

HEZKUNTZA ETA KIROL FAKULTATEA
Jarduera Fisikoaren eta Kirolaren Zientzietako Gradua
Ikasturtea: 2019-2020

LAKTATOAREN EGOERA EGONKOR GORENAREN INTENTSITATEKO
JARDUEREI DAGOZKIEN ERANTZUN FISIOLÓGIKOEN ALDERAKETA
GIZONEZKO ENTRENATU ETA EZ ENTRENATUEN ARTEAN

EGILEA: Mikel Usandizaga Leunda

ZUZENDARIA: Iñaki Llodio Uribetxeberria

Data, 2020ko Maiatzaren 18a

LABURPENA

Laktatoaren egoera egonkor gorena (MLSS) lan-karga konstante eta jarrai batean igoera bat izan gabe mantendu daitekeen odol laktato kontzentrazio gorena da. Ikerketa honen helburua, gizon entrenatu eta ez entrenatuen artean zikloergometroko odol laktato kontzentrazio egonkorreko testean dauden ezberdintasun fisiologikoak ikertzea izan zen. Txirrinduan entrenatuta zeuden 16 kirolariri eta txirrinduan entrenatuta ez zeuden, baina fisikoki aktiboak ziren, 16 pertsoneri MLSS-ari zegokion intentsitatea (MLSSint), laktato kontzentrazioa, bihotz maiztasuna (BM), gorputz temperatura eta esfortzu eskala subjektiboa (RPE) neurtu zitzaizen. Emaitei dagokienez, talde entrenatuko eta ez entrenatuko partaideek MLSS-ari zegokion BM eta RPE balore antzekoak lortu zituzten. Beste alde batetik, talde entrenatuak MLSSint eta potentzia aerobiko maximoaren ehunekoetan adierazitako MLSS-aren ($MLSS_{\%MAP}$) balore handiagoak izan zituen, eta MLSS eta amaierako gluzemia balore baxuagoak. MLSSint-ak eta $MLSS_{\%MAP}$ -ak korrelazio positiboa izan zuten. Azkenik, adinak eta MLSS-ari dagokion BM-ak alderantzizko korrelazioa izan zuten. Garrantzitsua izango litzateke aldagai hauek pertsonen erresistentzia mailan duten eragina sakontasun handiagoarekin aztertzea etorkizuneko ikerketetan.

Hitz gakoak: Gaitasun fisikoa· Erresistentzia entrenamendua· Atalase anaerobikoa· Laktatoa

RESUMEN

El máximo estado estable de lactato se define como la más alta concentración de lactato sanguíneo (MLSS) y la carga de trabajo (MLSSint), que pueden ser mantenidas en el tiempo sin una continua acumulación de lactato en sangre. El objetivo de este trabajo fue comparar entre deportistas entrenados y no entrenados, las respuestas fisiológicas en una prueba de máximo estado estable de lactato sobre un cicloergómetro. Se midieron la intensidad, la concentración sanguínea de lactato, la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) correspondiente a la MLSSint en 16 deportistas entrenados en ciclismo y 16 personas físicamente activas, pero no entrenadas en ciclismo. Los resultados del estudio mostraron que el grupo de participantes entrenados y no entrenados obtuvieron valores similares de frecuencia cardíaca y RPE correspondientes al MLSS. Sin embargo, el grupo de los deportistas entrenados obtuvo mayores valores de MLSSint y de MLSSint expresado en porcentaje de la potencia aeróbica máxima (MLSS_{%MAP}), y menores valores de MLSS y valores finales de glucemia. Se observaron correlaciones positivas entre MLSSint y MLSS_{%MAP}. Por último, se observaron correlaciones inversas significativas entre la edad y la FC correspondiente a la MLSS. Sería interesante estudiar con más profundidad la influencia que tienen estas variables en el rendimiento aeróbico de las personas.

Palabras clave: Aptitud física· Entrenamiento de resistencia· Umbral anaerobico· Lactato

ABSTRACT

The intensity corresponding to the Maximal Lactate Steady State (MLSS) is defined as the highest workload that can be performed over a long period of time without a continuous accumulation of blood lactate concentration. The aim of this study was to make a comparison between trained and untrained male subjects of physiological responses during exercise performed at the intensity corresponding to the MLSS in cycle ergometer. MLSS intensity (MLSS_{int}), blood lactate concentration, heart rate, body temperature and Rate of Perceived Exertion (RPE) were measured in 16 trained cyclists or triathletes and in 16 physically active people but untrained in endurance cycling. The heart rate and RPE values corresponding to MLSS_{int} were similar between the two groups. The trained group showed higher absolute MLSS_{int} and MLSS_{int} expressed as a percentage of the Maximum Aerobic Power (MLSS_{%MAP}), and lower values of MLSS and blood glucose, compared with the untrained group. MLSS_{int} correlated positively with MLSS_{%MAP} and the age correlated inversely with the HR at MLSS. It would be interesting to analyse more deeply the effects of these variables in the endurance capacity of trained and untrained people.

Keywords: Physical fitness· Endurance training· Anaerobic threshold·Lactate

AURKIBIDEA

LABURDURAK	6
SARRERA	7
LANAREN JUSTIFIKAZIOA ETA HELBURUAK	10
HIPOTESIAK	11
METODOLOGIA	12
Ikerketako partaideak	12
Ikerketaren diseinua	13
Test eta Neurketak.....	14
Neurri antropometrikoak.....	14
Intentsitate progresibodun familiarizazioko test ez maximoa.....	14
Intentsitate progresibodun test maximoa	14
MLSS determinatzeko abiadura konstanteko testa	15
Odoleko laktato kontzentrazioa.....	15
Odoleko glukosa kontzentrazioa	16
Gorputzeko tenperaturaren neurketak.....	16
Analisi estatistikoa	17
EMAITZAK.....	18
EZTABAIDA.....	23
ONDORIOAK.....	29
ERREFERENTZIAK	30

LABURDURAK

BM: Bihotz Maiztasuna

BMmax: Bihotz Maiztasun Maximoa

GIEB: Gizakiekin lotutako Ikerketarako Etika Batzordea

MAP: Potentzia Aerobiko Maximoa

MLSS: Laktatoaren Egoera Egonkor Gorena; “Maximal Lactate Steady State”

MLSSint: Laktatoaren Egoera Egonkor Gorenari dagokion intentsitatea

MLSS_{%MAP}: Laktatoaren Egoera Egonkor Gorenari dagokion Intentsitatea Potentzia Aerobiko Maximoaren ehunekotan adierazita

RPE: Esfortzu eskala subjektiboa; “Rate of Perceived Excertion”

VO₂: Oxigeno kontsumoa; “Oxygen Uptake”

VO₂max: Oxigeno kontsumo maximoa; “Maximal Oxygen Uptake”

SARRERA

Literatura zientifikoan asko idatzi da laktatoaren egoera egonkor gorenari buruz (MLSS, ingelesez “Maximal lactate steady state”). Termino hau aurreko mendeko 70. hamarkada bukaeran azaldu zen lehenengo aldiz literatura zientifikoan (Kindermann, Keul, & Huber, 1977 Arratibel-ek aipatua, 2013) eta ordutik bere definizioak bilakaera bat izan du. Adibidez, Beneke et al. (1996) urtean metabolismo oxidatiboaren bitartez burutu zitekeen lan-karga konstante gorenari zegokion odol laktato kontzentrazioa bezala definitu zuen. Gaur egun, azken artikulua zientifikoetan (Beneke & Leithäuser, 2016; Llodio, 2016) ikusi daitekeen bezala, modu honetan definitu da: lan-karga konstante eta jarrai batean igoera bat izan gabe mantendu daitekeen odol laktato kontzentrazio gorena. MLSS-ari dagokion intentsitatearen gaintik jarduten duen pertsona batean, gorputzak ezabatzen duen laktato kantitatea baino gehiago askatzen da odolera, ariketan zehar odoleko laktato kontzentrazioa modu progresibo batean igoz (Billat et al., 2003).

Ikerlari gehienek metodo antzekoak erabiltzen dituzte MLSS-a determinatzeko (Beneke & Leithäuser, 2016; Denadai et al., 2004; Klitzke, Ferreira, & Pereira, 2019; Llodio, 2016). Metodo hauei dagokienez, 4-7 saio burutu beharko ditu kirolari bakoitzak, saio bakoitzaren artean egun 1 edo 2-ko deskantsua utziz. Lehenengo saioan intentsitate progresibodun test maximo bat egin ohi da parte hartzailearen atalase anaerobikoa zein den balioesteko. Hurrengo saioetan, intentsitate iraunkorreko 20 edo 30 minutuko iraupena duten hainbat saio egingo dira, saio bakoitza intentsitate ezberdinerara burutuz MLSS-ko intentsitate zehatza aurkitu arte (Beneke & Leithäuser, 2016; Denadai et al., 2004; Klitzke et al., 2019; Llodio, 2016). Saio hauek ahalik eta egoera antzekoenetan burutu behar dira ingurugiroko tenperatura, elikadura, arropa, saioaren ordua,... bezalako aldagaiak kontrolatuz. Horrez gain, parte-hartzaile guztiei froga egitera ondo deskantsatuta etortzea eskatzen zaie, besteak beste, test saio batetik bestera karbohidrato biltegien pilaketa errazteko. Kirolariek beraien dietan karbohidrato gehiago ahoratzeke aholkuak jasotzen dituzte ikerketa saioetan dauden bitartean (Llodio, 2016).

Laktatoaren egoera egonkor gorenari dagokion intentsitatea (MLSSint) zein den ezagutzea oso baliagarria gerta dakieke iraupeneko kirolari eta prestatzaile fisikoei. Izan ere, gaur egun, MLSS kontzeptua “gold standard” edo adierazle erreferente gisa hartzen da gaitasun aerobikoa neurtzerako garaian, hau da, gaitasun aerobikoaren adierazlerik baliogarriena dela kontsideratzen da (Arratibel-Imaz, 2013; Batschelet, 2004; Beaver, 1986; Berg, 1990; Llodio, 2016; Madrid et al., 2016). Horrez gain, kirolari bakoitzaren MLSSint jakitea, erresistentzia kiroleko entrenamenduak programatzeko gakoetako bat da (Laplaud et al., 2006), datu hauek erabiltzen baitira kirolariaren atalase azpiko eta atalase gaineko erritmoak eta potentziak ezberdintzeko; izan ere, intentsitate honek ariketa intentsu eta oso intentsu baten arteko muga

ezartzen du (Llodio, 2016). Honen bitartez, entrenamendu guneak errazago bereiziko dira, programazio zehatzago eta eraginkorrago bat eramatea ahalbidetuz. Hainbat ikerlarik diotenez, MLSSint-a da iraupen ertaineko eta luzeko entrenamenduetako intentsitate guneak ezberdintzeko aldagaririk hobereana (Beneke, Leithäuser, & Ochentel, 2011; Seiler, 2010; Sotero et al., 2009). MLSSint entrenamendu guneak ezartzeko aldagai ona izateaz gain, prestatzaile fisikoaren eta kirolariaren arteko komunikazioa errazten du. Laktatoa konstante mantentzen den intentsitatean eginiko entrenamenduek, hau da MLSSint edo baxuagoan eginiko entrenamenduek, hobekuntza aerobiko bat ekarriko dute, gain-entrenamendua pairatzeko arriskua murriztuz (Smekal et al., 2002). Autore honek MLSS-ak erresistentzia entrenamendu bat burutzeko intentsitate optimoaren goiko muga ezartzen duela ere iradoki du (Smekal et al., 2002). Honez gain, erresistentzia entrenamendu bat ahalik eta eraginkorrena izateko intentsitate hobereana MLSSint dela proposatzera ere iritsi dira autore batzuk. Iraupen luzeko frogetan parte hartzen duten goi mailako kirolari askok, entrenamenduaren bolumen osoaren %80-a MLSS-ri dagokiona baino intentsitate baxuagoan egiten dute (Beneke, Leithäuser, & Hütler, 2001). MLSSint gaintik egindako entrenamenduen lan bolumena azkar igoz gero, epe laburrean neke zantzuak agertu eta errendimendu jaitsiera eman daiteke (Beneke et al., 2001). Esan bezala, ikertzaile batzuen arabera (Smekal et al., 2002), ahalmen aerobikoan hobekuntza gehien ematen dituen intentsitatea da MLSS-ri dagokiona. Hau argitzeko burutu diren hainbat ikerketek ordea, eredu polarizatuak, hau da, intentsitate baxuko bolumen handiak (%75) eta %20 inguruko intentsitate oso altuko bolumenak proposatzen dituen ereduak, hobekuntza gehiago ematen dituela ikusi da ondo entrenatutako txirrindularietan (Neal et al., 2013), korrikalari entrenatuetan (Esteve-Lanao, Foster, Seiler, & Lucia, 2007), eta entrenatutako iraupen eskiatzaile eta triatletetan (Stöggl & Sperlich, 2014). Beraz, entrenamendu polarizatuak, MLSSint-etik gertu entrenatzeak baino hobekuntza handiagoak ekartzen ditu errendimenduaren ikuspegitik (Llodio, 2016).

MLSS-ak duen balio praktikoarekin bukatzeko aipatu beharra dago, aldagai honi dagokion intentsitatearen eta erresistentziako frogen errendimenduaren arteko koerlazio altuak aurkitu direla txirrindularitzako (Klitzke et al., 2019; Llodio, 2016) eta korrikako lasterketetan (Llodio et al., 2016). Hau honela, erresistentziako hainbat frogetan izango dugun errendimendua kalkulatzeko tresna baliagarritzat ere hartzen da MLSSint.

Gorputzak MLSSint-ean ariketa burutzen duenean egokitzapen fisiologiko batzuk izaten ditu. Baron et al. (2008)-ena da, zalantzarik gabe, egokitzapen hauek modu zehatzenean aztertu dituen lana. Bihotzaren egokitzapen fisiologikoei dagokienez, MLSSint-ean eginiko jardueretan bihotz maiztasunaren (BM) igoera bat egoten dela ikusi zuten autore hauek. Nerbio sistema sinpatikoaren aktibazioa da honen eragileetako bat, baina ez bakarria. Beste eragileetako bat gorputzeko tenperatura da. Izan ere, gorputzaren tenperatura altuak BM-a era progresiboan

igotzea eragiten du, nahiz eta korrika abiadura edo potentzia (kanpoko karga, gaztelerazko “carga externa”) egonkor mantendu (Baron et al., 2008; Llodio, 2016). MLSSint.-ari dagokion jarduera baten hasieran sortzen den oxigeno zorra ordaindu ondoren, organismoak jarduera horren aurrean eskatzen duen oxigeno kopurua antzekoa izango da (Baron et al., 2008).

Odoleko laktato kontzentrazioari dagokionez, MLSSint-an buruturiko ariketaren aurreneko 10 minutuetan, igoera bat izaten da. Ondoren odoleko laktato baloreak mantendu eginten dira eta ez da igoera esanguratsurik ematen (Baron et al., 2008; Llodio, 2016) Baloreen mantentze honek, laktato produkzioaren murrizketa edo kirolariak laktatoa metabolizatze duen gaitasuna adierazten du (Baron et al., 2008). Bestalde, Brooks-en (2000) arabera MLSSint-a gorputzak laktatoa ezabatzeko duen gaitasun maximoari dagokio. Ikerketa esperimental batean ikusienez, MLSSint-ak fisiologia inflexio puntu bat adierazten du (Urhausen, Weiler, Coen, & Kindermann, 1994). Bertan ikusi daitekeenez, odoleko katekolamina kontzentrazioak (sistema nerbioso sinpatikoaren adierazleak) goranzko joera bat izaten dute jardueraren eskaera MLSSint gainekoa denean. Jardueraren intentsitatea baxuagoa denean ordea, katekolamina kontzentrazio maila orekatu egiten dela ikusi da (Urhausen et al., 1994).

MLSSint-ean burututako jardueretan oxigeno bolumena (VO_2), arnasketan kanporatutako karbono dioxido bolumena, arnas truke ratioa, BM, eta arnasketa erritmoaren baloreak handiagoak dira, atsedeneko baloreekin alderatuz (Baron et al., 2008). Testa burutzerako garaian daukagun tenperaturak laktato kontzentrazioko baloreetan eragina duela ikusi da. Ikerketa batzuetan ikusienez, kanpo tenperaturak eragina du gure giharren metabolismoan, eta testa tenperatura bero batean egitean, karbohidrato erabileraren gehikuntza eta gantz oxidazioen murrizketa bat emango da (De Barros et al., 2011a). Tenperatura handiko (40°) eta tenperatura arrunteko (22°) egoeretan egin ziren intentsitate konstanteko bi test alderatzerako garaian, tenperatura handian egindako testaren laktato kontzentrazioak handiagoak zirela ikusi zen (De Barros et al., 2011a).

Baron et al.-ek (2008) MLSSint-ean ahalik eta denbora gehien iraun zuten kirolarien (ordubete inguru) esfortzu eskala subjektiboaren (RPE, ingelesez Rate of Perceived Exertion) balioak ere aztertu zituen. Aurreneko 30 minutuei erreparatuz, 10. minutuan eta 30. minutuan harturiko baloreen artean ez zegoela ezberdintasun esanguratsurik ikusi zuten. Hau honela, denbora tarte honetan sujetuen neke maila berdina mantendu zela esan dezakegu. Ikerketan agerienez, 30. minutuan hartutako baloreen eta testaren amaieran hartutako baloreen arteko ezberdintasuna oso handia da (30. minutuan 3 ± 1 eta test amaieran 6 ± 2 ; 0-tik 10-era doan Borg-en eskalan).

Mota honetako ariketaren beste egokitzapen fisiologiko interesgarri bat, hematokritoak jasaten duena da. Hematokritoak, odolean dauden globulo gorrien bolumena da eta odol bolumen

osoaren ehunekotan (%) adierazten da. Badirudi hematokritoak gorakada bat izaten duela MLSSint probetako lehen 10 minutuetan. Hau, ariketa baten hasieran gorputzeko gune ezberdinen artean gertatzen den likidoaren lekualdaketa ondo izan daiteke; honek kontrako eragina izango luke. Behin probako lehen 10 minutuak gaindituta, ez da aldaketa esanguratsurik ikusten hematokrito balioetan (Baron et al., 2003, Baron et al., 2008).

Odol laktato kontzentrazioa MLSS-ko ariketa osoan zehar konstante mantentzen denez, badirudi pirubatoaren eta laktatoaren sorkuntzak eta substratu hauek metabolismo aerobikoaren bitartez jasaten duten erreketa mailak parekoak direla (Beneke & Leithäuser, 2016), hau da, mota honetako ariketetan pirubato glukolitikoaren sorkuntza eta erreketa aerobikoa neurri berdinean ematen da, eta berdina gertatzen da laktatoaren sorkuntza eta erreketa aerobikoarekin. Aurreko baieztapenak, hurrengo kontzeptuari sinesgarritasun handia ematen dio. MLSSint-ean, pirubatoa eta laktatoa substratu metaboliko bezala erabiliz mitokondrian gertatzen den metabolizazio maila saturazio puntura iristen da (Beneke & Leithäuser, 2016).

Beste egokitzapen batzuei dagokienez, gorputz tenperatura aldaketak nabarmenak direla ikusi da. Ikerketa batean ageri denez, MLSS-ko ariketa jarrai batean gorputzaren tenperaturaren igoera saihestezina da (Baron et al., 2008). Ikerketa honetan, 20°C tako tenperaturan dagoen eremu batean testa burutuz gero ere, gorputzaren tenperatura igoera esanguratsua dela ikusi da (hasierako tenperatura $37.3 \pm 0.5^\circ\text{C}$ vs amaierako tenperatura $38.4 \pm 0.7^\circ\text{C}$; $P < 0.05$; Baron et al., 2008). Beste ikerketa batean ikusi denez, MLSSint ezberdineko baina protokolo bereko test bat tenperatura ezberdinetan egiteak (bata 40°C-tako tenperaturan eta bestea 22°C-tako tenperaturan) ez du ezberdintasun esanguratsurik adieraziko gorputz tenperaturaren igoerari dagokionez (De Barros et al., 2011)

LANAREN JUSTIFIKAZIOA ETA HELBURUAK

MLSS-ko ariketan partaideek duten erantzun fisiologikoa nahiko ikertuta dagoen arren, nire jakintzaren arabera ez dago ikerketarik pertsona entrenatuen eta ez entrenatuen arteko MLSS-ko erantzun fisiologikoa konparatu dituenik. Beraz, ikerketa honen helburua, gizon entrenatu eta ez entrenatuen artean zikloergometroko odol laktato kontzentrazio egonkorreko test batean ageri daitezken ezberdintasun fisiologikoak ikertzea izango da. Zehazki, MLSS-ari zegokion intentsitatea (MLSSint), laktato kontzentrazioa, bihotz maiztasuna (BM), gorputz tenperatura eta esfortzu eskala subjektiboa (RPE) neurtuko dira bi taldeetan, gero balio hauek konparatu ahal izateko. Bestalde, aldagai hauen artean erlazio esanguratsurik dagoen ere aztertuko da.

HIPOTESIAK

Ikerketa batean argi ikus daitekeenez, gorputz tenperaturak gorakada esanguratsu bat izaten du MLSS-ko ariketan zehar (Baron et al., 2008). Datu hauetan oinarrituz, eta gure ikerketa test antzeko bat izanik, gure ikerketako kirolarien gorputz tenperaturak ere gorakada bat izango dutela pentsatzen dugu. Bi taldeen artean izan daitezken tenperatura ezberdintasunei dagokionez, talde entrenatuak eskuratuko dituen gorputz tenperatura balioak altuagoak izango direlakoan gaude. Talde honek, potentzia aerobiko maximoaren (MAP, ingelesez “Maximum Aerobic Power”) ehuneko handiago batera izango du bere batz besteko MLSSint balorea (Smekal et al., 2012). Hau honela, balore honetara iristeko egin beharreko esfortzua handiago dela pentsatzen dugu, gorputzari eskaturiko esfortzua handiago izanez, eta honenbestez, gorputzaren tenperatura gehiago igoz. Testen emaitzak alderatzerakoan aurkituko ditugun MLSS baloreei dagokionez, literatura zientifikoan kontraesanak topatu ditugu. Stegmann et al., (1981) en artikuluak dioenez, erresistentzian entrenatuak dauden kirolariek, MLSS balore txikiagoak izango dituzte, kirolari edo sujetu ez entrenatuek baino. Beste ikerketa batzuk ez dute ezberdintasunik aurkitu maila ezberdinetako kirolarien MLSS balioen alderaketa egiterakoan. Honenbestez, MLSS balorea erresistentzia mailarekiko independentea dela adierazten dute (Beneke et al., 2000; Smekal et al., 2012). Literatura zientifikoan dagoen eztabaida ikusirik, gure emaitzek joera bat edo bestea betetzen den argitzen lagunduko digulakoan gaude. Talde bakoitzaren BM-a aztertzerako garaian, ikerketa ezberdinek argi utzi dute MLSSint-ean aritzerakoan BM-aren joera azkartzekoa dela (Baron et al., 2008; Laplaud et al., 2006). Hauetakoa ikerketa batek, gehiago zehaztu eta igoera esanguratsuak topatu zituen MLSSint-an buruturiko probaren hasierako balioen eta 22. minututik aurrera neurturiko balioen artean (Baron et al., 2008). Hau ikusirik, gure emaitzetan ere MLSSint-ean BM baloreen bizkortze bat aurkitzea espero dugu. Bi taldeek eskuratutako MLSS-int arteko ezberdintasunei dagokionez, talde entrenatuak MLSSint-a test maximoan lortutako MAP-aren ehuneko altuago batera izango dutela pentsatzen dugu, hau aipatzen duten ikerketa zientifikoetan oinarrituz (Smekal et al., 2012).

METODOLOGIA

Ikerketako partaideak

Bi talde ezberdinek hartu zuten parte ikerketan. Batetik txirrindularitzan edo triatloian aritzen ziren 16 kirolari entrenatu aztertu ziren, eta bestetik, fisikoki aktiboak ziren baina txirrinduan entrenatzen ez zuten beste hainbeste pertsona. Partaide guztiak gizonezkoak ziren eta 18 eta 45 urte bitarteko adina zuten (taula 1). Txirrindulari eta triatleten kasuan erregulartasunez entrenatu eta lehiatu behar zuten txirrindularitza edo triatloiko erresistentzia frogetan. Ikerketa hasi aurretik aurrera eramango ziren prozesuaren berri eman zitzaizen partaideei, honen onura eta arriskuak azalduz. Ikerketan parte hartu nahi zuen kirolariak, idatzi baten bitartez eman behar zuen parte-hartzeko oniritzia. Parte-hartzaileek ezin zuten testen emaitzak aldatuko zituzten medikamentu edo substantziarik hartu, eta osasuntsu eta lesioetatik salbu egon behar zuten. Kirolariek ezin zuten entrenamendu gogor edo txapelketarik egin testak egin aurretiko 24h-etan, azken honek testeko emaitzetan eragina izan baitzezakeen. Kirolariek karbohidratoetan aberatsa zen dieta bat eraman zuten aurrera parte-hartzeak iraun zuen bitartean. Ikerketa hau aurrera eraman baino lehen Gizakiekin lotutako Ikerketetarako Etika Batzordeak (GIEB) ikerketa burutzeko oniritzia eman zuen.

1. Taula

Ikerketa taldeen ezaugarri fisikoak

	Adina (urteak)	Altuera (cm)	Gorputz masa (kg)	Gorputz gantza (%)	Gantzik gabeko masa (kg)
Ez entrenatuak (n=16)	26.7 ± 8.7 [#]	176.3 ± 4.9	74.7 ± 6.6	9.6 ± 2.1	67.4 ± 5.6 [#]
Entrenatuak (n=16)	34.1 ± 6.2	177.6 ± 8.6	74.7 ± 10.4	8.6 ± 3.0	68.1 ± 7.5

Talde entrenatuarekiko ezberdintasun esanguratsuak ($P < 0.05$). Emaitzak batz bestekoak ± desbideratze estandarra (DE) dira.

Ikerketaren diseinua

Ikerketa honen helburua bi talde ezberdinen arteko alderaketa bat egitea izan zen. Horretarako, txirrindulari edo triatleta entrenatuak eta aktiboak ziren baina txirrinduan entrenaturik ez zeuden pertsonak hautatu, aldagai fisiologikoen neurketa egin eta bi talde hauen arteko alderaketa burutu zen.

Aldagai fisiologikoen neurketak 6-9 saiotan zehar burutu ziren. Partaide guztiek orden berdinean eta eguneko ordu antzekoan (± 2 h) burutu zituzten testak. Lehenengo saioan sujetuen ezaugarri antropometrikoak neurtu ziren. Honen ondoren zikloergometrora ohitzeko jarduera progresibo submaximo bat burutu zuten parte-hartzaileek. Saio honek zikloergometroaren heldulekuaren altuera, jarlekuaren altuera eta honek heldulekuarekiko zuen luzeera parte-hartzailearen neurrira egokitzeko balio izan zuen. Neurri hauek zehaztasun handiz mantendu ziren parte-hartzaile bakoitzarentzako test guztietan, faktore hauek efizientzia biomekanikoan eragina izan baitezakete, eta ondorioz testen laktato baloreetan eragin (Denadai, de Araújo Ruas, & Figueira, 2006). Saio honetan sujetu bakoitzak ondorengo testetan izango zuen pedalkadaren kadentzia erabaki behar zuen. Kadentziak 75 eta 90 pedalkada minutuko tartean izan behar zuen eta lehen saioan aukeratzen zen kadentzia hori hurrengo test guztietan mantendu behar zen. Bigarren eta hirugarren saioetan partaideek intentsitate progresibodun test maximo bat burutu zuten zikloergometroan. Gainontzeko saio guztiak abiadura konstanteko testak egiteko erabili ziren, MLSS-a zehazteko helburuarekin. Saio guzti hauek “Ikerketa Gunea Jarduera fisikoa eta osasuna” ikerketa zentroan burutu ziren. Ikerketak egiterako garaian aurkitu genuen tenperatura $18.83 \pm 2.42^{\circ}\text{C}$ -koa izan zen. Testak balazta elektronikoko batez funtzionatzen zuten zikloergometro (Ergelek, Vitoria-Gasteiz, Euskal Herria) batean burutu ziren, zein zikloergometro bera sortutako enpresako langileek kalibratua izan zen ikerketa hasi aurretik.

Partaideei, hurrengo baldintzak betetzea eskatu zitzaizkien: a) ezin zuten ariketa intentsurik egin testen aurretiko 48 orduetan, b) ezin zuten alkoholik eran testen aurretiko 12 orduetan, c) testak burutu baino 120 minutu lehenago, sujetuak ezin zuten janaldi handirik egin, d) partaideak ezin zuten kafeina edo antzeko beste substantzia estimulanterik kontsumitu testak hasi aurretiko 3 orduetan, eta e) parte-hartzaileak ezin zuten erre testen aurretiko 12 orduetan. Aurreko baldintzak betetzeaz gain, testen aurretiko 24-36 orduetan ongi hidratatzea eskatu zitzaizkien sujetuei. Azken eskakizun bezala, test guztietara arropa antzekoarekin etortzea eskatu zitzaizkien.

Test eta Neurketak

Neurri antropometrikoak

Altuera eta gorputz masaren neurketak egiteko Seca (Hanburgo, Alemania) markako baskula eta altuera neurgailu bat erabili ziren. Gailu hauen zehaztasuna 0.01 kg eta 0.001 m koa da, hurrenez hurren. Azal azpiko gantz indizea kalkulatzeko sei toles ezberdinen lodiera izan genuen kontuan (besoko trizepsa, behe eskapularra, suprailiako, abdominala, iztarrekoa eta bikietakoa). Gantz portzentajea kalkulatzeko erabili genuen formula honakoa izan zen: $2.585 + 0.1051 \times 6$ tolesen batuketa (Carter, 1982). Neurketa guztiak 0.2 mm-ko zehaztasuna eta errepikakortasuna duen plikometro baten bitartez (Harpenden, Sussex, UK) eta zineantropometriaren sozietate internazionalaren urratsak jarraituz egin ziren.

Intentsitate progresibodun familiarizazioko test ez maximoa

Partaideek bizikleta gainean egin zuten lehen testa izan zen hau. 30 W-ko intentsitatean hasten zen froga eta 3 minuturo 30 W igotzen zen intentsitatea. Sujetua gutxi gora behera bere BM maximo teorikoaren %80-ra iristean, familiarizazio testa amaitutzat ematen zen. Bihotz maiztasuneko monitore bat erabili zen testetan zehar bihotz maiztasuna segundoro neurtzeko (Polar, Kempele, Finlandia). Partaideek 86.19 ± 4.29 pedalkada minutuko kadentzia eraman zuten testa egiterako garaian. Froga honetan erabilitako kadentzia hurrengo testetan mantentzeko beharra zuten partaideek, beraz, garrantzitsua zen kadentzia eroso bat bilatzea.

Intentsitate progresibodun test maximoa

Partaideen MAP-a ezagutzeko erabili zen test hau. Test honetan intentsitatea mailaz maila igotzen zen partaidearen tolerantziaren mugara iritsi arte. Partaideak aukeratutako kadentzia hori mantentzen ezina zen momentuan bere tolerantzia mugara iritsi zela ulertzen zen, test progresibo maximo hau amaitutzat emanez. Froga 30 W-ko intentsitatean hasten zen 3 minuturo 30W-ko intentsitatea gehituz. Partaideek mantendu behar zuten kadentzia familiarizazio testean erabilitakoaren berdina zen. Partaideek ikertzaileen animoak jaso zituzten beraien motibazioa handitu eta beraien mugara hel zitezela. Lehen aipaturiko MAP baloreak hurrengo formula honekin eskuratu ziren:

$$MAP = \text{frogan amaituriko azken mailaren intentsitatea (W)} + (t(s)/180 * 30)$$

Non t ren balioa amaitu ez zuen mailan emandako denborari zegokion.

MLSS determinatzeko abiadura konstanteko testa

Sujetuek potentzia konstanteko 3-5 test egin zituzten MLSS determinatzeko. Test hauek 20 minutuko iraupena zuten eta test progresibo maximoa egiteko erabili zen zikloergometroan burutu ziren, baita laborategi berean ere. Testaren hasieran, 10. minutuan eta 20. minutuan, sujetuaren odol lagin bana eskuratzen zen odol laktato kontzentrazioa neurtzeko. Sujetuek lehenengo test konstantean erabili zuten potentzia, test progresibo maximoan lorturiko MAP-aren %73-koa izan zen. Lehenengo test konstante honetan eskuratzen genituen emaitzen arabera, hurrengo test konstantearen potentzia 20W igo edo jaitsiko zen. Zehazki, testaren azken 10 minutuetan odol laktato kontzentrazioak $0.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($>0.05 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) baino gehiagoko gorakada izanez gero, hurrengo test konstantearen intentsitatea 20W tan murrizten zen, odol laktato kontzentrazioaren oreka egoera bat ikusi arte. Oreka hau aurkitzen zenean hurrengo test konstantearen intentsitatea 10W igotzen zen, MLSS-a modu zehatzagoan determinatzeko. Aldiz, lehenengo test konstantearen azken 10 minutuetan odol laktato kontzentrazioaren igoera $0.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ edo txikiagokoa izanez gero, hurrengo test konstanteak 20W handiagoko intentsitatean burutu ziren, odol laktato kontzentrazioaren oreka egoera hori puskatu arte. Hau gertatzean, hurrengo test konstantearen intentsitatea 10W-tan jaitsiko zen MLSSint determinazioa gehiago zehazteko.

Honenbestez, MLSSint determinatzeko garaian izan genuen zehaztasuna 10W-takoa zen. Odol laktato kontzentrazioaren baloreak konstante moduan onartzeko, $0.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ -ko igoera edo gutxiagokoa izan behar zuen test konstanteko azken 10 minutuetan ($0.05 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). MLSS kontzentrazioa test konstanteko 10. eta 20. minutuetan eskuratutako odol laktato kontzentrazioen arteko batz bestekoa bezala adierazi da idazlan honetan. MLSSint-ari dagokion BM-a 10. 15. eta 20. minutuetan hartutako BM baloreen arteko batz bestekoa bezala adierazi da. Bestalde, intentsitate konstanteko test guztien hasiera eta amaieran, gorputzaren tenperatura eta gluzemia neurtu ziren.

Odoleko laktato kontzentrazioa

5 μL ko odol lagin bat eskuratzen zen belarriko gingilean orratz esterilizatu batekin egindako sastada txiki batetik. Lagin bakoitzaren laktato kontzentrazioa neurketa anperometrikoaren bitartez neurtu zen analizatzaile eramangarri bat erabiliz (Lactate Pro 2; Arkray, Japon).

Odoleko glukosa kontzentrazioa

Odoleko glukosa kontzentrazioa neurtzeko belarriko gingiletik 1-2 μL ko odol lagin bat eskuratzen zen. Eskuratutako lagin bakoitza momentuan bertan aztertzen zen neurketa fotometrika erabiliz, honetarako, *Accu-check active* (Roche diagnostics, EEUU) analizatzaile eramangarri bat erabili zelarik.

Gorputzeko tenperaturaren neurketak

Test bakoitzaren hasieran eta amaieran tenperaturaren hiru neurketa burutu ziren belarri-zuloan. Erabili genuen gailua ikerketa batean gomendaturiko termometro bat izan zen, haizerik ez dabilen lekuetan bereziki gomendatua (Braun Thermoscan, Boston, AEB; Morán-Navarro et al., 2019). Temperatura neurtzean eskuratutako hiru balore horien batz bestekoa erabili zen hurrengo analisiak burutzerako garaian.

Analisi estatistikoa

Ikerketaren emaitzak adierazteko ohiko metodo estatistikoak erabiliz kalkulaturako batz bestekoa eta desbideratze estandarra erabili ziren. Datuen distribuzio normala, *Shapiro-Wilk* testa erabiliz burutu zen. Diseinu mixtoko neurketa errepikatuko aldakuntzaren analisisa (ANOVA) eta Bonferroniren testa erabili ziren intentsitate konstanteko testetan zehar odol laktato kontzentrazioan eta BM arteko alderaketak egiteko. Honez gain, analisi estatistiko hauek talde ezberdinen arteko alderaketak egiteko erabili ziren. Aldagai ezberdinen arteko erlazioa aztertzeko Pearsonen (r) koerlazio koefizientea erabili zen. Adierazgarritasun estatistikoaren maila %5 ean ezarri zen ($P \leq 0.05$) eta analisi estatistiko guztiak SPSS programaren 24. bertsioa erabiliz burutu ziren (SPSS Inc., Chicago, AEB).

EMAITZAK

Sujetuek egindako test maximoaren emaitzak 2. taulan adierazten dira. Talde ez entrenatuak test maximoan lorturiko MAP emaitzak (274.9 ± 31.8 W) talde entrenatuak (344.3 ± 29.7 W) lorturikoak baino %20 txikiagoak izan ziren ($P < 0.01$). Era berean, test maximoan talde ez entrenatuak izandako BMmax (184.5 ± 11.6 taup·min⁻¹), talde entrenatuak (174.6 ± 7.6 taup·min⁻¹) izandakoak baino %5 altuagoak izan ziren ($P < 0.01$).

2. Taula

Test maximoan neurtutako aldagaien batz besteko (\pm DE) balioak

	Potentzia maximoa (W)	Bihotz maiztasun maximoa (taup·min⁻¹)	RPE	Laktato maximoa (mmol·L⁻¹)
Ez entrenatuak (n=16)	$274.9 \pm 31.8^{\#}$	$184.5 \pm 11.6^{\#}$	19.2 ± 0.7	12.7 ± 3.2
Entrenatuak (n=16)	344.3 ± 29.7	174.6 ± 7.6	19.3 ± 0.9	10.78 ± 3.8

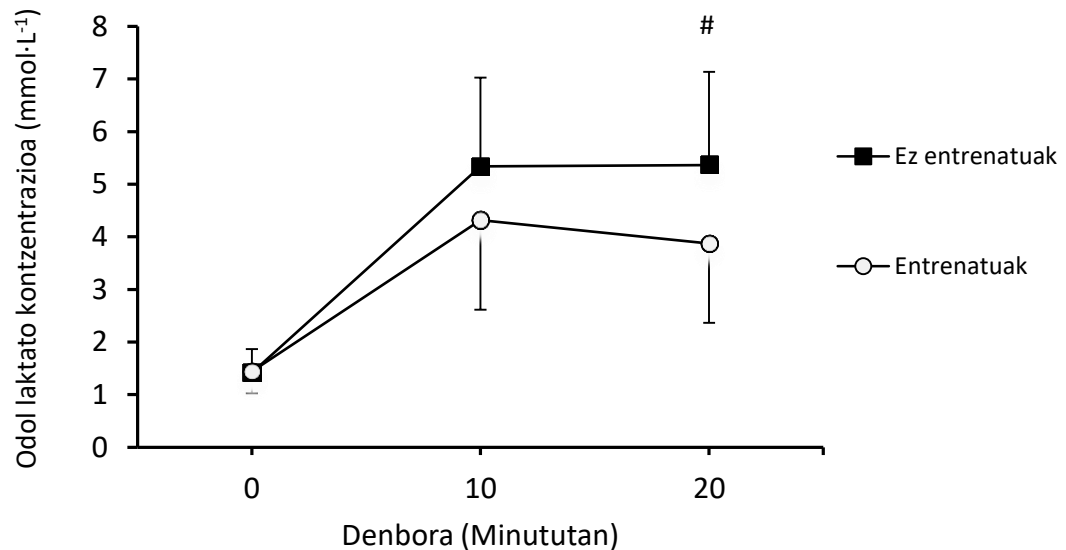
Talde entrenatuarekiko ezberdintasun esanguratsuak ($P < 0.05$). Emaitzak batz bestekoak \pm desbideratze estandarra (DE) dira. RPE = hautemandako esfortzu-indizea.

Talde entrenatuak MLSS-ko test konstantean erabili zuen potentzia, hau da MLSSint (265.81 W), handiagoa izan zen ($P < 0.01$) talde ez entrenatuarekin alderatuz (194.13 W). Talde entrenatuak izan zuen MLSSint erlatiboa (3.74 W·Kg⁻¹) handiagoa izan zen ($P < 0.01$) talde ez entrenatuarekin alderatuz (2.74 W·Kg⁻¹). Kirolarien MLSSint-a beraien MAP-aren ehunekoetan adieraztean (MLSS_{%MAP}), txirrindulari entrenatuek izandako balioa (%77.30) handiagoa izan zen ($P < 0.01$) talde ez entrenatuak izandakoarekin alderatuz (%70.20).

Laktato baloreetan ez zen bi taldeen arteko ezberdintasun esanguratsurik aurkitu 0 eta 10. minutuetan (ikus 1. Irudia). Hogeigarren minutuko laktato baloreetan ordea, entrenatuek izandako balioak (3.88 mmol·L⁻¹) txikiagoak izan ziren ($P < 0.05$) talde ez entrenatuak izandakoarekin alderatuz (5.37 mmol·L⁻¹).

1. Irudia

Odol laktato kontzentrazioaren bilakaera intentsitate konstanteko testean.



1. Irudia. Odol laktato kontzentrazioa 0, 10 eta 20. minutuetan. Batzbestekoa \pm desbideratze estandarra (# Ezberdintasun esanguratsua entrenatuekiko, $P < 0.05$).

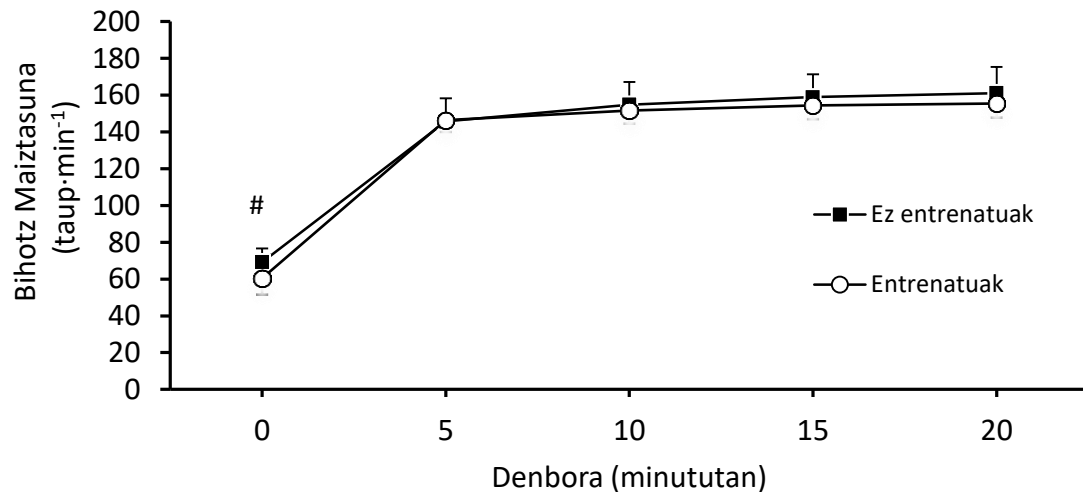
MLSS test konstantean lorturiko batz besteko laktato baloreei dagokienez, hau da MLSS-ko 10. eta 20. minutuetako laktato baloreen batz bestekoei dagokienez, talde entrenatuak izandako batz bestekoa ($4.14 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) baxuagoa izan zen ($P < 0.05$) talde ez entrenatuarekin alderatuz ($5.35 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; ikusi 1. Irudia).

Test konstantearen hasieran harturiko gluzemia balioetan ez zen ezberdintasun esanguratsurik aurkitu talde entrenatu ($92.50 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$) eta ez entrenatuaren ($93.25 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$) artean. Testaren amaieran harturiko gluzemia baloreetan ordea, talde entrenatuak izandako balore gluzemikoa ($78.63 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$) baxuagoa izan zen ($P < 0.05$) talde ez entrenatuarena ($87.27 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$) baino.

BM baloreetan ez zen bi taldeen arteko ezberdintasun esanguratsurik topatu 10, 15 eta 20. minutuetan (Ikusi 2. Irudia). Atsedean egoeran, entrenatuek ($60.4 \text{ taup}\cdot\text{min}^{-1}$) ez entrenatuek baino ($69.2 \text{ taup}\cdot\text{min}^{-1}$) balio baxuagoak ($P < 0.01$) zituzten. Hamargarren eta 20. minutuko RPE baloreei dagokienez, ez zen ezberdintasun esanguratsurik topatu talde entrenatu eta ez entrenatuaren artean.

2. Irudia

BM-aren bilakaera intentsitae konstanteko testean



2. Irudia. Bihotz maiztasuna (BM) 0 , 5 , 10 ,15 eta 20. minutuetan. Media \pm desbideratze estandarra (# Ezberdintasun esanguratsua entrenatuekiko, $P < 0.05$).

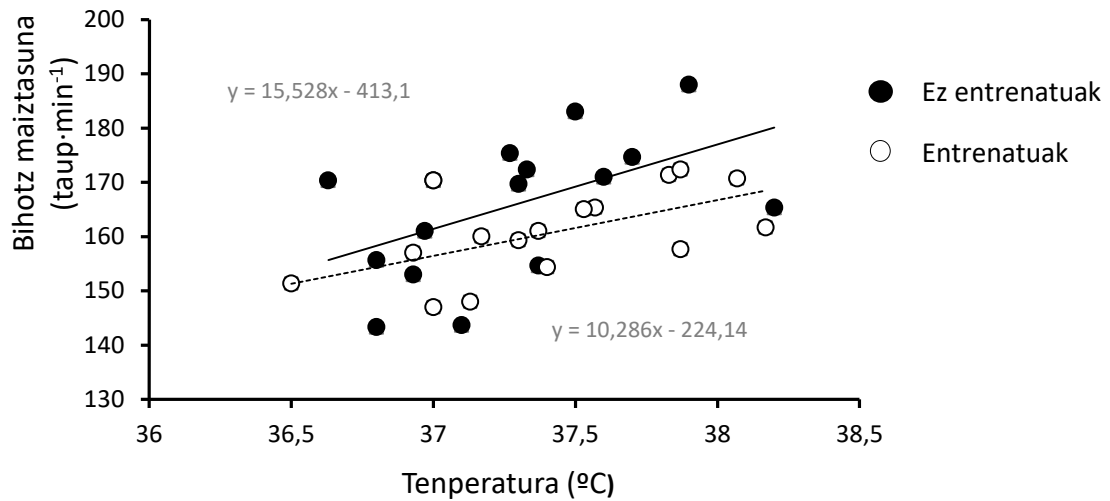
Talde entrenatua eta ez entrenatua elkartu eta talde bakar bat bezala aztertuz, adinak eta MLSS-ari dagokion BM-ak (10, 15 eta 20. minutuko batz besteko BM) alderantzizko korrelazio esanguratsua izan zuten ($r = -0.409$; $P < 0.05$).

Talde ez entrenatuan hasierako gorputz tenperaturaren balioek koerlazio positiboa izan zuten MLSS test konstanteak burutu ziren orduarekin ($r = 0.659$; $P < 0.01$). Talde entrenatuari dagokionez, ez zen aurkitu hasierako gorputz tenperatura eta MLSS test konstanteak burutu ziren orduaren arteko korrelazio esanguratsurik. Bi taldeak batera aztertuz, hasierako gorputz tenperatura balioek eta MLSS test konstanteak burutu ziren orduak korrelazio positiboa izan zuten ($r = 0.437$; $P < 0.05$)

Talde ez entrenatuan ez zen testaren amaieran izandako gorputz tenperatura eta MLSS-ri dagokion BM-aren arteko korrelazio esanguratsurik aurkitu; bai ordea talde entrenatuan ($r = 0.603$; $P < 0.05$; ikusi 3. Irudia). Bi taldeak batera aztertuz, test amaierako gorputz tenperaturak korrelazio positiboa izan zuen MLSS-ri dagokion BM-aren batz bestekoarekin ($r = 0.422$; $P < 0.05$).

3. Irudia

Gorputz temperatura eta BM arteko korrelazioa intentsitate konstanteko testean

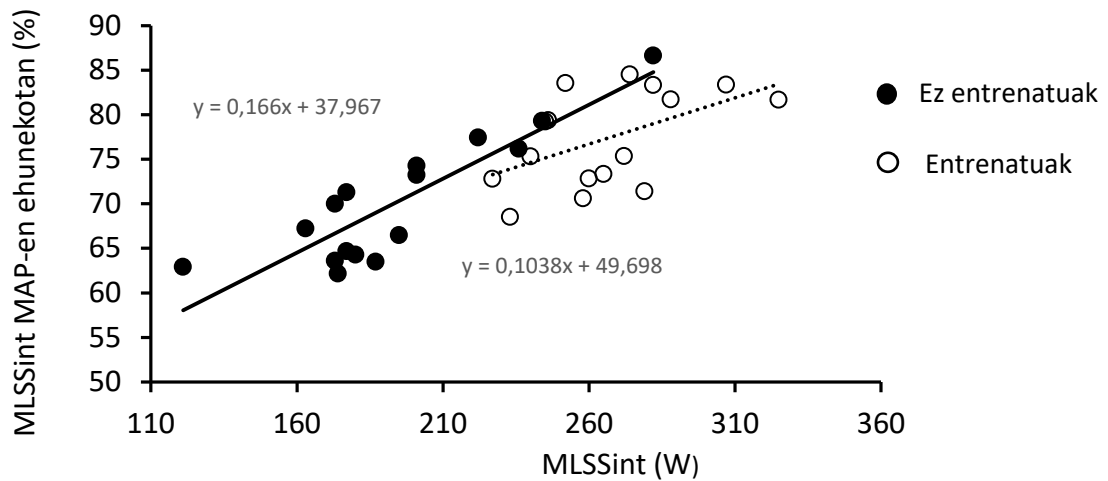


3. Irudia. Gorputz temperatura balio indibidualen eta intentsitate konstantean izandako BM balioen arteko koerlazioak, talde entrenatu eta ez entrenatuetan

MLSS-ari dagokion intentsitatearen eta $MLSS_{\%MAP}$ -aren arteko korrelazio zuzena aurkitu zen bi taldeetan (talde ez entrenatuan $r = 0.877$; $P < 0.01$; talde entrenatuan $r = 0.515$; $P < 0.05$; ikusi 4. Irudia).

4. Irudia

MLSSint eta MLSS_{%MAP}-aren arteko korrelazioa intentsitate konstanteko testean



4. Irudia. MLSSint balioen eta intentsitate konstantean jardundako MLSS_{%MAP} balioen arteko korrelazioak, talde entrenatu eta ez entrenatuetan.

EZTABAIDA

Aurrera eramandako ikerketa honen helburua gizon entrenatu eta ez entrenatuen artean zikloergometroko odol laktato kontzentrazio egonkor goreneko test batean ageri daitezkeen ezberdintasun fisiologikoak ikertzea izan da. Zehazki, MLSS-aren intentsitatea, MLSS-ari dagokion odol laktato kontzentrazioa, MLSS-ari dagokion bihotz maiztasuna, gorputz tenperatura eta RPE baloreak aztertu dira.

Ikerketa honetan kirolari ez entrenatuek erakutsitako MAP eta MLSSint txikiagoak izan ziren kirolari entrenatuen datuen aldean, ezberdintasun esanguratsu bat aurkituz. Era berean, ez entrenatuek BMmax-aren balore altuagoak izan zituzten entrenatuen aldean. Txirrindulari entrenatuetan $MLSS_{\%MAP}$ handiagoa izan zen modu esanguratsuan, talde ez entrenatuarekin alderatuz. MLSS test konstantean lorturiko laktato baloreei dagokienez, talde entrenatuak izandako batz besteko baloreak baxuagoak izan ziren talde ez entrenatuarekin alderatuz. Ezberdintasun hau gainera estatistikoki esanguratsua izan zen. Testaren amaieran harturiko gluzemia baloreetan, talde entrenatuak izandako balore gluzemikoa baxuagoa izan zen modu esanguratsuan talde ez entrenatuarekin alderatuz. Atsedean egoeran txirrindulari entrenatuek izandako BM balioak, txirrindulari ez entrenatuak izandakoak baino baxuagoak izan ziren, bien artean ezberdintasun esanguratsu bat aurkituz. Talde entrenatua eta ez entrenatua elkartu eta talde bakar bat bezala aztertuz izandako emaitza garrantzitsuenak hauek dira: 1) adinak eta MLSS-ari dagokion BM-ak (10, 15 eta 20. minutuko batz besteko BM) alderantzizko korrelazio esanguratsua izan zuten, 2) gorputz tenperatura balioek eta MLSS determinatzeko test konstanteak burutu ziren orduak korrelazio positiboa izan zuten, eta 3) test amaierako gorputz tenperaturak koerlazio positiboa izan zuen MLSS-ari dagokion BM-arekin.

Txirrindularien ezaugarri antropometrikoak (gorputz masa eta gantz portzentaia) neurtu dituzten bi artikulurekin topatu gara literatura zientifikoan (Pardono et al., 2008; Mattern et al., 2003). Ikerketa hauetan txirrindulariek izandako gantz portzentaiari dagokionez, gure ikerketan azaldutakoaren antzekoak direla esan daiteke, txirrindulari ez entrenatu zein entrenatuen kasuan. Ikerketa hauetan txirrindulariek izandako pisuaren datuei dagokionez ere, gure ikerketako bi taldeek (entrenatu eta ez entrenatuak) hauen datu antzekoak eman dituztela adierazi beharra dago. Beste alde batetik, txirrindularien egoera fisiologikoa neurtu duten ikerketa ugari aurkitu ditugu. Ikerketa hauetan erabilitako tresnek eta burututako protokoloak ezberdintasunak dituzte beraien artean. Honen adibide, test progresiboetan maila bakoitzak irauten duen denbora, maila batetik bestera dagoen intentsitate igoera edo testaren hasieran ezarritako erresistenzia. Hala eta guztiz ere, gure ikerketako txirrindulariek izan dituzten emaitzak beste ikerketakoekin bat datoz. Talde entrenatuari dagokionez, test progresiboan eskuratutako MAP balioak (Beneke et al., 2000; Dekerle et al., 2003; Denadai et al., 2004; Wonisch et al., 2002), MLSSint (Denadai et al.,

2004; Mattern et al., 2003), gorputz masarekiko balio erlatiboan adierazitako MLSSint (Mattern et al., 2003) eta MLSS (Mattern et al., 2003; Smekal et al., 2002). Talde ez entrenatuak izan dituen emaitzak ere artikulu ezberdinetan ageri diren beste hainbat balioen antzekoak izan dira, hala nola, test progresiboko MAP datuak (Pardono et al., 2008; Denadai et al., 2004), MLSS int. (Pardono et al., 2008; Wonisch et al., 2002), gorputz masarekiko balio erlatiboan adierazitako MLSSint (Denadai et al., 2004), MLSS (De Barros et al., 2011; Beneke, 2003; Denadai et al., 2004) eta BMmax baloreak (Wonisch et al., 2002). Guzti hau kontuan hartuz, ikerketako bi taldeak beraien mailako laginaren adierazgarri direla ikusi da.

Ikerlari askok adierazi dutenez, MLSSint aldagai garrantzitsu bat da iraupeneko kirolarien entrenamendu guneak zehazterako garaian (Beneke et al., 2011; Billat, 1996; Faude et al., 2009; Friedmann et al., 2004; Harnish et al., 2001; Kilding & Jones, 2005; Leti et al., 2012; Pardono et al., 2008; Pérez et al., 1999; Smekal et al., 2002). Honek zergaiti fisiologiko bat du. MLSSint-ak ariketa bat oreka energetikoan egitearen eta homeostasi zelularren apurketa garrantzitsu ba gertatzearen arteko muga ezarriko du (Beneke, Leithäuser, & Hütler, 2001). Hala ere erresistentziako kirolari askok beraien entrenamenduen intentsitate guneak MAP aren ehunekoaren arabera ezartzen dituzte. Ikerketa honetan $MLSS_{\%MAP}$ txirringulari entrenatueta handiagoa izan zen talde ez entrenatuaren aldean (%77.30 eta %70.20, hurrenez hurren). Gainera bi aldagai hauen arteko (MLSSint eta $MLSS_{\%MAP}$) korrelazio positibo esanguratsua aurkitu genuen bi taldeetan. Emaitza hauek bat datoz futbol jokalarietan (Llodio, 2016) eta korrikalari entrenatueta (Llodio et al., 2016); García-Tabar & Gorostiaga, 2018), korrika eginiko testetan bi aldagai hauen artean aurkitu diren erlazio positiboekin. Erlazio honen bitartez, MLSSint handiagoa duten korrikalariak normalean MLSSint hori MAP-aren portzentaje handiago batera izango dute, kondizio aerobiko txarrago bat (MLSSint baxuagoa) duten korrikalariekin alderatuz. Aldagai honetan, $MLSS_{\%MAP}$ -an, aldakuntza handia dago kirolarien artean. Talde entrenatuan adibidez, aldagai honetan balio baxuena izan duen parte hartzaileak $MLSS_{\%MAP}$ %70.6 ko balioa izan zuen eta balio altuena izan zuenak berriz, $MLSS_{\%MAP}$ %84.5 koa. Honenbestez, ezinezkoa izango da aurreko adibideko bi pertsona horiei entrenamendu guneak MAP-aren ehuneko berdinerara ezartzea. Bi kirolariak MAP-aren %80 ko intentsitate batera jardunez gero, lehen partehartzailea MLSSint gainetik arituko da. Bigarren parte hartzailea berriz, bere MLSSint azpitik jardungo da. Hori dela-eta, jarduera horren aurrean izango duten erantzun fisiologikoa ezberdina izango da (Davis, 1985). Honenbestez, kirolari bakoitzak entrenamendu gune individualizatuak behar dituela ondorioztatu daiteke.

MLSS-ko test konstantean izandako bataz besteko laktato baloreei dagokienez, talde entrenatuak izandako bataz bestekoa baxuagoa izan zen modu esanguratsuan talde ez entrenatuarekin alderatuz. Maila ezberdineko bi talderen MLSS baloreak alderatzen dituzten ikerketak aztertu ondoren (Beneke et al., 2000 ; Denadai et al., 2004; Stegmann et al.,

1981), literatura zientifikoan kontraesanak topatu ditugula esan beharra dago. Stegmann et al (1981) ek aipatzen duena kontuan izanez gero, gure ikerketan lorturiko datuak bere ikerketan lorturikoekin bat datoz. Ikerketa honetan aipatzen denez, argi eta garbi ikusten da gaitasun aerobikoaren hobekuntza batek atalase anaerobiko indibidualaren intentsitatean odolean pilotzen den laktato kopuruaren murrizketa bat dakarrela (Stegmann et al., 1981). Beste bi ikerketei dagokienez ordea, ez dira ezberdintasun esanguratsuak aurkitu maila ezberdineko bi talderen MLSS balioak alderatzean (Beneke et al., 2000; Denadai et al., 2004). Ikerketa hauek diotenez, kirolari baten errendimendu mailak ez du eraginik izango MLSS baloreetan. Gehiago sakonduz, MLSS eta MLSSint-ek errendimenduarekiko adierazi duten korrelazio eza azpimarratzen du ikerketa batek (Beneke et al., 2000). Ikerlari berdinak aipatzen duenez, kirolari guztiei intentsitate berdina eman gero, errendimendu altuko erresistentzia kirolarietako odol laktato kontzentrazio baxuagoak adieraziko dituzte sujetu ez kirolarien aldean (Beneke et al., 2000). Hala eta guztiz ere, bere ikerketan ondo azpimarratzen duenez, MLSSint puntuak indibidualaren intentsitate bat adieraziko du, eta ez guk ezarritako intentsitate zehatz bat (Beneke et al., 2000). Aipatu berri ditugun datuak kontuan harturik, literatura zientifikoan nolabaiteko adostasun falta dagoela esan beharra dago, erresistentzian entrenatutako eta ez entrenatutako kirolarien MLSS baloreak alderatzerako garaian.

Beneke et al. (2000) eta Denadai et al.-en (2004) ikerketen eta gure ikerketaren arteko desadostasunaren gakoak taldeen arteko erresistentzia ahalmenaren mailen ezberdintasunean egon daitekeela pentsa daiteke. Hau da, pentsa daiteke gure ikerketan bi taldeen arteko erresistentzia ahalmenean ezberdintasun handiagoa dagoela bi ikerketa horietan baino eta horregatik izan ditugula ezberdintasun esanguratsuak MLSS-an. Beneke et al.-en (2000) ikerketan ez dira bi taldeen erresistentzia ahalmenaren mailak era ezberdinduan adierazten, hau da ez da talde bakoitzak duen erresistentzia ahalmena modu bananduan adierazten. Denadai et al.-en (2004) ikerketan alderatu zituzten taldeen arteko erresistentzia mailaren diferentzia 101.9 W-koa da. Ikerketa honetan aztertu diren bi taldeen erresistentzia mailaren ezberdintasuna txikiagoa da, 69.4 W hain zuzen. Beraz, badirudi taldeen arteko ezberdintasun mailak ez duela azaltzen Denadai et al.-en ikerketako eta ikerketa honetako desadostasuna.

MLSS test amaieran harturiko gluzemia baloreetan, talde entrenatuak izandako balore gluzemikoa baxuagoa izan zen modu esanguratsuan, talde ez entrenatuarekin alderatuz. Ikerketa ezberdinetan ikusi dugunez, gluzemia baloreak MLSS testetan duen joera lehenik eta behin beheranzkoa izango da, 10. minutu inguruan nolabaiteko egonkortasuna eskuratuz (Baron et al., 2008; Simões et al., 1999). Beste ikerketa batean ikusi denez, odoleko glukosa mailaren batz bestekoak beheranzko joera izan zuen baita lehen 10 minutuetan (atsedeneko glukosa baloreak: $90 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$; jarduera fisikoko lehen 10 minutuak igaro ondoren: $65 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$; Friedmann., 2004). Denbora aurrera joan ahala ordea, glukosa baloreek berriro ere goranzko joera hartu zuten, 40.

minutuko glukosa baloreak 10. minutuko glukosa baloreekin zuten ezberdintasuna esanguratsua izatera iritsiz (Jarduera fisikoko 60. minutuan $75 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$ koa zen glukosa kontzentrazioa; Friedmann et al., 2004). Simões et al.-ek (1999) diotenez, jarduera fisiko baten intentsitatea atalase anaerobiko indibidualaren azpitik kokatzen denean, glukosa mailaren jaitsiera bat ikusiko da kirolariaren baloreetan. Jarduera fisikoaren intentsitatea atalase anaerobikoaren gainetik kokatzen denean ordea, glukosa baloreen gorakada bat antzemango da. Hau, glukosa produkzioa glukosa erabilera baino altuagoa delako gertatuko da (Simões et al., 1999). Pertsona bat jarduera fisiko ertain edo intentsu bat egiten hastean, hasieran erabilitako Adenosina Trifosfato (ATP) mailak berreskuratzeko fosfato eta glukolisi anaerobikoa beharrezkoak izango dira. Hau honela, glukogeno eta fosfokreatina mailak bapateko beherakada bat jasaten dute (Coulleri, 2016). Metabolismo oxidatiboa mantxoagoa izango da eta sustrato gehiagoren beharra izango du O_2 az gain. Sustrato eta O_2 honen beharrak odol fluxua handitzea ekarriko du (Coulleri, 2016.). Odol fluxuan aurkitzen den glukosa zelulek aprobetxatu ahal izateko, behar beharrezkoa dugu intsulina (odolean dugun glukosa maila erregulatzeaz arduratzen den pankreak sorturiko hormona Mejia et al., 2005). Jakin dakigunez, jarduera fisikoa egiteak intsulinarekiko dugun sentsibilitatea areagotu egiten du, jarduera fisikoa egiten ari garen bitartean odol glukosa modu eraginkor batean erabiltzea ahalbideratuz (Mejia et al., 2005). Ondorioz, gure taldeen artean ikus daitekeen ezberdintasuna, hau da, talde entrenatuak izan duen gluzemia maila jaitsiera handiagoa izatea talde ez entrenatuarekin alderatuz, baliteke intsulinarekin sentsibilitatearekin lotua egotea. Talde entrenatuak jarduera fisiko gehiago egiten duenez eta ziur aski intsulinarekin sentsibilizazio handiago bat duenez, logikoa izango litzateke talde entrenatuak MLSS frogan izan duen gluzemia maila jaitsiera hori handiagoa izatea.

Ikerketan atsedean egoeran hartu diren baloreei dagokienez, entrenatuek ez entrenatuek baino atsedeneko BM balio baxuagoak izan zituzten modu esanguratsu batean. Gure ikerketan izandako balioak literatura zientifikoko datuekin bat datozen ikusteko, hainbat artikuluko zientifiko aztertu ditugu (Gellish et al., 2007; Jouven et al., 2009; Migliaro et al., 2001; Siquier Coll et al., 2018). Ikerketa hauek aztertu ondoren, literatura zientifikoak kirolari entrenatuen BM balioak kirolari ez entrenatuenak baino baxuagoak direla egiaztatzen du (Siquier Coll et al., 2018). Erresistentziako entrenamenduak bolumen kardiakoa handitzen du. Bolumen kardiako handiago baten bitartez, gorputzak behar duen odol eskaera taupada gutxiagoren bitartez burutzeko gaitasuna izango du eta kirolariak izango duen BM-a murriztu egingo da kirola egiterakoan, baita atsedean ere (Siquier Coll et al., 2018). Gure ikerketako bi taldeen artean ordea adin ezberdintasuna ere bada. Hau honela, atsedendiko BM balioen ezberdintasuna adin tarte honen ondorio izan daitekeela pentsatu dugu. Ikerketa batzuetan ikusienez, bihotzaren erantzun kronotropikoak (jarduera bat egiterako garaian eskaera metabolikoarekin proportzioan doan bihotz maiztasunaren azelerazioa eragiteko funtzioa)

moteltze joera bat erakusten du adina aurrera joan ahala (Gellish et al., 2007). Bihotzak sentsibilitate jaitsiera bat adierazten du beta adrenergikoen estimulazioarekiko, kaltzio fluxu jaitsiera bat izaten du, erritmoa markatzeaz arduratzen den ehunean aldaketak izaten ditu eta diastolearen luzapen efektua pairatzen du. (Gellish et al., 2007). Hala eta guztiz ere, sujetu gazteen (15-20 urte) eta helduen (39-82 urte) atsedeneko BM balioak alderatu dituen ikerketeta batean, ez dira bi taldeen arteko ezberdintasun esanguratsuak aurkitu (Migliaro et al., 2001). Atsedeneko BM balioak adin ezberdinetan aztertu zituen beste ikerketa batek ere, ez zuen adinaren eta atsedeneko BM aren arteko joera esanguratsurik ikusi (Jouven et al., 2009).

Testean eskuratutako bi taldeen datuak batera aztertuz, test hasierako gorputz tenperatura balioek eta MLSS test konstanteak burutu ziren orduak korrelazio positiboa izan zuten. Giza gorputza, patroiz zikliko errepikakor bat jarraitzen duten jarrera eta fenomeno fisiologiko ezberdinen bitartez gidatzen da. Hauek erritmo edo ziklo zirkadiar bezala ezagutzen ditugu eta ziklo hauetako bakoitzaren iraupena 24h ingurukoa da (Arellano & Patricia, 2018). Nahiz eta ziklo zirkadiar ezagunena loarena izan, gorputz tenperaturak ere bere ziklo zirkadiarra duela ikusi dugu literatura zientifikoan (Arellano & Patricia, 2018; Rhythms et al., 2009). Ikerketa ezberdinetan ikusienez, gorputz tenperaturak egunean zehar izaten dituen baloreak, gauean izaten dituenak baino altuagoak dira. Jarduera fisiko zein mental gehiena egunean zehar izateak, gorputz tenperaturak igoera bat izatea dakar. Gaueko loaldiak dakarren inaktibitateak eta geldirik egoteak berriz, gorputz tenperaturaren beherakada ekartzen du (Waterhouse, Fukuda, & Morita, 2012). Ikerketa ezberdinetan ikusienez, gorputzak arratsaldeko 16:00ak eta 18:00ak bitartean izaten du tenperatura altuena; tenperatura baxuenak berriz, gaueko 3:00ak eta 5:00ak artean izan ohi dira. (Rhythms et al., 2009; Waterhouse et al., 2012). Gorputz tenperaturak egunean zehar jasaten dituen aldaketak patroiz simetriko bat jasaten dute gutxi gora behera. Hau honela, gorputzak egunean zehar izandako tenperatura maximo eta minimoak ordu antzekoetan errepikatuko dira (Waterhouse et al., 2012). Datu hauek kontuan izanda, gure ikerketan agertu den test hasierako gorputz tenperatura balioen eta MLSS test konstanteak burutu ziren orduen arteko korrelazio positiboa logikoa dela esan daiteke.

Bi taldeen datuak batera aztertuz, test amaierako gorputz tenperaturak korrelazio positibo bat adierazi zuen MLSS-ari dagokion BM aren batz bestekoarekin. Datu hauek literatura zientifikoarekin bat datozela esan daiteke, izan ere, ikerketa ezberdinek adierazi dutenez, gorputz tenperaturaren igoerak jarduera fisikoko kargaren igoerarekin eta bihotz maiztasun erritmoarekin korrelazio positibo bat adierazten du (Berggren & Hohwu, 1950; Gisolfi, 1983; González-Alonso et al., 2008; Griffin et al., 1983). Hainbat ikerketetan ikusienez, sistema kardiobaskularrak bi funtzio nagusi burutzen ditu jarduera fisikokoan. Batetik gihar zelulek behar duten odol eskaria asetzea; bestetik, termo erregulazioa burutzea (González-alonso et al., 2008). Bi funtzio hauen konbinaketak bihotzak egin beharreko lana handituko du,

BM erritmoa bizkortuz. Ariketa oso intentsuetan odol horniketa eta termo erregulazioa mugatuak ikusiko dira (González-alonso et al., 2008). Gorputz temperaturaren datuei erreparatu, 36-37°C bitarteko temperaturak atsedeen temperatura gisa hartzen dira. Jarduera fisikoa egiterakoan ordea gorputz temperatura 38-40°C tara igo daiteke (Gisolfi, 1983). Ikerketa berdinean, kirolariak beraien VO_2 max-aren %70-100 bitarteko jarduera fisikoan jarrita, BM-a 170-200 taupada minutuko erritmora igotzen zela ikusi zen, gorputz temperatura 39°C tara igoz. VO_2 max aren %35-60 an egindako jarduera fisikoetan berriz, ez zen gorputz temperaturaren igoera esanguratsurik ikusi (Gisolfi, 1983). Literatura zientifikoko datuak aztertu ondoren, gure ikerketan agertu den test amaierako gorputz temperaturak eta MLSS ari dagokion BM aren batz bestekoak izan duten korrelazio positiboa emaitza logikoa dela esan daiteke.

ONDORIOAK

Ikerketa honetan eskuratu ditugun emaitzen arabera, aztertu ditugun talde entrenatu eta talde ez entrenatuak balore antzekoak adierazi dituzte altuera, gorputz masa eta gorputz gantzari dagokionez. Talde ez entrenatua ordeak, gantzetik libre dagoen masa librearen balio txikiagoak adierazi ditu. MLSS testean izandako ezberdintasunei dagokienez, talde ez entrenatuak $MLSS_{\%MAP}$ eta $MLSS_{int}$ baxuagoak izan ditu; eta MLSS, atsedeneko BM eta test amaierako gluzemia balore altuagoak. Talde ez entrenatuak adierazi dituen $MLSS_{\%MAP}$, $MLSS_{int}$ eta atsedeneko BM baloreek, talde entrenatuaren aldean erresistentzia balio baxuagoak dituztela adierazten digu. Hau kontuan izanik, txirrindularitzako kirolean entrenatuak diren kirolariak denboraren poderioz egokitzapen batzuk izaten dituztela ondorioztatu daiteke. Zentzu honetan, garrantzitsua izango litzateke MLSS-ak pertsonen erresistentziako mailan duen eragina sakontasun handiagoarekin aztertzea etorkizuneko ikerketetan. Nahiz eta talde ez entrenatuko kirolariak egoera fisiko egokian egon, zikloergometroaren gainean egin diren test espezifikoek argi uzten dute talde ez entrenatuko kirolariak txirrindularitzako erresistentzia egokitzapenen garapen falta dutela. Kasu honetan, txirrindularitzan ezinbestekoa den gaitasun fisikoetako bat dugu erresistentzia. Ikerketa honetan aztertutako kirolari guztien gaitasun fisikoen arteko erlazioei dagokionez, $MLSS_{\%MAP}$ handiago bat duten kirolariak orokorrean $MLSS_{int}$ handiago bat dutela esan daiteke, baita gorputz masarekiko balio erlatiboan adierazitako $MLSS_{int}$ handiago bat ere.

ERREFERENTZIAK

- Arellano, L., & Patricia, M. (2018). *Reloj Biológico Y Ritmo Circadiano*. Retrieved from http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/ifig/Reloj_biologico_Paty_Arellano.pdf
- Arratibel-Imaz, I. (2013). *Comparación de diferentes métodos para el calculo del umbral anaerónico individual y su equivalencia con el máximo estado estable*. 303.
- Baron, B., Noakes, T. D., Dekerle, J., Moullan, F., Robin, S., Matran, R., & Pelayo, P. (2008). Why does exercise terminate at the maximal lactate steady state intensity? *British Journal of Sports Medicine*, 42(10), 528–533. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.040444>
- Beneke, R., & Leithäuser, R. M. (2016). “Maximal Lactate Steady State Depends on Cycling Cadence.” *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 0(0), 20. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2015-0573>
- Beneke, R., Leithäuser, R. M., & Hütler, M. (2001). Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 35(3), 192–196. <https://doi.org/10.1136/bjism.35.3.192>
- Beneke, R., Leithäuser, R. M., & Ochentel, O. (2011). Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 8–24. Retrieved from <http://journals.humankinetics.com/AfcStyle/DocumentDownload.cfm?DType=DocumentItem&Document=03>
IJSP_E3618_Beneke_2010_0153.pdf%5Cn<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed10&NEWS=N&AN=21487146>
- Beneke, Ralph. (2003). Maximal lactate steady state concentration (MLSS): Experimental and modelling approaches. *European Journal of Applied Physiology*, 88(4–5), 361–369. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0713-2>
- Beneke, Ralph, Heck, H., Schwarz, V., & Leithäuser, R. (1996). Maximal lactate steady state during the second decade of age. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(12), 1474–1478.
- Beneke, Ralph, Hütler, M., & Leithäuser, R. M. (2000). Maximal lactate-steady-state independent of performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1135–1139. <https://doi.org/10.1097/00005768-200006000-00016>
- Beneke, Ralph, Utler, M. H., & Auser, R. M. L. (2000). Maximal lactate-steady-state independent of performance - Beneke et al 2000.pdf. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1135–1139.
- Berggren G, & Hohwu CE. (1950). Heart rate and body temperature as indices of metabolic rate during work. *Arbeitsphysiologie*, 14(3), 255–260. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F00933843.pdf>
- Billat, V. L., Sirvent, P., Py, G., Koralsztein, J. P., & Mercier, J. (2003). The concept of maximal lactate steady state: A bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Medicine*, 33(6), 407–426. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00003>
- Brooks, G. A. (2000). Intra and extra-cellular lactate shuttles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(4), 790–799.
- Carter, J. H. (1982). The Black Aged: Implications for Mental Health Care. *Journal of the American Geriatrics Society*, 30(1), 67–69. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1982.tb03704.x>
- Coulleri, D. J. P. (2016). Fisiología del ejercicio físico. *Revisión bibliográfica. Material*

Didáctico de la asignatura Medicina, Hombre y Sociedad. Disponible en el Repositorio CVM. Facultad de Medicina. UNNE.

- Davis, J. A. (1985). Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 17, pp. 6–18. <https://doi.org/10.1249/00005768-198502000-00003>
- De Barros, C. L. M., Mendes, T. T., Mortimer, L. Á. C. F., Simões, H. G., Prado, L. S., Wisloff, U., & Silami-Garcia, E. (2011a). Maximal lactate steady state is altered in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 32(10), 749–753. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1277191>
- De Barros, C. L. M., Mendes, T. T., Mortimer, L. Á. C. F., Simões, H. G., Prado, L. S., Wisloff, U., & Silami-Garcia, E. (2011b). Maximal lactate steady state is altered in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 32(10), 749–753. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1277191>
- Dekerle, J., Baron, B., Dupont, L., Vanvelcenaher, J., & Pelayo, P. (2003). Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 89(3–4), 281–288. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0786-y>
- Denadai, B. S., de Araújo Ruas, V. D., & Figueira, T. R. (2006). Maximal lactate steady state concentration independent of pedal cadence in active individuals. *European Journal of Applied Physiology*, 96(4), 477–480. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0090-8>
- Denadai, B. S., Figuera, T. R., Favaro, O. R. P., & Gonçalves, M. (2004). Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 37(10), 1551–1556. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2004001000015>
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 943–949. <https://doi.org/10.1519/R-19725.1>
- Friedmann, B., Bauer, T., Menold, E., & Bärtsh, P. (2004). Exercise with the intensity of the individual anaerobic threshold in acute hypoxia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(10), 1737–1742. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000142307.62181.37>
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDonald, A., Russi, G. D., & Moudgil, V. K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), 822–829. <https://doi.org/10.1097/mss.0b013e31803349c6>
- Gisolfi, C. V. (1983). Temperature regulation during exercise: Directions—1983. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(1), 15–20. <https://doi.org/10.1249/00005768-198315010-00006>
- González-alonso, J., Crandall, C. G., & Johnson, J. M. (2008). The cardiovascular challenge of exercising in the heat. *Journal of Physiology*, 586(1), 45–53. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.142158>
- Griffin, J., Jutzy, K., Claude, J., & Knutti, J. (1983). Central Body Temperature as a Guide to Optimal Heart Rate. *Pacing and Clinical Electrophysiology*, 6(2), 498–501. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.1983.tb04398.x>
- Jouven, X., Empana, J. P., Escolano, S., Buyck, J. F., Tafflet, M., Desnos, M., & Ducimetière, P. (2009). Relation of Heart Rate at Rest and Long-Term (>20 Years) Death Rate in Initially Healthy Middle-Aged Men. *American Journal of Cardiology*, 103(2), 279–283. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2008.08.071>
- Kindermann, W., Keul, J., & Huber, G. (1977). Applied physiology. *European Journal of Applied Physiology*, 17, 1865–1871. https://doi.org/10.5005/jp/books/12678_10

- Klitzke, F., Ferreira, A., & Pereira, V. (2019). "Is the Functional Threshold Power Interchangeable With the Maximal Lactate Steady State in Trained Cyclists?" *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Laplaud, D., Guinot, M., Favre-Juvin, A., & Flore, P. (2006). Maximal lactate steady state determination with a single incremental test exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 96(4), 446–452. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0086-4>
- Llodio, I. (2016). *Determinación de condición física de deportistas: diferencias entre futbolistas y determinación indirecta de la velocidad de máximo estado estable de lactato*. 2016(cc), 1. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=111941>
- Llodio, I., Gorostiaga, E. M., Garcia-Tabar, I., Granados, C., & Sánchez-Medina, L. (2016). Estimation of the Maximal Lactate Steady State in Endurance Runners. *International Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1055/s-0042-102653>
- Madrid, B., Pires, F. O., Prestes, J., Vieira, D. C. L., Clark, T., Tiozzo, E., ... Simoes, H. G. (2016). Estimation of the maximal lactate steady state intensity by the rating of perceived exertion. *Perceptual and Motor Skills*, 122(1), 136–149. <https://doi.org/10.1177/0031512516631070>
- Mattern, C. O., Gutilla, M. J., Bright, D. L., Kirby, T. E., Hinchcliff, K. W., & Devor, S. T. (2003). Maximal lactate steady state declines during the aging process. *Journal of Applied Physiology*, 95(6), 2576–2582. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00298.2003>
- Mejia, M., Yohanna, M., Maya, R., Johanna, F., Velasco, R., & Maria, A. (2005). *Efectos del ejercicio en personas con diabetes mellitus tipo 2*.
- Migliaro, E. R., Contreras, P., Bech, S., Etxagibel, A., Castro, M., Ricca, R., & Vicente, K. (2001). Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 34, 493–500.
- Morán-Navarro, R., Courel-Ibáñez, J., Martínez-Cava, A., Conesa-Ros, E., Sánchez-Pay, A., Mora-Rodríguez, R., & Pallarés, J. G. (2019). Validity of Skin, Oral and Tympanic Temperatures During Exercise in the Heat: Effects of Wind and Sweat. *Annals of Biomedical Engineering*, 47(1), 317–331. <https://doi.org/10.1007/s10439-018-02115-x>
- Neal, C. M., Hunter, A. M., Brennan, L., O'Sullivan, A., Hamilton, D. L., DeVito, G., & Galloway, S. D. R. (2013). Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 114(4), 461–471. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00652.2012>
- Pardono, E. M., Sotero, R., Hiyane, W., Mota, R., Campbell, G., Nakamura, Y., & Simões, H. (2008). Maximal Lactate Steady-State Prediction Through Quadratic Modelling of Lactate Minimum Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1073–1080.
- Rhythms, C., Response, I. N., Continuous, O. N. A., & Test, P. (2009). Ritmos circadianos en la eficiencia para responder en una prueba de ejecución continua. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 1, 75–91.
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276–291. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.276>
- Simões, H. G., Grubert Campbell, C. S., Kokubun, E., Denadai, B. S., & Baldissera, V. (1999). Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(1), 34–40. <https://doi.org/10.1007/s004210050555>
- Siquier Coll, J., Collado Martín, Y., Pérez Quintero, M., Bartolomé Sánchez, I., Grijota Pérez,

- F. J., Sánchez Puente, M., & Muñoz Marín, D. (2018). Estudio comparativo de las variables determinantes de la condición física y salud entre jóvenes deportistas y sedentarios del género masculino. *Nutrición Hospitalaria*.
<https://doi.org/10.20960/nh.1502>
- Smekal, G., Duvillard, S. P. V., Pokan, R., Hofmann, P., Braun, W. A., Arciero, P. J., ... Bachl, N. (2012). Blood lactate concentration at the maximal lactate steady state is not dependent on endurance capacity in healthy recreationally trained individuals. *European Journal of Applied Physiology*, *112*(8), 3079–3086. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2283-7>
- Smekal, G., Scharl, A., Von Duvillard, S. P., Pokan, R., Baca, A., Baron, R., ... Bachl, N. (2002). Accuracy of neuro-fuzzy logic and regression calculations in determining maximal lactate steady-state power output from incremental tests in humans. *European Journal of Applied Physiology*, *88*(3), 264–274. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0702-5>
- Sotero, R. C., Pardono, E., Landwehr, R., Campbell, C. S. G., & Simoes, H. G. (2009). Blood glucose minimum predicts maximal lactate steady state on running. *International Journal of Sports Medicine*, *30*(9), 643–646. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1220729>
- Stegmann, Kindermann, W., & Schnabel. (1981). Lactate kinetics individual Anaerobic Threshold. *International Journal of Sports Medicine*, *3*(2), 160–165.
- Stöggl, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in Physiology*, *5 FEB*(February), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00033>
- Urhausen, A., Weiler, B., Coen, B., & Kindermann, W. (1994). Plasma catecholamines during endurance exercise of different intensities as related to the individual anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *69*(1), 16–20. <https://doi.org/10.1007/BF00867921>
- Waterhouse, J., Fukuda, Y., & Morita, T. (2012). Daily rhythms of the sleep-wake cycle. *Journal of Physiological Anthropology*, *31*(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1880-6805-31-5>
- Wonisch, M., Hofmann, P., Fruhwald, F. M., Hoedl, R., Schwabegger, G., Pokan, R., ... Klein, W. (2002). Effect of β 1-selective adrenergic blockade on maximal blood lactate steady state in healthy men. *European Journal of Applied Physiology*, *87*(1), 66–71. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0595-3>

