D. (2009). The effects of high-intensity interval training in well-trained rowers. *International journal of sports physiology and performance*, 4(1), 110-121.
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 943-949. doi: 10.1519/R-19725.1
- Esteve-Lanao, J., San Juan, A. F., Earnest, C. P., Foster, C., & Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 37(3), 496-504.
- García-Verdugo, M., Landa García, L. M., & Real Federación Española de Atletismo. (2005). Atletismo 4 :La preparación del corredor de resistencia Real Federación Española de Atletismo.

- Gibala, M. J., McGee, S. L., Garnham, A. P., Howlett, K. F., Snow, R. J., & Hargreaves, M. (2009). Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1alpha in human skeletal muscle. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of Applied Physiology (1985)*, *106*(3), 929-934. doi: 10.1152/jappphysiol.90880.2008
- Gist, N. H., Fedewa, M. V., Dishman, R. K., & Cureton, K. J. (2014). Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, *44*(2), 269-279. doi: 10.1007/s40279-013-0115-0
- Gunnarsson, T. P., Christensen, P. M., Thomassen, M., Nielsen, L. R., & Bangsbo, J. (2013). Effect of intensified training on muscle ion kinetics, fatigue development, and repeated short-term performance in endurance-trained cyclists. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *305*(7), R811-821. doi: 10.1152/ajpregu.00467.2012
- Hawley, J.A. (2012). Adaptations to prolonged, intense endurance training in human skeletal muscle. Mujika, I.(Ed.), *Endurance training, Science and practice*: 43-50. Gasteiz: Iñigo Mujika S.L.U.
- Hawley, J. A., Myburgh, K. H., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1997). Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *Journal of sports sciences*, *15*(3), 325-333. doi: 10.1080/026404197367335
- Iaia, F. M., & Bangsbo, J. (2010). Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *20 Suppl 2*, 11-23. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01193.x
- Iaia, F. M., Hellsten, Y., Nielsen, J. J., Fernstrom, M., Sahlin, K., & Bangsbo, J. (2009). Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume. *Journal of Applied Physiology (1985)*, *106*(1), 73-80. doi: 10.1152/jappphysiol.90676.2008
- Iaia, F. M., Thomassen, M., Kolding, H., Gunnarsson, T., Wendell, J., Rostgaard, T., . . . Bangsbo, J. (2008). Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na⁺-K⁺ pump alpha1-subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *294*(3), R966-974. doi: 10.1152/ajpregu.00666.2007
- Ingham, S. A., Carter, H., Whyte, G. P., & Doust, J. H. (2008). Physiological and performance effects of low- versus mixed-intensity rowing training. *Medicine and Science in Sports Exercise*, *40*(3), 579-584. doi: 10.1249/MSS.0b013e31815ecc6a
- Insua, M.F. (2003). Conceptos actuales acerca del shuttle de lactato. *EfDeportes* (58). <http://www.efdeportes.com/efd58/lactato.htm> -tik berreskuratua.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. [Review]. *Sports Medicine*, *29*(6), 373-386.
- Kubukeli, Z. N., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Medicine*, *32*(8), 489-509.
- Laursen, P. (2012). Interval training for endurance. Mujika, I.(Ed.), *Endurance training, Science and practice*: 43-50. Gasteiz: Iñigo Mujika S.L.U.
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *20 Suppl 2*, 1-10. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x
- Laursen, P. B., Blanchard, M. A., & Jenkins, D. G. (2002). Acute high-intensity interval training improves Tvent and peak power output in highly trained males. *Canadian Journal of Applied Physiology*, *27*(4), 336-348.

- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. [Review]. *Sports Medicine*, *32*(1), 53-73.
- Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S., & Jenkins, D. G. (2002). Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Medicine and Science in Sports Exercise*, *34*(11), 1801-1807. doi: 10.1249/01.MSS.0000036691.95035.7D
- Lehmann, M. J., Lormes, W., Opitz-Gress, A., Steinacker, J. M., Netzer, N., Foster, C., & Gastmann, U. (1997). Training and overtraining: an overview and experimental results in endurance sports. *Journal of sports medicine and physical fitness*, *37*(1), 7-17.
- Lucia, A., Hoyos, J., Pardo, J., & Chicharro, J. L. (2000). Metabolic and neuromuscular adaptations to endurance training in professional cyclists: a longitudinal study. *The Japanese journal of physiology*, *50*(3), 381-388.
- Paton, D. H., G. (2004). Effects of High-intensity Training on Performance and Physiology of Endurance Athletes. *Sportscience*, *8*, 25-40.
- Priest, J. W., & Hagan, R. D. (1987). The effects of maximum steady state pace training on running performance. *British journal of sports medicine*, *21*(1), 18-21.
- Ross, A., & Leveritt, M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Medicine*, *31*(15), 1063-1082.
- Saraslanidis, P., Petridou, A., Bogdanis, G. C., Galanis, N., Tsalis, G., Kellis, S., & Mougios, V. (2011). Muscle metabolism and performance improvement after two training programmes of sprint running differing in rest interval duration. *Journal of sports sciences*, *29*(11), 1167-1174. doi: 10.1080/02640414.2011.583672
- 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.
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. O. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *16*(1), 49-56. doi: 10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x
- Seiler, S., Haugen, O., & Kuffel, E. (2007). Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Medicine and Science in Sports Exercise*, *39*(8), 1366-1373. doi: 10.1249/mss.0b013e318060f17d
- Seiler, S. (2012). Training intensity distribution. Mujika, I.(Ed.), *Endurance training, Science and practice*:31-39. Gasteiz: Iñigo Mujika S.L.U.
- Steppto, N. K., Hawley, J. A., Dennis, S. C., & Hopkins, W. G. (1999). Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. *Medicine and Science in Sports Exercise*, *31*(5), 736-741.
- Warburton, D. & Bredin, S. (2012). Cardiovascular adaptation to endurance training. Mujika, I.(Ed.), *Endurance training, Science and practice*: 127-140. Gasteiz: Iñigo Mujika S.L.U.
- Westgarth-Taylor, C., Hawley, J. A., Rickard, S., Myburgh, K. H., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1997). Metabolic and performance adaptations to interval training in endurance-trained cyclists. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *75*(4), 298-304. doi: 10.1007/s004210050164
- Weston, A. R., Myburgh, K. H., Lindsay, F. H., Dennis, S. C., Noakes, T. D., & Hawley, J. A. (1997). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *75*(1), 7-13.

ERANSKINAK

1 Eranskina: Metodo jarraiaren azpikategoriak eta bakouzaren egokitzapen fisiologikoak. (Ekoizpen propioa; Garcia-Verdugo & Landa, 2005-etik moldatua)

Metodoa	Iraupena	Intentsitatea	Efektu fisiologikoak
Uniforme estentsiboa	1-3 ordu	%50-60 VO2max	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo aerobikoaren hobekuntza. • Bide energetiko aerobikoaren hobekuntza. • Errekuperazioa esfortzu laktiko ostean. • Errendimendu kardiobaskularraren ekonomia eta bihotz gastuaren ekonomia hobetu. • Zirkulazio periferikoaren hobekuntza. • Laktato ezabaketa muskular nahiz odolekoa hobetu.
Uniforme ertaina	40'-1ordu 30'	%60-70 VO2max	
Uniforme estentsiboa	20'-1 ordu	%70-80 VO2max	<ul style="list-style-type: none"> • Bide energetiko aerobikoaren hobekuntza, baina intentsitate altuagoetan. • Glukogeno erreserben xahutzea eta geroagoko superkompentsazioa. • Errendimendu kardiobaskularraren ekonomia eta bihotz gastuaren ekonomia hobetu. • Zirkulazio periferikoaren hobekuntza. • Laktato ezabaketa muskular nahiz odolekoa hobetu. • Odol bolumenaren igoera.
Aldakorra	20'-1 ordu	Aldakorra VO2max %50-tik %130 era	<ul style="list-style-type: none"> • Bide energetiko aerobiko eta anaerobiko laktikoa indartzea. • Glukogeno erreserben xahutzea eta geroagoko superkompentsazioa. • Intentsitate baxuko lanetan laktato ezabapenaren hobekuntza. • Bide energetiko ezberdinen arteko eskaera azkarrei egokitzapena (aerobikoa - anaerobiko laktikoa) • Errendimendu kardiobaskularraren ekonomia eta bihotz gastuaren ekonomia hobetu. • Laktato ezabaketa muskular nahiz odolekoa hobetu. • Zirkulazio periferikoaren hobekuntza. • Odol bolumenaren igoera.

2 Eranskina: Metodo interbalikoaren azpikategoriak eta egokitzapen fisiologikoak. (Ekoizpen propioa; Garcia-Verdugo & Landa, 2005-etik moldatua)

Metodoa	Kargen Iraupena/iraupen totala	Atsedena	Intentsitatea	Efektu fisiologikoak
Estentsibo luzea	2-15'/20'-1 ordu	120-130 taupada minutuko maiztasunetik jaitsi arte	%80-100 VO2max	<ul style="list-style-type: none"> Muskuluaren kapilarizazioa. Irrigazio eta zirkulazio periferikoa indartzea. Gaitasun aerobikoan hobekuntza. VO2max eta atalase anaerobikoa goratzea. Odol bolumena igotzea. Laktato garbiketa lantzea atsedean tartetean. Glukogeno erabilera aerobikoaren ekonomia hobetzea. Glukogeno erreserben handitzea bereziki st zuntzetan. Mitokondrien igoera eta indartzea. Hipertrofia gihar muskularrean eta barrunbean.
Estentsibo ertaina	1'30"-3'/35'-45'		%100-110 VO2max	<ul style="list-style-type: none"> Laktato produkzioa st zuntzetan. Oxigena zor handiak eragitea. Laktato ezabapen eta tolerantzia dosi baxuetan. Irrigazio eta zirkulazio periferikoa indartzea. Gaitasun aerobikoa eta VO2max hobetu. Glukogeno erreserben handitzea bereziki st zuntzetan. Mitokondrien igoera eta indartzea. Hipertrofia gihar muskularrean eta barrunbean.
Intentsibo motza	15"-45"/15'-20'	Aktiboa (%50 VO2max) 100 t/min jaitsi arte	%110-120 VO2max	<ul style="list-style-type: none"> Laktato produkzioa eta odoletik garbitzea. Ft zuntzen partehartzea %90 VO2max-tik gora. Gihar glukogeno erreserbak husteko aukera. Gaitasun anaerobiko laktikoa hobetu. VO2max hobetu. Azidotasunarekiko tolerantzia eta tampoi efektua hobetu Glukogeno erreserben hobetzea ft zuntzetan. Hipertrofia kardiakoa.
Intentsibo oso motza	6"-15"/10'-15'	Intentsitatea mantentzeko lain.	Maximoa edo ia maximoa.	<ul style="list-style-type: none"> Laktato produkzioa eta odoletik garbitzea. Giharreko fosfatoen erabilera eta birbetetzea Glukolisi anaerobikoaren aktibazioa. Bide aerobikoaren estimulazioa atsedenetan. Ft zuntzen inplikazioa. Azidotasunarekiko tolerantzia eta tampoi efektua hobetu

3 Eranskina: Errepikapen metodoaren azpikategoriak eta egokitzapen fisiologikoak. (Ekoizpen propioa; Garcia-Verdugo & Landa, 2005-etik moldatua)

Metodoa	Kargen Iraupena	Atsedena	Intentsitate	Efektu fisiologikoak
Errepikapen oso luzeak	2x30' edo +	Hurrengo errepikapena intentsitate berean egiteko beste.	Marka onenaren %98-100 artean	<ul style="list-style-type: none"> • Muskuluaren kapilarizazioa. • Irrigazio periferikoa indartzea. • Gaitasun aerobikoaren hobekuntza. • Atalase anaerobikoa atzeratzea. • Odol bolumenaren igoera. • Glukogeno eta gantz azido erreserben igoera superkompentsazio ostean. • Biskositatea murriztea giharretan • Glukogeno eta gantzen erabilera aerobikoaren ekonomia hobetzea. • Pisu galera.
Errepikapen luzeak	2-5x8'-30'			<ul style="list-style-type: none"> • Muskuluaren kapilarizazioa. • Irrigazio periferikoa indartzea. • Potentzia aerobiko maximoa hobetzea. • Glukogeno erreserben igoera superkompentsazio ostean. • Odol bolumenaren igoera. • Glukogeno erabilera aerobikoaren ekonomia hobetzea. • Pisu galera. • Biskositatea murriztea giharretan
Errepikapen ertainak	1-5x30"-3'	Muskuluko laktato garbiketa eta azidosiaren jaitsiera baimentzeko beste		<ul style="list-style-type: none"> • Laktato produkzioa eta odoletik garbitzea atsedean tartetean. Tampoi efektua garatu. • Energia ekoizpen maximoa glukolisi anaerobikoa erabiliz, eta laktatoarekiko tolerantzia lantzea. • Ft-a zuntzen inplikazio maximoa. • Glukogeno erreserben igoera ft zuntzetan.
Errepikapen motzak	5-15x10"-30"	Intentsitatea mantendu, katabolitoak garbitu eta fosfato erreserbak birbetetzeko lain.		<ul style="list-style-type: none"> • Fosfageno biltegien deplekzioa eta hauen betetzea atsedean tartetean. • Laktato ekoizpen handia eta honen ezabapena atsedean tartetean. • Ft.b motako zuntzen inplikazioa. • Neurri txikiagoan, laktatoarekiko tolerantzia eta tanpoi efektuaren garapena. • Fosfato eta glukogeno erreserben gorakada Ft zuntzetan.
Errepikapen oso motzak	10" edo -	Erabatekoa. Fosfatoak eta ATPren bersintesiaz gain, nerbio sistema Errekuperatzeko.	Maximoa	<ul style="list-style-type: none"> • ATP xahutu eta fosfokreatina biltegien hustea. • Muskulu fosfato biltegien birbetetzea. • Ft-b zuntzen inplikazio maximoa. • Estimulazio neuromuskular maximoa. • Fosfokreatina erreserben igoera bereziki Ft-b zuntzetan.

HIZTEGIA

- AMPK: AMP-ak aktibatutako protein kinasa.
- CaMK: Kaltzio-Kalmodilo kinasa.
- HIT: “High intensity training” ingelesez. Intentsitate altuko entrenamendua, normalean método interbalikoa dago honen atzean.
- Indargetze gaitasuna: “Buffering capacity” ingelesez. Laktato produkzioaren erruz sortutako azidosia neutralizatzeko gaitasuna.
- iPPO: “Incremental Peak Power Outbut”. Test inkremental batean lortutako potentzia maximoa (normalean zikloergometroan).
- Kir 2.1: Barruranzko K^+ kanal artezlea.
- MCT: Monokarboxilato garraiatzailea.
- NHE1: Sodio/hidrogeno trukatzailearen 1 isoforma.
- NKCC1: Sodio-potasio kloro trukatzailea.
- RER: Arnas Elkartruke Ratioa, “Respiratory Exchange Ratio” ingelesez.
- T_{max} : vVO_{2max} -eko abiaduran iraun dezakegun denbora maximoa. Eliteko kirolariek ≈ 8 minutu irauten dute erritmo honetan.
- VO_{2max} : Oxigeno kontsumo maximoa.
- vVO_{2max} : Oxigeno kontsumo maximoan kirolariak daraman abiadura.
- VT_1 : Lehenengo aireztapen atalasea.
- VT_2 : Bigarren aireztapen atalasea.