

# MENDIKO ERRESISTENTZIAKO LASTERKETAN INDAR ENTRENAMENDUAK DUEN ERAGINA

---

GRADU AMAIERAKO LANA

\*\*\*

JARDUERA FISIKO ETA KIROLAREN ZIENTZIAK

\*\*\*

EGILEA: ATXAGA TXINTXURRETA, JOKIN

ZUZENDARIA: SANTOS CONCEJERO, JORDAN

KURTSO AKADEMIKOA: 2017-2018

## AURKIBIDEA

1.-LABURPENA.....	4
2.-SARRERA.....	5
3.-MARKO TEORIKOA.....	7
3.1. Mendiko erresistentziako lasterketak.....	7
3.1.1. Kirolarien ezaugarriak.....	8
3.1.2. Erresistentzia.....	10
3.1.3. Mendi lasterketetako errendimenduaren faktoreak ....	12
3.2 Indarra.....	14
3.2.1. Motak.....	15
3.2.2. Indar eragileak.....	15
4. METODOLOGIA .....	19
4.1.Onartzeko irizpideak.....	20
4.2. Aukeratutako artikulua.....	21
5.EMAITZAK .....	24
1. Effects of heavy strength training on running performance and determinants of running performance in female endurance athletes.....	24
2. Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials...28	28
3. The effect of strength training on performance indicators in distance runners.....	31
4. Maximal Strength Training Improves Running Economy in Distance Runners.....	35
5. Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners.....	37

6. The Effect of Strength Training on Performance in Endurance Athletes.....	40
6.EZTABAIDA.....	43
7.ONDORIOAK .....	47
8.BIBLIOGRAFIA.....	49

## 1. LABURPENA

Gradu amaierako lan honetan mendiko erresistentziako lasterketan indar entrenamenduak duen eragina aztertu nahi izan da eta hau burutzeko errebisio sistematiko bat egin da.

Lehendabizi, lanean zehar azalduko diren fenomeno eta kontzeptuen inguruko informazioa bilatu eta marko teoriko bat osatu da. Honen barnean alde batetik, mendiko erresistentziako lasterketako probak zer diren eta dituen ezaugarriak azaldu dira, baita modalitate honetan parte hartzen duten kirolarien ezaugarriak ere. Bestetik, indarra nola sortzen den eta honen eragileak aipatu dira. Aipatutako kontzeptu bakoitzaren inguruan, bakoitza bere aldetik, informazio asko dago, baina biak batera uztartzen dituen ikerketen kopurua urria da eta beraz, atletismoko erresistentziako modalitatearen inguruko informazioaz baliatuta egin da lana.

Lana egiteko erabilitako metodologiari dagokionez, artikuluak aukeratzeko orduan erabilitako onarpen irizpideak eta aukeratutako artikuluak taula baten azaldu dira. Hauek ematen duten informazioaz baliatuz, eztabaida sortu eta ondorio batzuk atera dira lana borobiltzeko.

Azken emaitza bezala esan daiteke ikergai hau landu eta ikertu duten autoreak ez direla ados jartzen, nahiz eta gehiengoak indar interbentzioak erresistentziako lasterketan eragin positiboak dituela ziurtatu.

**HITZ GAKOAK:** strength training, endurance athletes, distance runners, effects, performance.

## 2. SARRERA

Hoffman, Ong eta Wang-k (2010) aitortzen dutenez, parte hartzaileen kopurua nabarmen igo da azken urteotan mendi lasterketetan. Espainian ere modalitate honen hazkuntza egon dela adierazten dute Gómez-Limón García eta Martínez Alandik (2016), izan ere, geroz eta gehiago dira Espainian egiten diren mendi lasterketak. “Eskura ditugun datuen arabera, gaur egun, Espainian, 1.900 bat lasterketa egingo dira mendian, denak kontuan hartuta (linealak, trailak, ultra trailak, Km bertikalak eta abar)” (Gómez-Limón García eta Martínez Alandik, 2016:7).

Seguí, Inglés, Labrador eta Fariak (2016) diotenez, hainbat izan daitezke mendiko lasterketen igoera bultzatu dituzten faktoreak. Horien artean ondorengo hauek aurkitu daitezke. Alde batetik, geroz eta eskaintza handiagoa dago (proba gehiago, mota gehiagotakoak), bai proba ofizialei dagokionez baita ez ofizialei dagokionez ere, eta bestetik, geroz eta parte hartzaile gehiago ikusi daitezke modalitate honetan (Seguí, Inglés, Labrador eta Faria, 2016). Argi dago, beraz, mendiko lasterketen hazkuntza ez dela zerbait iragankorra eta ziur asko, kirol modalitate berri baten aurrean aurkitzen garela.

Egoera honen aurrean eta gizartean eta lurraldean sortzen dituzten eragin sozial, mediatiko, ingurumen eta ekonomikoak direla medio, azken urteotan ikerketa gai nagusi bilakatu dira mendiko lasterketak (Seguí eta Farias, 2018). Hala ere, modalitate honetan indar entrenamenduak duen eragina ez da asko aztertu eta horregatik nahi izanda bi fenomeno hauek uztartuko dituen lan bat osatzea.

Gradu amaierako lan honek ere mendiko erresistentziako lasterketak izango ditu ikergai nagusi. Lanaren helburua mendiko erresistentziako lasterketetan indar entrenamenduak eraginik duen ala ez ikustea izango da. Horretarako, modalitate hau mugatuko dituzten faktoreak aztertu, beraien artean harremanetan jarri eta indarrarekiko duten eragina analizatuko da. Indarra ere ikergai izango da lanean eta hau nola sortzen den eta honen eragileak jasoko dira.

Errebisio sistematiko baten bitartez burutu da lana; hau da, orain arte autore ezberdinek gaiaren inguruan egindako eta publikatutako ikerketen emaitzak jaso dira hasieran planteatutako egoerari erantzun bat emateko asmotan.

Lehenago aipatu bezala *trail running*-a eta indar entrenamenduak lotzen dituzten ikerketa asko ez daude eta mendiko lasterketak erresistentzia handiko probak kontsideratzen direnez, lana burutzeko erresistentziako kirolen inguruko eta batez ere asfaltoan egiten diren erresistentziako oinezko lasterketen ikerketak hartu behar izan dira oinarri.

### 3. MARKO TEORIKOA

#### 3.1. Mendiko Erresistentziako Lasterketak

Espainiako Mendi eta Eskalada Federazioak (FEDMEk) zehazten duen bezala;

“Las Carreras por Montaña es una especialidad deportiva que se manifiesta a través de carreras por baja, media y alta montaña, ya sea estival o invernal, realizándose el itinerario a pie en el menor tiempo posible y con el máximo de respeto al medio natural” (FEDME, 2014:7)

Proba ofizial gisa kontsideratu ahal izateko, zirkuituaren gutxieneko distantzia 21 kilometrokoa izango da, kilometro bertikalaren kasuan izan ezik, eta gutxienez 1000 metroko desnibela izan beharko du (FEDME, 2014). Gainera, proben zirkuituak beti pista, asfaltatu gabeko bide eta abarretatik igaro beharko dira eta proba osoaren % 50 soilik izan daiteke ibilgailuak ibiltzeko moduko pistetatik (FEDME, 2014).

Beraz, ondorioztatu daiteke mendiko lasterketak ez direla proba lauak izango; igoera eta jaitsiera anitzak izango dituzte zirkuituan zehar. Bestalde, lasterketako testuinguruaren arabera, belarra, harriak, lokatza eta basoak bezalako lurrazal eta inguruak izango ditu probak. Olmedillasek (2018:6) dioen bezala, “la principal diferencia entre estas carreras y las más clásicas carreras de asfalto, son la acumulación de secciones de subida y bajada que van dibujando un perfil específico para cada competición”.

Ez da harrizkoa, beraz, mendi lasterketako korrikalariak desnibel esanguratsuak gainditu beharko dituela eta horiek zuzenean bere etengabeko ahaleginean eragingo duela (Olmedillasek, 2018). Gainera, mendi lasterketak dituen ezaugarriak kontuan hartuz, ingurune guztiz ziur gabe baten egiten den modalitatea dela aintzat hartu beharko da. Korrikalariak ezingo du euria, haizea, beroa edota elurra bezalako kanpo faktoreak kontrolatu eta momentuko egoerei aurre egin beharko die, momentu oro erabakiak hartzen. Faktore hauek probaren gogortasuna areagotuko dute. Horiek horrela, mendiko lasterketako errendimendua ahalik eta optimoena izateko, korrikalariak testuinguruarekiko

egokitze bat egin beharko du eta proba hauek exijitzen dituzten ahalegin fisiko eta teknikoak kontuan izan beharko ditu (Olmedillasek, 2018).

.Bestalde, nahiz eta talde bateko partaide izan, korrikalariak bere kabuz amaitu beharko du lasterketa. Ibilbidea markatuta egongo da eta kirolari guztiek bide bera partekatuko dute baina ezinda esan arerioari zuzenean eragingo dionik. Hau horrela, kirol psikomotortzat hartu daiteke.

### 3.1.1 Kirolariaren ezaugarriak

Olmedillasek (2018) zehazten duen bezala, mediko erresistentziako lasterketetan parte hartzen duen kirolariak denbora luzez igoera eta jaitsiera handiak (desnibela) jasan beharko ditu eta honi aurre egiteko sasoi onean egon beharko du. Hainbat dira modalitate honetako parte hartzaileek izan behar dituzten ezaugarriak. Ezaugarri horiek artean daude ezaugarri fisiologikoak, psikologikoak eta biomekanikoak. Hala ere, ondorengo lerroetan mendiko erresistentziako lasterketetan dabilen korrikalari batek izan behar dituen ezaugarri fisikoak aztertuko dira, izan ere, ezaugarri hauek izango dira korrikalaria nekera eramango dutenak eta gainera ezaugarri fisikoetan hobekuntzak kuantifikatzea eta hauen progresioa argi ikusi daiteke.

#### 3.1.1.1 Ezaugarri fisikoak

Suay Lermak (2008) dioenez, gorputzaren konposizio on bat errendimenduaren adierazle da, beraz, ezinbestekoa izango da gorputzaren konposizioa kontrolatzea eta berau aztertzea mendiko lasterketetan erraztasunez aritzeko.

Ezaugarri fisikoei dagokienez, hainbat izan daitezke kontuan hartu beharrekoak korrikalariarengan, horien artean, pisua, gorputz masa indizea (GMI), pliegeak, VO<sub>2</sub>max eta giharduraren ezaugarriak egongo lirateke.

Ramirezek (2017) aipatzen duen bezala, gehiegizko pisuak errendimenduan eragin negatibo izango du eta gainera lesioak pairatzeko aukerak areagotzen dira.



Hoffmanek 2008an, EEUU-ko ultra batean (161km) burututako ikerketa batean jakinaraztera eman zuen, lehendabiziko 5 postuetan amaitu zuten korrikalarien GMI-aren batz bestekoa 23.2 (22.4-24.7 rangoan) izan zela gizonezkotan eta 19.8 (17.3-21.1 bitartean) emakumezkoetan. Datu hauekin ondorioztatu zuen *ultra* modalitatean badaudela GMI-a baino garrantzitsuagoak diren beste faktore batzuk, hala nola, psikologikoak, hanketako estentsoreen indarra, etab.

Bi sexuak kontuan hartuta, maratoiko korrikalarien gorputzeko pliege guztien emaitza distantzia motzagoko korrikalariena baino nabarmen txikiagoa zela ondorioztatu zuten Legaz, Gonzalez eta Serrano (2005)-k.

Pisuaren kontuarekin amaitzeko, korrikalari bakoitzak bere pisu ideala bilatzea ezinbestekoa dela garbi geratu da, baina geroz eta gutxiago edukitzea ez da beti hobeto, pisu osasuntsutik behera egoteak errendimendua jaitziko baitu. Beraz, gorputzeko masa guztiak kontuan izanik oreka bat bilatzea izango litzateke hoberena. Hori argi ikusten da elitean dabiltzan kirolarietan, pisua kontrolatu eta oreka bilatzen baitute (Curto, 2017).

VO<sub>2</sub>max-ari erreparatzen badiogu, aurrerago aipatuko den bezala erresistentziako faktore garrantzitsu bat da, beraz, emaitza altuak izatea esperoko da. Kilian Jornet-ek, munduko onenetariko bat mendiko erresistentziako lasterketan, gehienez 90 ml/kg/min metabolizatu ditzake. Munduan zehar erresistentziako kirolean elitean dabiltzan kirolariek 80 ml/kg/min-tik goragoko balioak dituzte. Fisiologo batzuk aipatzen dutenez, kirolari batek 60-70 ml/kg/min baloreak ematen baditu zaila izango da eliteko kirolera iristea, nahiz eta badauden salbuespenak; adibidez, Abraham Olano txirrindulari ohiak ez zuen 70 ml/kg/min baino balio altuagorik eman esfortzu frogetan (Runedia, 2017).

Giharrei dagokienez, argi dago mendi lasterkari batek gorputz osoa erabili behar duela mendian gora eta behera ibiltzeko. Hala ere, garrantzia berezia hartzen dute beheko gorputz adarrek. Hau horrela, hanketako estentsoreak izango dira kontuan hartu beharrekoak; izterreko barnealdeko bastoa, basto laterala, aurreko zuzena eta sartorioa besteak beste. Beheko gorputz adar hauek geroz eta indartsuagoak izan, orduan eta indar gehiago

egin eta aplikatu ahal izango du kirolariak, eta beraz, errendimendu hobeak izango du.

Beattie, Kenny, Lyons, eta Carstonek (2014) aipatzen dutenez, giharrek gaitasun eszentriko handia izatea garrantzitsua da, oinak lurra ukitzean giharretara pasatako indarra ahalik eta gehien absorbitzeko eta horrela pausoa amaitzean inpultso gehiagorekin irteteko. Gainera ikerketa batzuen emaitzek adierazten dute lurrarekin kontaktu gero eta laburragoa lasterketa ekonomiaren mugatzaile direla (Santos-Concejero, Tam, Granados, Irazusta, Bidaurrezaga-Letona, Zabala-Lili, eta Gil, 2014a; Santos-Concejero, Granados, Irazusta, Bidaurrezaga-Letona, Zabala-Lili, Tam, eta Gil, 2013; Santos-Concejero, Tam, Granados, Irazusta, Bidaurrezaga-Letona, Zabala-Lili, eta Gil, 2014b).

### 3.1.2. Erresistentzia

Nahiz eta lanaren helburua mediko erresistentziako lasterketetan indar entrenamenduak duen eragina aztertzea izan, mendiko lasterketak erresistentziako kirola gisa kontsideratzen direnez ezinbesteko izango da erresistentziaren inguruko hainbat aspektu ere lantzea.

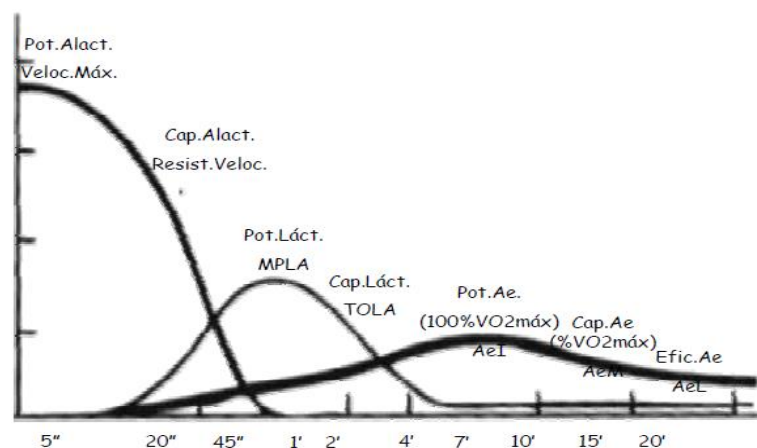
Erresistentzia, kirolari batek nekea jasateko duen gaitasun fisiko eta psikologikoa da. Sakonago azalduta, kirolariak denbora jakin batean intentsitate optimo bat jasateko duen gaitasun fisiko eta psikologikoari deritzo. Entrenamenduetako eta lehiaketetako kargak jasateaz gain, hauetatik errekuperatzeko izango duen gaitasuna ere izango da (Orbañanos, 2013).

Gaitasun hau erabiltzean, gorputzak aurrera jarraitzeko erregai bat behar izaten du. Kirol jarduera bakoitzaren iraupenaren eta intentsitatearen arabera gorputzak energia lortzeko bide ezberdinak bilatuko ditu. Lan honetarako, distantzia luzeko probak hartu dira kontuan eta hurrengo irudian (1.irudia) ikusi daiteke distantzia hauetarako gorputzak behar duen ia energia guztia sistema aerobikotik lortzen duela (Suslow, 1971).

	100 m	200 m	400 m	800 m	1000 m	1500 m	5000 m	10 000 m	Mara-tón
Aeróbica	5	10	25	45	50	65	90	95	99
Anaeróbica	95	90	75	55	50	35	10	4	1

1go taula: bide aerobiko eta anaerobikoak ehunekotan (Suslow, 1971)

Modalitate hauetako lasterketak normalean intentsitate maila baxu eta ertain batean burutzen dira, denbora luzez egiten baitira. Hala ere, proban zehar aldapa gora eta korrika asko egiteko uneak ere izango dira eta beraz, momentu puntual batzuetan intentsitate handian ere ibili daiteke kirolaria. Horiek horrela, Orbañanosek (2013) planteatutako intentsitate eta iraupenaren araberrako sistemen erabileraren taulari (1.taula) erreparatuko diogu modalitate honetan erabiliko diren sistemak analizatzeko:



1go irudia: denboraren arabera esfortzu maximoetan ematen diren energia sistemen ekarpena (Orbañanos, 2013)

Ikusi daitekeen bezala, taula honek sistema bakoitza potentzia eta gaitasunetan bereizten ditu, energia askatu eta erabiltzearen arabera. Ezker aldeko lerroari erreparatzen badiogu, argi ikusten da energia asko askatuko duela baina hau denbora gutxian erabiltzeko aukera izango du kirolariak. Eskuin aldera mugituz gero, geroz eta energia gutxiago liberatuko dela ikusi daiteke baina denbora luzeagoan erabiltzeko aukera izango du.

Mendiko lasterketak dituzten ezaugarriak kontuan hartuta, erditik eskuin aldera dauden sistemetan kokatutako da. Laktatoari Tolerantzia (TOLA) eta

Efizientzia, Gaitasun eta Potentzia aerobikoak oso beharrezkoak izango dira iraupen luzeez mugimendu errepikakor bat egiteko eta noizbehinka intentsitate altuko estimuluak jasateko.

### 3.1.3 Mendiko erresistentziako lasterketako errendimenduaren faktore fisiologikoak

Ogueta Alday eta Garcia Lopez (2016) diotenez, erresistentziako lasterketako faktoreen artean aurkitzen dira inguruari dagozkionak, entrenamenduari dagozkionak, fisiologikoak, biomekanikoak eta psikologikoak. Hau horrela izanda ere, lan honetan soilik faktore fisiologikoak hartuko dira kontutan, izan ere, Di Prampero, Atchou, Brückner eta Moiak (1986) adierazten dutenez, erresistentziazko probetan batez ere faktore fisiologikoak izaten dira errendimenduaren adierazle nagusiak. Horregatik, faktore fisiologikoak izan dira gehien ikertu direnak kirol zientziarengatik.

Orain arte urte askotan zehar, errendimendua  $VO_2\text{max}$ -a eta gaitasun kardiobaskularraren arabera ezartzen ziren atalase ezberdinen menpe zegoela uste zen. Gainera entrenamendu guztiak gaitasun hauek hobetzeko asmoarekin ezartzen ziren (Santos, 2015). Gaur egungo aurrerapenekin, baina, beste faktore batzuek garrantzia handiago dutela ikusi da.

Faktore fisiologikoak, oxigenoaren kontsumo maximoa ( $VO_2\text{max}$ ),  $VO_2\text{max}$ -aren erabilpen frakzionala (%  $VO_2\text{max}$ ) eta lasterketa ekonomiak hartzen ditu berekin (Olmedillas, 2018). Beraz, ezinbestekoa izango da kontzeptu hauek landu eta azaltzea.

Alde batetik, oxigenoaren kontsumo maximoa ( $VO_2\text{max}$ ), intentsitate altuko jarduera baten gorputzak hartu eta erabili dezakeen oxigeno kopuru maximoa da. Hill eta Luptonek (1923) definitu zuten kontzeptu hau eta ordutik autore askok ikertu duten fenomeno da (Åstrand, 1952; Costill, Thomason, eta Roberts, 1973; Mitchell, Sproule, eta Chapman, 1958; Rowell, 1986; Saltin, eta Strange, 1992; Taylor, Buskirk, eta Henschel, 1955; Basset, 2000). Datu honek gorputzak zenbat mililitro oxigeno duen masako (kg) eta minutuko neurtzen du,

hau da, ml/kg/min. Bataz beste, gizonezkoek emakumeek baino VO<sub>2</sub>max balio altuagoak erakutsi dute egindako ikerketetan (Cureton, Bishop, Hutchinson, Newland, Vickery, and Zwiren, 1986). Hala ere, kontuan izan behar da eliteko kirolarien VO<sub>2</sub>max-ean aldaketaren bat sortzea oso zaila dela. (Sutton, 1992; Cuadrado, 1997)

Bestetik, VO<sub>2</sub>max.-aren erabilpen frakzionalaren bitartez, oxigeno kontsumo maximoaren ehunekoetan ematen diren baloreak hartzen dira kontuan. Errendimendu ona izateko ehuneko altuetan denbora luzez mantentzeko gaitasuna ezinbestekoa izango da (Vikmoen, Raastad, Seynnes, Bergstrøm, Ellefsen, eta Ronnestad, 2016). Hau geroz eta handiagoa bada, abiadura handiago baten, denbora luzeago baten ibiltzea lortuko du kirolariak.

Lasterketa ekonomia, azkenik, kirolari baten organismoak abiadura jakin batean gastatzen duen energia metaboliko kantitatea da. Kirolari ekonomiko batek intentsitate sub-maximaletan energia gutxiago gastatuko du eta horrela karbohidrato erresebak lasterketako momentu erabakigarrietarako gordeko ditu. Hala ere, eliteko kirolarietan alderdi hau garatzea zaila izan ohi da (Beattie et al., 2014). Gainera, Olmedillasek (2018) aipatzen duenez, lasterketa ekonomiaren hobekuntza batek, eliteko maratoi korrikalarien lasterketa denbora hobetzen duela.

Millet, Banfi, Kerherve, Morin, Vincent, Estrade, Geysant, eta Feassonek (2011) aipatzen dute nahiz eta ultra maratoietako intentsitatea baxua izan, VO<sub>2</sub>max.a eta honen erabilpen frakzionala direla bi faktore garrantzitsuenetarikoak errendimenduaren mugatzaile bezela. Esandako honek lotura estua du Lazzer, Salvadego, Rejc, Buglione, Antonutto eta Di Prampero (2012) eta Di Prampero, P.E., Atchou G., Brückner, J.C., eta Moia C. (1986) aipatutakoaz. Azken bi ikerketa hauek azpimarratzen dute distantzia luzeetako probetan emandako bataz besteko abiadura, VO<sub>2</sub>max-aren eta honen erabilpen frakzionalarekin zuzenki proportzionalak direla eta lasterketa ekonomiarekin alderantzizko proportzioko harremana duela.

Hala ere badaude beste autore batzuk, azpimarratzekoak diren faktoreak aipatzen dituztela. Horien artean, Balducci, Clémençon, Trama, Blache eta Hautierrek (2017) ultra maratoietako errendimenduaren faktoreak zeintzuk diren aztertu nahian,  $\dot{V}O_{2max}$ ,  $\dot{V}O_{2max}$ aren erabilpen frakzionala eta belaunetako gihar estentsoreen indarra kontuan hartu beharreko faktoreak direla ondorioztatzen dute.

Distantzia luzeetako errendimenduaren inguruan egindako ikerketek faktore fisiologiko hauek beraien garrantzia badutela erakutsi dute, baina aukeratutako artikuluetan ez dira aurretik aipatutako faktore mugatzaile guztiak neurtzen.

### 3.2. INDARRA

Indarra, orokorrean, gorputz baten ekintzak beste batengan duen eragina bezala kontsideratzen da. Hiru adierazle ditu; magnitudea, norabidea eta aplikazio puntua. Fenomeno hau urte askotan zehar aztertua eta ikertua izan da eta Newtonek indarra, masa eta honek jasan dezakeen azelerazioaren arteko erlazio bat bezala definitu zuen.

Aurretik aipatutakoa gorputzaren dimentsio motorren alorrera eramanez gero, indarra, gihar sistemaren ahalmen bat dela ulertu daiteke. Indarra, erresistentzia baten aurka uzkurto, erresistentzia bat gainditu edo erresistentzia baten aurka lan egin eta berau gainditzeko aukera ematen digun gaitasuna da. Kirolean aplikatuta, modalitate bakoitzean errendimendu optimoena lortzeko, indar jakin bat, modu jakin baten eta momentu jakin baten burutu behar da, beti ere ahalik eta gastu energetiko txikienarekin. Hau lortzeko indar aplikatua deritzon kontzeptua erabiltzen da non, barruko indarraren (fuerza interna) eta kanpoko indarraren (fuerza externa) arteko erlazio baten ondorioz sortzen den. Kanpoko indarra barrukoa baino handiagoa edo berdina bada indar isometriko baten aurrean egongo gara, hau da, karga ez dena mugituko. Alderantziz izanez gero, barrukoa handiagoa bada kanpoko baina, kargaren desplazamendu bat emango da. Beraz, kirol akzio guztiak kirolariak karga jakin bati aplikatzen dion indarraren menpe egongo dira, edozein kirol izanda ere (Balsalobre-Fernández, C. eta Jiménez-Reyes, P., 2014).

### 3.2.1. Motak

Kirol modalitate bakoitzean egiten diren keinuetan indar ezberdinek hartzen dute parte. Bakoitzak duen indar eskariaren arabera, hiru indar mota bereiztu daitezke (Seana, 2017).

1.Indar maximoa: gihar batek edo talde batek keinu batean sortu dezakeen indar gehiena ahalik eta abiadura altuenean. Indar mota hau, borrokak, jaurtiketak eta altxatzeak ematen diren kiroletan emango dira.

2.Indar abiadura: abiadura espezifikoa bilatzen da kirol hauetan, gihar uzkurdura batekin masa bat abiadura altuan mugitzeko ahalmena izango da. Tenisa, eskubaloia eta abiadurazko atletismoa bezalako kiroletan erabiliko da.

3.Indar erresistentzia: uzkurdura kopuru handiak eta keinu errepikakorrek ematen diren kiroletan erabiltzen da indar mota hau. Normalean kirol ziklikoak izan hoi dira; txirrindularitza, iraupenezko atletismoa, arrauna, ...

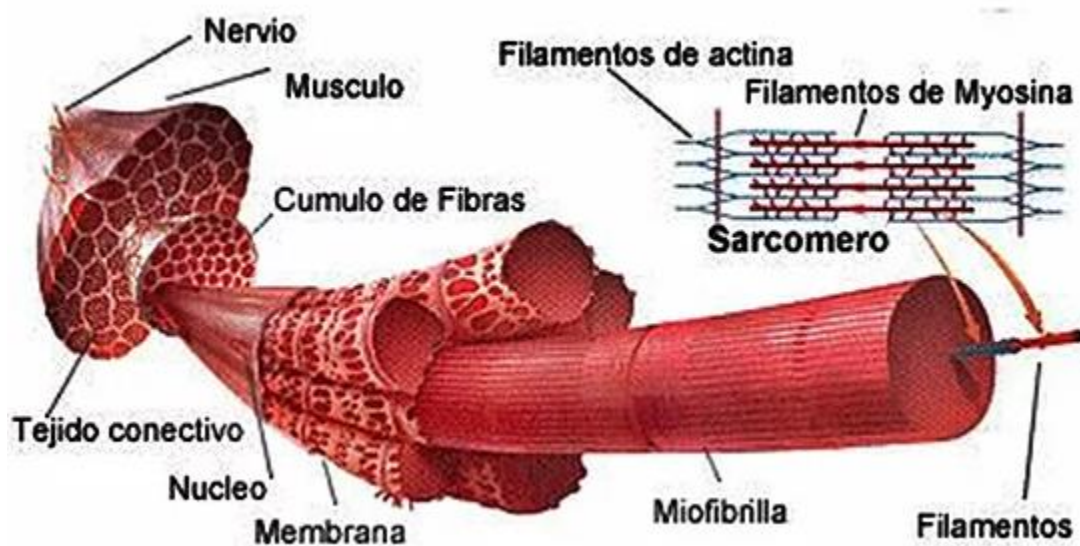
### 3.2.2. Indar eragileak

Lehen aipatu bezala, gure gorputzean indarra sortzen duten elementuak giharrak dira, baina indarra sistema konplexu baten azken emaitza soilik da. Indarra giharrean tentsio baten ondorioz sortuko da eta horretarako uzkurdura bat, luzaketa bat edo tentsio isometriko bat (mugimendu gabe) egotea beharrezkoa da. Hobeto ulertzeko, lehendabizi giharrak zer diren eta nola dauden osatuta azalduko da.

Giharrak, giza gorputzaren mugimendua ahalbidetzen dituen organoak dira eta beraz, aparatulu lokomotorren alde aktiboa dira. Hauek, tendoien bitartez hezurdurari lotuta daude, hau da, muskulu bakoitzak hezurren baten du bai jatorria eta baita txertapena ere. Hauek dira gorputzari forma ematen diotenak eta horregatik kanpotik gorputza unitate bat bezala ikusi daiteke (Quiroz Gutierrez, 2000)

Muskuluen ia hiru laurdena ura da. Gainontzean, proteina ezberdinez (miogena, mioglobina), hidrokarbonatuz (glukogena, azido laktikoa eta lipidoak) eta konposatu inorganikoz (sodioa, potasioa, kaltzioa,...) osatzen dira (EcuRed, 2003). Hala ere, lan honetarako garrantzitsuagoa da giharraren atal ezberdinak azaltzea, ondoren indarra nola sortzen den eta entrenatzen den azaltzeko.

Giharra zuntz ezberdinez osaturik dago. Zuntzak milaka miofibrilak osatzen dituzte eta hauek barnean beste horrenbeste miofilamentu dituzte. Estructura konplexu honen zatirik txikienak ordea, miosinak (filamentu zabalak) eta aktinak (filamentu meheak) dira eta hauek dira uzkurdurak zein luzaketak posible egiten dituztenak. Hala ere, giharraren mugimenduaren unitate funtzionala sarkomeroa dela esan beharra dago, bi disko Z artean aurkitzen da eta bertan aurretik aipatutako aktina eta miosina filamentuak daude. Sarkomero taldeak miofilamentuak sortuko dituzte (Fisiovita, 2016).

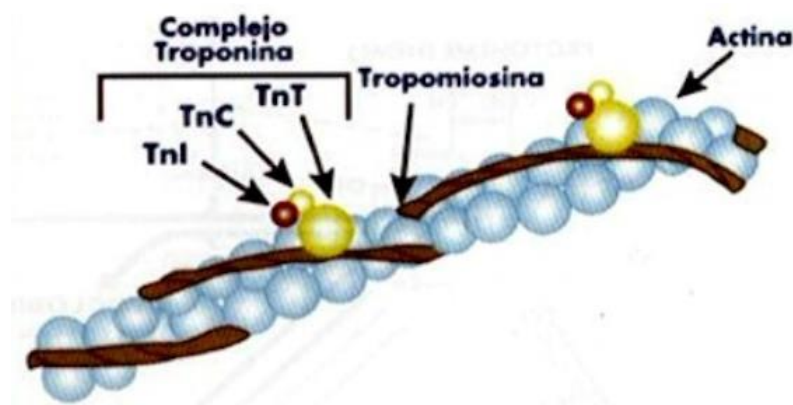


2. irudia: giharren konposizioa fisiologikoa (Fisiovita, 2016)

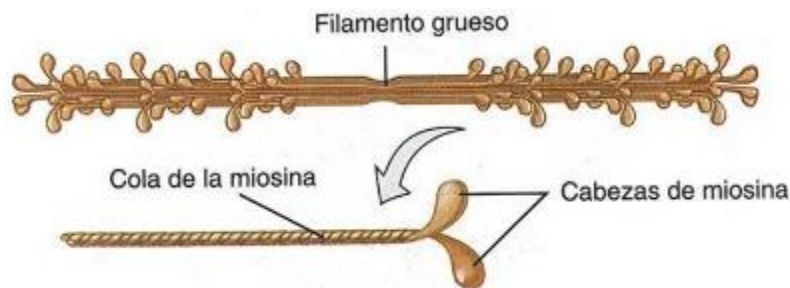
Organo honen konplexutasuna ikusita indar bat sortzeko, lehendabiziko pausua troponinan (aktinaren buruak ezaltzen dituena) kaltzio ioiak txertatzea da. Honekin tropomiosina mugitu eta aktinaren zati aktiboa agerian uzten du.



Hau gertatu bitartean, miosinaren buruan ATP-a itsatsiko da eta hidrolisi bat gertatu, hau da, ATP-a, ADP + fosfato inorganiko bat bihurtu. Honek sortutako energiaren bidez, miosinaren burua aktibatu eta aktinaren zati aktiboarekin itsatsiko da. ADP-a eta fosfato inorganikoa miosinatik irten ostean ematen da desplazamendua (mugimendua sortzen duena). Zikloa amaitzeko, beste ATP bat itsatsiko da miosinaren buruan eta honek miosina eta aktina soltatzea ekarriko du. Zikloa berriz martxan jarriko da ATP-a hidrolisatzen denean. Hau behin eta berriz gertatzen da muskuluak dituen miloika filamentuetan. (Merlini, 2015).



3.irudia: aktina filamendua (Ruiz-Bravo, 2013)



4.irudia: miosina filamenduak (Ruiz-Bravo, 2013)

Hau guztia sortzeko ordea, burmuinetik agindu bat iritsi behar da giharreraino. Horretaz neurona batzuk (moto-neuronak) arduratzen dira, hau da, burmuinak bidalitako informazioa, bulkada erara garraiatzen da neurona eta giharra elkartzen diren lekuraino (plaka motorreraino). Hemen aldaketa kimiko batzuk egon ostean bulkada hau mugimendua bilakatzeko ahalmena du giharrak, horregatik da organo hau energia kimikoa energia mekanikora eraldatzeko arduraduna (Merino, 2015).

Honetaz gain, aipatu behar da zuntz mota ezberdinak daudela eta hauek uzkuertzeko duten abiaduraren ahalmenagatik bereizten direla.

I motakoak: zuntz motelak dira (90-140ms uzkuertu), miofibrila kopuru txikiagoa dute. Indar gutxi sortzeko gaitasuna izanda ere, gehiago kostatzen zaie nekatzea. Zuntz hauek gorputzaren funtzionamendu aerobikoaz lotzen dira.

IIA motakoak: erdibideko zuntzak dira, bai motelen eta baita azkarren ezaugarriak dituzte.

IIB motakoak: zuntz azkarrak dira (40-90ms uzkuertu), miofibrila kopuru handia dute. Erregai bezala glukogenoa erabiltzen dute eta denbora gutxian indar asko sortzeko ahalmena izanda ere azkar nekatzen dira.

CARACTERÍSTICAS	LENTAS (TIPO I)	INTERMEDIAS (TIPO IIA)	RAPIDAS (TIPO IIX)
DIAMETRO	INTERMEDIO	GRANDE	PEQUEÑO
GROSOR DE LA LINEA Z	ANCHO	INTERMEDIO	ESTRECHO
CONTENIDO DE GLUCOGENO	BAJO	INTERMEDIO	ALTO
RESISTENCIA ALA FATIGA	ALTA	INTERMEDIA	BAJA
CAPILARES	MUCHOS	MUCHOS	POCOS
CONTENIDO DE MIOGLOBINA	ALTO	ALTO	BAJO
VELOCIDAD DE CONTRACCION	LENTA	RAPIDA	RAPIDA
ACTIVIDAD ATPasa	BAJA	ALTA	ALTA
SISTEMA ENERGETICO PREDOMINANTE	AEROBICO	COMBINADO	ANAEROBICO
MOTONEURONA	PEQUEÑA	GRANDE	GRANDE
DESCARGA	BAJA	ALTA	ALTA

2. taula: zuntz mota ezberdinen ezaugarriak (Enriquez, J.L., 2016)

Zuntz hauek entrenamenduaren ondorioz eraldatu daitezke. Erresistentzia asko landuez gero eta pisu gutxiko indar ariketak egin, II motakoak, hau da azkarrak, motel bihurtzen joango dira. Baina, I motakoak ezin dira II motakoak bihurtu, motelak beti izango dira motelak, ezingo dira azkar bihurtu nahiz eta abiadurazko entrenamenduak burutu. Honek ez du esan nahi abiadura ezin denik hobetu, baina hobetze horretan zuntzek ez dute eraginik izango (Orbañanos, 2013).

## 4. METODOLOGIA

Errebisio sistematiko honetarako artikulua hainbat bilatzaileetan (ResearchGate, PubMed eta Dialnet) eta bi egun ezberdinetan burutu dira. Honakoak izan dira bilatzaile bakoitzean sartutako hitz gakoak eta aurkitutako emaitzak:

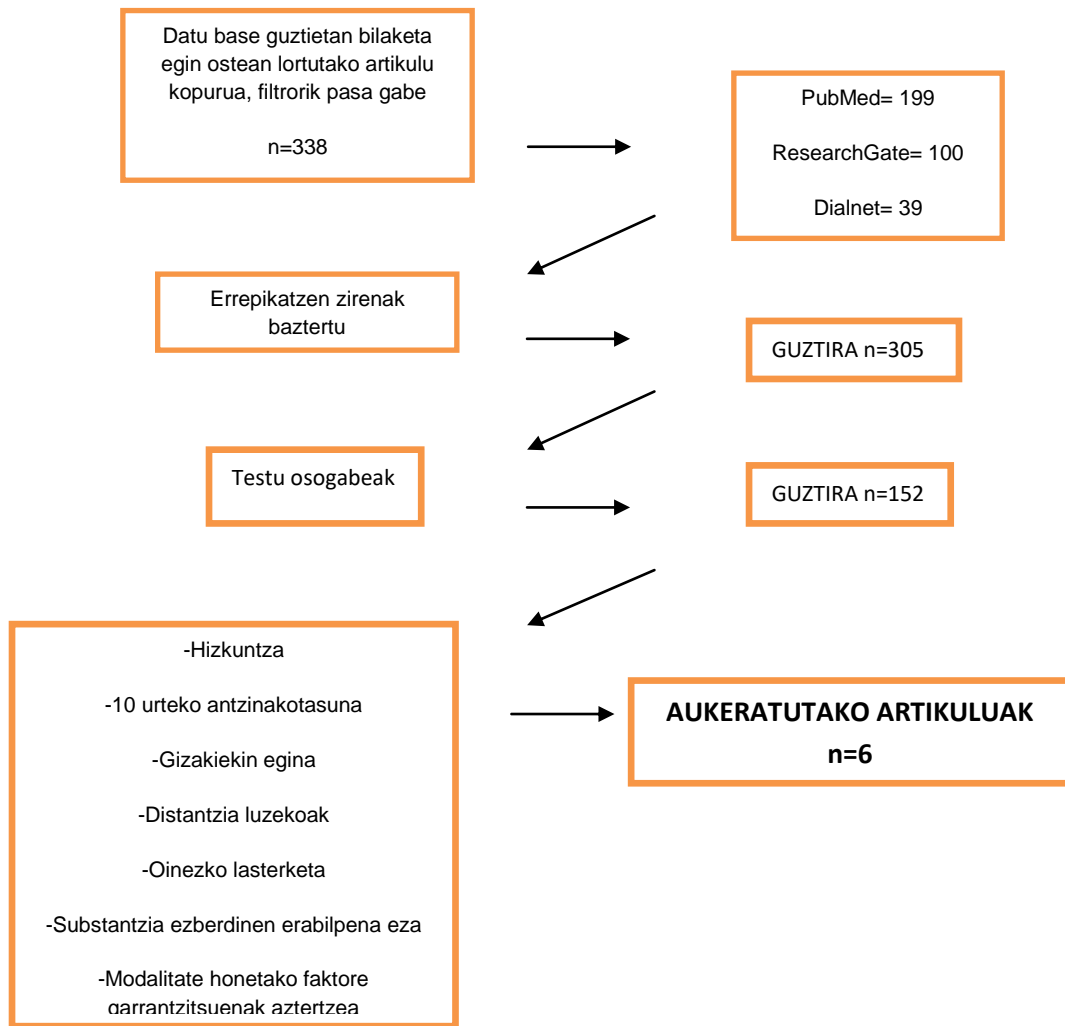
- 2018ko uztailaren 27a:

*ResearchGate* datu basean honako hitz gakoak erabili dira: “*strength training*”, “*endurance athletes*”, “*distance runners*”, “*effects*” eta “*performance*”. Bilaketarako “AND” operadore booleanoa gehitu da. Emaitzak guztira 100 izan dira.

*Dialnet* datu basean “entrenamiento de fuerza”, “deportes de resistencia”, “efectos” eta “rendimiento” hitz gakoak erabili dira. “AND” operadore booleanoa gehitu da. Emaitzak 39 artikulua izan dira.

- 2018ko abuztuaren 6a:

*PubMed* datu basean honako hitz gakoak erabili dira: “*strength training*”, “*endurance athletes*”, “*effects*” eta “*performance*”. Bilaketarako “AND” operadore booleanoa erabili da. Emaitzak filtrorik gabe 199 izan dira.



3. taula: artikulua aukeratzeko orduan pasatuko irizpideen taula (egite propioa)

#### 4.1. Onartzeko irizpideak

Bilaketak egin ostean, filtro batzuk pasa behar izan dira aukeratutako artikulua aukeratzeko. Artikuluak onartuak izateko onarpen irizpide batzuk pasatu dituzte. Irizpide nagusien artean ondorengo hauek aurkitzen dira: gaztelaraz edo ingelesez idatzita egotea, testu osoak izatea, oinezko lasterketaren ingurukoak izatea eta distantzia luzeen inguruan ikertuak edo idatziak egotea.

Bestalde, beste hizkuntzatan (portugesez, errusieraz) idatzita daudenak, 10 urte baino gehiagoko antzinakotasuna dutenak (2008<), animaliekin egindakoak, erresistentziako beste kirol batzuen inguruan egindakoak

(txirrindularitza, erresistentziako eskia, triatloia) eta distantzia laburretan egindako ikerketak ez onartzea erabaki da, lanaren helburua betetzen laguntzen ez dutelako.

#### 4.2. Aukeratutako artikulua

Filtro eta irizpide guztiak pasa ondoren hauek dira lana egiteko erabili diren artikulua eta beraien ezaugarri nagusiak:

TITULUA	AUTOREAK	URTEA	NON ARGITARATUA	IKERKETA MOTA
<b>Effects of Heavy Strength Training on Running Performance and Determinants of Running Performance in Female Endurance Athletes</b>	Vikmoen, O., Raastad, T., Seynnes, O., Bergstrøm, K., Ellefsen, S., eta Rønnestad B. R.	2016	Plos One	Esperimentala

<p><b>Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: a Systematic Review with Meta-Analysis of Controlled Trials</b></p>	<p>Balsalobre-Fernández, C.,  Santos-Concejero, J.,  eta Grivas, G.V.</p>	<p>2016</p>	<p>Journal of Strength and Conditioning Research</p>	<p>Errebisio sistematikoa eta meta analisisa</p>
<p><b>The Effect of Strength Training on Performance Indicators in Distance Runners</b></p>	<p>Beattie, K., Carson, B. P.,  Lyons, M.,  Rossitter, A., eta Kenny, I. C.,</p>	<p>2017</p>	<p>Journal of Strength and Conditioning Research</p>	<p>Esperimentalak</p>
<p><b>Maximal Strength Training Improves Running Economy in Distance Runners</b></p>	<p>Støren, Ø.,  Helgerud, J.,  Støa, E. V.,  eta  Hoff, J.</p>	<p>2008</p>	<p>American College of Sports Medicine</p>	<p>Esperimentalak</p>

<p><b>Effects of a Concurrent Strength and Endurance Training on Running Performance and Running Economy in Recreational Marathon Runners</b></p>	<p>Ferrauti, A., Bergermann, M., eta Fernandez-Fernandez, J.,</p>	<p>2010</p>	<p>Journal of Strength and Conditioning Research</p>	<p>Esperimentalak</p>
<p><b>The Effect of Strength Training on Performance in Endurance Athletes</b></p>	<p>Beattie, K., Kenny, I, C., Lyons, M., eta Carson B,P.,</p>	<p>2014</p>	<p>Springer International Publishing Switzerland</p>	<p>Errebisio sistematikoa</p>

4. taula: aukeratutako artikuluen ezaugarriak (egite propioa)

## 5. EMAITZAK

Lanaren zati honetan aukeratuak izan diren artikuluen laburpenak agertuko dira, hauetan adierazitako informazio garrantzitsuenarekin:

### 1-Effects of heavy strength training on running performance and determinants of running performance in female endurance athletes

Vilkmoen et al. (2016)-ek egindako ikerketa honetan, ongi entrenatutako emakumezko atleten erresistentziako entrenamenduari indar lana gehitzean korrikako errendimenduan eta lasterketa ekonomian izango zituen eraginak aztertzea izan zen helburu. Aldez aurretik suposatu zuten saio gehigarri hauek bai korrikako errendimenduan baita lasterketa ekonomian ere onurak izango zituela, hanketako extentsoreak diren gihar eta tendoiaren zurruntasunaren bitartez.

Artikuluaren hasieran aipatzen den bezala, hainbat izan ziren lasterketako errendimenduan indarrak duen eragina ikertu zutenak. Hala ere, aitortu beharra dago bi aldetako iritziaz aurkitu zirela; hau da, ikerketa batzuek errendimendua areagotu egiten zutela adierazten zuten eta beste batzuek, ordea, ez zuela inongo eraginik. Argi utzi zutena, baina, hainbat erreferentziekin baieztatuta ondorengo hau zen: korrikako errendimenduaren faktore nagusiak, lasterketa ekonomia, oxigenoaren kontsumo maximoa eta VO<sub>2</sub>max.-aren erabilpen frakzionala direla.

Ikerketa honek, marko teoriko bat du oinarri. Autore hauek adierazten zuten belaunburuaren tendoiak zurruntasun handiago bat izateak lasterketa ekonomia areagotzearekin lotuta zegoela. Indarra intentsitate maila altuan lantzeak muskuluari indar gehiago metatzeko aukera ematen dio eta honen ondorioz, giharren eta tendoiaren ezaugarriak eraldatzeko aukera gehiago dago, lasterketa ekonomian efektu positibo edota negatiboak izanez.

Lana arrazoitzeko zioten ordu arte (2016an egin zen ikerketa) ez zela soilik emakumezko atletekin ikertu eta gainera ematen zuela emakumezkoen eta gizonezkoen belaunburuen tendoiak ez zutela erreakzio berdina jasaten indar entrenamenduen karga handituz gero.



Ikerketa aurrera eramateko, ongi entrenatutako eta momentuan korrika edota bizikletan modu aktiboan entrenatzen zuten 28 emakume hautatu ziren. Azken 12 hilabetetan batek ere ez zuen indar entrenamendurik jarraian burutu. Parte hartzaileak oxigeno kontsumo maximoaren balioaren arabera lotu zituzten eta zoriz erresistentzia eta indarra (E+S) landuko zuten taldera edo erresistentzia soilik (E) landuko zutenera bidali zituzten. Beraz, ikerketa burutzeko, 2 taldeetan banatu zituzten parte hartzaileak; E+S taldea eta E taldea. Ikerketarekin zer ikusirik ez zuten arrazoiak zirela medio, guztira 9 pertsonak utzi zuten ikerlana prozesuan zehar eta hortaz, E+S taldean 11 pertsonak eta E taldean 8 pertsonak amaitu zuten.

Horrelako azterketan beharrezkoa den bezala, atletei pre-test eta post-test batzuk pasa zitzaien ondoren emaitzak ikusi eta ondorioak ateratzeko. Pasa ziren testak ondorengo hauek izan ziren: 1RM testa, laktato testa, SJ eta CMJ testak eta 40 minutuko lasterketa testa.

E+S taldeak, indar entrenamenduak astean bi saioetan egingo zituzten, 11 asteetan luzatuz. Hanketako giharretako 4 ariketaz osatzen ziren entrenamenduak; sentadila erdia, hanketako prensa (hanka batekin lehenengo eta ondoren txandatuz), zutik hanka batekin aldakaren flexioa polean eta hanka putetan jartzea makinan. Ariketa bakoitzetik 3 serie egingo ziren. Ariketaren fase kontzentrikoa azkar egiten zuten (1 seg.) eszentrikoa polikiago (2-3 seg.).

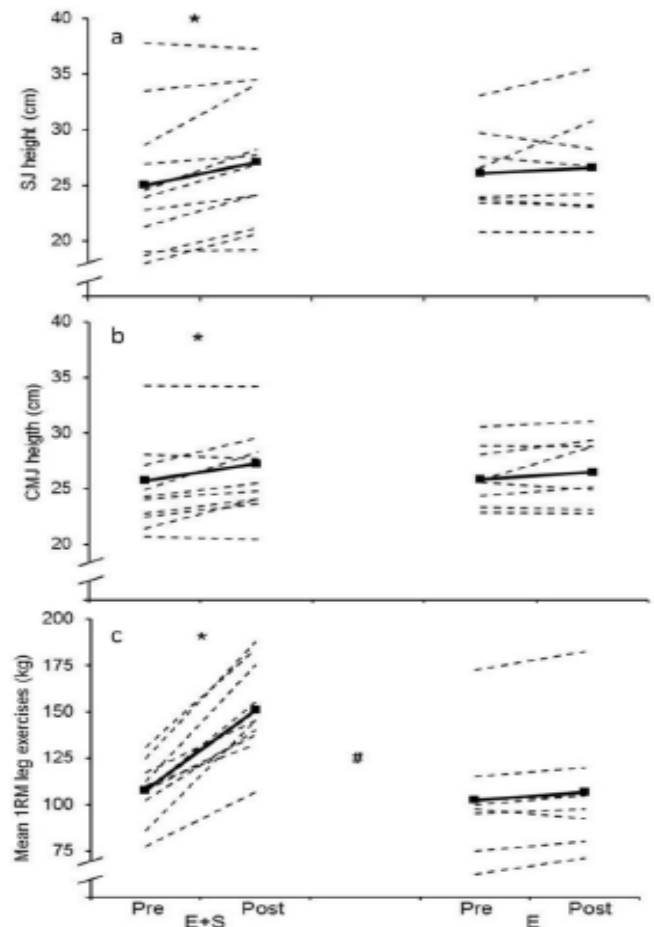
Week	Load session 1	Load session 2
1-3	10RM	6RM
4-6	8RM	5RM
7-11	6RM	4RM

RM: Repetition maximum

5. taula: indar entrenamenduaren ezaugarriak (Vilkmoen et al., 2016)

Taulen bidez bi taldeen emaitza esanguratsuenak azalerazi zituzten:

5. irudia: Indar maximoa eta jauzien errendimendua (Vilkmoen et al., 2016)



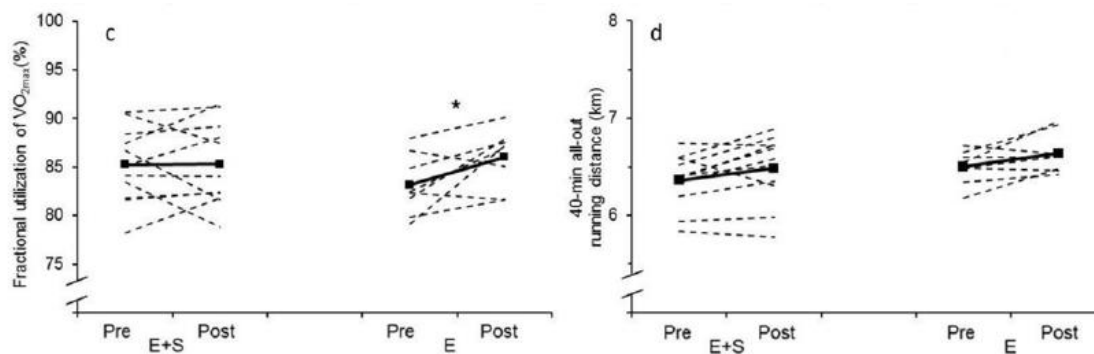
Goiko taulan (5.taula) argi ikusten da indarrak ondorio handiagoak izan dituela indar maximoan, CMJ eta SJ-n.

Hurrengo taulan (6.taula) ikusi daiteke, VO<sub>2</sub>max-ean ez zela aldaketarik egon bi taldeetan. Gaineratu zuten E+S taldean VO<sub>2</sub>max.-aren erabilpen frakzionalean (6.irudia) eta lasterketa ekonomian ere ez zela aldaketa handirik egon. Lasterketa ekonomian aldaketarik ez egotea harritzen zien ikerlariei, gainerako ikerketa gehienek %3-8 bitarteko hobekuntzak azaltzen baitzuten. Hala ere, E taldean VO<sub>2</sub>max.-aren erabilpen frakzionalean hobekuntza txiki bat sumatu zuten, pre-testean  $83.2 \pm 3.1\%$  eta post-testean  $86.0 \pm 3.0\%$  adierazten baitzuten.

	E+S		E	
	Pre	Post	Pre	Post
VO <sub>2max</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	52.2 ± 2.3	52.7 ± 3.3	54.2 ± 2.9	53.1 ± 1.9
V <sub>max</sub> (km·h <sup>-1</sup> )	12.8 ± 0.7	13.0 ± 0.9	13.1 ± 0.5	13.3 ± 0.6
HR <sub>peak</sub> (beats·min <sup>-1</sup> )	193 ± 9	192 ± 9	189 ± 8	187 ± 7
RPE	19 ± 1	20 ± 1	19 ± 1	19 ± 1
[La <sup>-1</sup> ] <sub>peak</sub> (mmol·l <sup>-1</sup> )	9.7 ± 3.0	8.1 ± 3.8	8.9 ± 2.2	7.7 ± 1.8

Data from the maximal oxygen consumption (VO<sub>2max</sub>) test before (Pre) and after (Post) the intervention period for athletes adding strength training to their normal endurance training (E+S) and athletes performing normal endurance training only (E). Values are mean ± SD.

6. taula: VO<sub>2max</sub>-aren testeko emaitzak (Vilkmoen et al., 2016)



6. irudiaren zati bat: VO<sub>2max</sub>-aren erabilpen frazionalaren emaitzak (Vilkmoen et al., 2016)

Orokorrean, indar entrenamenduak landuta ere lasterketako errendimendua hobetzen ez zuela ikusi zuten. Hobekuntzarik ez izatearen arrazoiak hainbat izan zitezkeen baina lasterketa ekonomian hobekuntza ezagatik, 40 minutuko testean erabilitako inklinazioagatik, soilik emakumeekin egiteagatik edo testean V<sub>max</sub>-a ez igotzeagatik izan zitekeela ondorioztatu zuten.

Ondorio gisa adierazi zuten, ongi entrenatutako emakumeen erresistentziako entrenamendu batera indarra gehitzeak ez zuela inolako eraginik korrikako errendimenduan, 40 minutuko test batean. Indar lanak ez zuen lasterketa ekonomia hobetu eta belaunburuko tendoiko ezaugarriak ez zuten aldaketarik jasan. Hala ere, aitortu behar da entrenamendu gehigarri honek ez zuela eragin negatiborik izan giharraren kapilarren dentsitatean.

## 2-Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials

Ikerketa honen helburua, distantzia erdi eta luzean aritzen diren maila altuko atleten lasterketa ekonomian indar entrenamenduak duen eragina aztertzea izan zen. Horretarako errebisio sistematiko bat eta kontrolatutako proben meta-analisi bat burutu zuten Balsalobre-Fernandez et al.-ek 2016an .

2015eko irailean egin zen bilaketa datu base desberdinetan. Artikuluak aukeratzeko orduan, 5 irizpide izan zituzten kontutan; 1) parte hartzaileak distantzia erdi edota luzekoak izan behar ziren, 2) kirolariek gutxienez 60ml/kg/min Vo2max.-a izan behar zuten, 3) burututako ikerketak proba kontrolatuak eta aldizkarietan publikatutakoak izan behar ziren, 4) indar entrenamenduak 4 aste baino gehiagoko iraupena izan behar zuten, eta 5) lasterketa ekonomia indar saioaren aurretik eta ondoren neurtzen zutenak izan behar zuten.

Hasiera batean, 699 artikulua bilatu zituzten baina aurretik aipatutako irizpideak aplikatu ostean, 5 artikulurekin geratu ziren. 5 ikerketetatik lautan, intentsitate maila baxua eta moderatua erabili zuten entrenamenduetan (1RM-aren %40-70) eta bolumena ere maila baxu eta moderatukoa izan zen (beheko gorputz ataletako erresistentziako 2-4 ariketa, 200 salto eta 5-10 sprint motz). Hau guztia astean 2-3 aldiz egin zuten, 8-12 astetan. Artikuluen ezaugarriak hurrengo taulan agertzen dira:

Study	Program type	Program exercises	Range of loads (%BW/RM)†	No. weeks of intervention	Sessions per wk	Duration (min)	SMD (95% CI)
Paavolainen et al. (37)	ST/PLY/RT	ST (5–10 reps of 20–100 m); PLY (alternative jumps, CMJ, jump squats, and drop jumps; 30–200 total jumps); RT (leg extension, leg curl, and leg press; 1 set/5–10 reps)	ST/PLY: 0; RT: 40	9	Not reported; 2.7 h per week, according to session duration most likely 3	15–90	–3.78 (–5.45 to –2.1)
Saunders et al. (51)	PLY/RT	PLY (alternate leg bounds, skip for height, single-leg ankle jumps, CMJ, hurdle jumps, and scissors jumps; 1–2 sets/6–15 reps; 36–180 total jumps); RT (leg press and hamstring curls; 1–2 sets/6–10 reps)	PLY: 0; RT: 60	9	3	30	–0.54 (–1.58 to 0.49)
Mikkola et al. (33)	ST/PLY/RT	ST (5–10 reps of 30–150 m); PLY: (alternative jumps, calf jumps, squat jumps, and hurdle jumps; reps/sets not reported); RT (half squats, knee extensions, calf raises, abdominal crunches, and back extensions; 2–3 sets/6–10 reps)	ST/PLY: 0; RT: low loads, repetitions NOT until failure, %RM not reported	8	3	30–60	–1.03 (–1.87 to –0.18)
Støren et al. (54)	RT	RT: (half squats, 4 sets/4 reps)	85	8	3	Not reported. Considering number of exercises, sets, and reps, about 15 min	–1.45 (–2.56 to –0.35)
Sedano et al. (52)	RT/PLY	RT (back squat, lying leg curl, seated calf raises, and leg extension, 3 sets/7 reps); PLY (hurdle jumps and horizontal jumps; 6 sets/10 reps; 120 total jumps)	RT: 40–70; PLY: 0	12	2	Not reported. Considering number of exercises, sets, and reps, about 45–60 min	–1.17 (–2.24 to –0.10)

\*BW = body weight; 1RM = 1 repetition maximum; SMD = standardized mean difference between experimental and control groups, bias corrected (Hedge's g) as reported by RevMan 5.3; CI = confidence intervals; ST = sprint training. Short sprints performed at maximal intended velocity; PLY = plyometric training; RT = resistance training; CMJ = countermovement jumps.

†Range of loads is reported as a percentage of BW for ST and PLY, and as a percentage of RM for RT.

7. taula: ikerketa bakoitzeko entrenamenduen ezaugarriak (Balsalobre-Fernández et al., 2016)

Lana burutzeko aukeratutako artikuluetan 93 korrikalariren (78 gizonezko eta 15 emakume) emaitzak izan zituzten oinarri, hauek 17,3 eta 29,8 adin tartekoak zirelarik. Parte hartzaile guztiak maila nazional edo internazionalen distantzia erdi edota luzeetan korrika eginak ziren eta beraien oxigeno kontsumo maximoa 61,2 eta 71,1 ml/kg/min bitartekoa zen. Ikerketa guztietan parte hartzaileak interbentzio eta kontrol taldeetan banatu ziren. Datu guztiak ondorengo taulan azalera zituzten (8.taula):

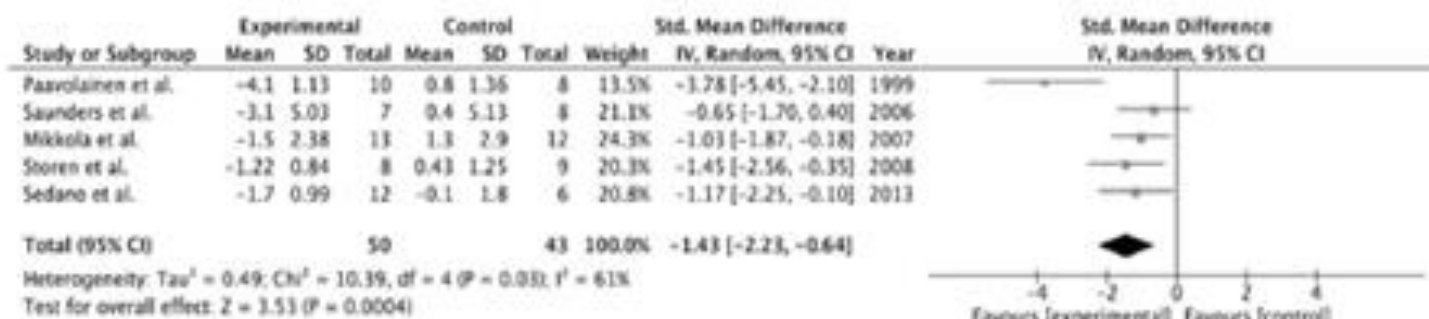
Study	Participants			Study design	
	Number (M/F)	Age (yrs)	$\dot{V}O_{2max}$ (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Randomized: Yes/No	Main outcome†
Paavolainen et al. (37)	18 (18/0)	23.3 ± 3	63.3 ± 2.1	No	RE at 15 km·h <sup>-1</sup> , $\dot{V}O_{2max}$
Saunders et al. (51)	15 (15/0)	24.2 ± 2.3	71.1 ± 6.0	Yes	RE at 18 km·h <sup>-1</sup> , $\dot{V}O_{2max}$
Mikkola et al. (33)	25 (18/7)	17.3 ± 0.5	62.6 ± 3.9	No	RE at 14 km·h <sup>-1</sup> , $\dot{V}O_{2max}$
Støren et al. (54)	17 (9/8)	29.1 ± 6.1	61.2 ± 3.9	Yes	RE at 70% $\dot{V}O_{2max}$ , $\dot{V}O_{2max}$
Sedano et al. (52)	18 (18/0)	23.8 ± 1.2	69.6 ± 2.0	Yes	RE at 12 km·h <sup>-1</sup> , $\dot{V}O_{2max}$

\*M/F = male/female; RE = running economy;  $\dot{V}O_{2max}$  = maximal oxygen consumption.

†Running economy and  $\dot{V}O_{2max}$  values were measured in ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, except in Støren et al. (CITA), in which RE was measured in ml·kg<sup>-0.75</sup>·min<sup>-1</sup>, and in Saunders et al. (CITA), in which RE was measured in L·min<sup>-1</sup>.

8. taula: parte hartzaile eta ikerketen ezaugarriak (Balsalobre-Fernández et al., 2016)

Ikerketen emaitzak begiratzuz, lasterketa ekonomiaren batz besteko aldaketa  $-2.32 \pm 2.07$  ml/kg/min-koa izan zen interbentzio taldeetan eta  $0.57 \pm 2.48$  ml/kg/min-koa kontrol taldeetan.



9. taula: interbentzio eta kontrol taldeetako emaitzak ikerketa bakoitzean eta ikerketa guztien batz besteko emaitzak (Balsalobre-Fernández et al., 2016)

Ikerketa guztien artean dagoen heterogeneotasuna ikusteko  $I^2$  estatistika kalkulua atera zen eta heterogeneotasun handia zegoela erakutsi zuen ikerketen artean ( $I^2 = 61\%$ ,  $p = 0.03$ ). Hala ere, hurrengo analisietan ikusi zen Paavolainen, L, Häkkinen, K, Hämäläinen, I, Nummela, A, eta Rusko, H. ikerketa kenduz gero heterogeneotasuna Ora jaisten zela ( $I^2 = 0\%$ ,  $p = 0.77$ ), hau da, ikerketa hau zela heterogeneotasuna ematen zuena. Ikerketa hau kontuan hartu gabe, egindako kalkuluan arabera, lasterketa ekonomiaren batz besteko aldaketak interbentzio eta kontrol taldeetan  $-1,88 \pm 2,31$  eta  $0,51 \pm 2,76$  ml/kg/min-koak zirela ikusi zen hurrenez hurren. Emaitza hauek, indar entrenamenduaren interbentzioak ondorio onuragarriak eta ondorio esanguratsuak zituela adierazi zuten.

Beraz, ondorio bezala, 5 ikerketek erakutsi zuten indar entrenamenduak distantzia erdi eta luzeko eliteko korrikalarien lasterketa ekonomian eragin onuragarria zuela. Gainera, gehitu zuten indar entrenamendu batek ondorengo ezaugarri hauek izan behar zutela; 2-4 indar erresistentzia ariketa 1RM-aren %40-70-era hutsegitera iritsi gabe eta astean 2-3 bider ariketa pliometrikoak. Horrela, erresistentziako eta indarreko entrenamenduen arteko erlazioa 3:1 izan beharko litzatekeela esaten dute. Entrenamendu hauek 8-12 astean burutuz

gero, distantzia luzeetako ongi entrenatutako korrikalarien lasterketa ekonomia hobetuko dela ziurtatu zuten.

### 3-The effect of strength training on performance indicators in distance runners

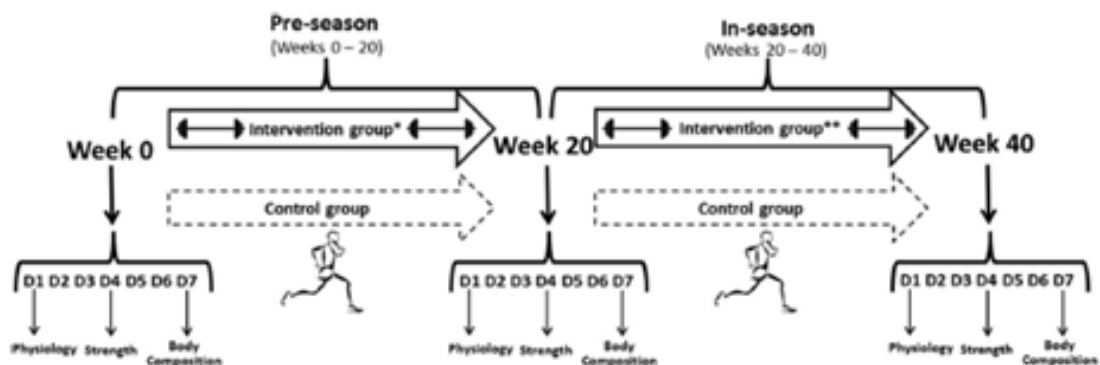
2017an Beattie, et al.-ek burututako ikerketa honetan, 40 astetan zehar egindako indar entrenamenduak (maximoa eta errektiboa) distantzia luzeetako korrikalari lehiakorretan indarrean  $\dot{V}O_2\text{max.}$ -ean lasterketa ekonomian eta gorputz konposizioan (gorputzeko masa, gantzen masa eta masa magra) duen eragina aztertu nahi izan zuten.

Ikerketa aurrera eramateko, ordu arte publikatutako artikuluetan aurkitutako informazioaz oinarri sendo bat garatu zuten, distantzia luzeetako faktore mugatzaileak (lasterketa ekonomia eta  $\dot{V}O_2\text{max.}$ -a ) ondo zehaztuz eta ikerketa horietan zeuden gabeziak identifikatuz. Behin base on bat eraiki ostean, ikerketari hipotesi bat gehitu zioten. Honako hau zen hipotesia: 40 asteko indar entrenamendu baten interbentzioak distantzia luzeko korrikalarietan eragin positiboa izango zuela indar maximoan eta errektiboan, gorputz konposizioan eta errendimendu fisiologikoaren adierazle garrantzitsuetan, hau da,  $\dot{V}O_2\text{max.}$ -ean eta lasterketa ekonomian.

Ikerketarako datuak jasotzeko, hasiera batean distantzia luzean aritzen ziren 30 korrikalari aurkeztu ziren. Hala ere, ikerketarekin loturarik ez zuten lesioengatik eta denbora faltagatik, 20 korrikalarik burutu zuten ikerlana. Parte hartzaileak bi taldetan banatu zituzten; batzuk interbentzio taldean egongo ziren eta besteak kontrol taldean. Interbentzio taldeak erresistentzia eta indarra landu zituzten ( $n=11$ ;  $29,5 \pm 10,0$  urte;  $72,8 \pm 6,6$  kg;  $1,83 \pm 0,08$  m) eta kontrol taldeak soilik erresistentzia ( $n=9$ ;  $27,4 \pm 7,2$  urte;  $70,2 \pm 6,4$  kg;  $1,77 \pm 0,04$  m).  $\dot{V}O_2\text{max.}$ -ari dagokionez guztiak  $61,3 \pm 3,2$  ml/kg/min baloreak zituzten. Datu esanguratsu bezala, esan beharra dago parte hartzaile batek ere ez zuela indar entrenamenduetan esperientziarik izan ordu arte.

40 asteak bi zatitan banatu zituzten. Lehendabiziko 20ak (1-20 asteak) aurre denboraldi bezala hartu ziren eta aste hauetan talde bakoitzak bere entrenamenduak burutu zituen. Bigarren 20etan (21-40 asteak) lasterketa garaian edo denboraldian berdin jarraitu zuten. 0-20-40 asteetan, 48 orduko diferentziarekin, ebaluazio batzuk pasarazi zieten parte hartzaileei; gorputz konposiziokoak, indarrekoak eta fisiologikoak. Ebaluazioa pasatzeko orduan, jarraitu beharreko irizpide batzuk eman zitzaizkien, guztiak egoera berdin baten egoteko.

Indar lana egin zuten taldeak, hau da, interbentzio taldeak, aurre denboraldian astean bitan indar entrenamenduak egin zituzten (48h-ko tartearekin) eta denboraldian zehar batera murriztu zuten. Entrenamendu hauek entrenatzaile baten begiradapean eta gidaritzapean egin ziren. Aurre denboraldian, indar maximoari eman zioten garrantzia eta bigarren maila batean utzi zuten indar errektiboaren lana. Honen arrazoi nagusia indar maximoaren entrenamenduak indar maximoa, explosiboa eta errektiboa hobetzen zuela zen. Denboraldian zehar ordea, garrantzia gehiago eman zioten indar errektiboa lantzeari. Datu esanguratsu bezala aipatu daiteke interbentzio taldekoek indar ariketen familiarizazio bat burutu zuten ikerketa hasi aurretik, oinarri bat izan zezaten.



7. irudia: ikerketaren laburpena; ebaluazio egunak eta indar eta erresistentzia astean kopurua (Beattie et al., 2017)



10. taulak aurre denboraldiko indar entrenamenduaren laburpena adierazten du:

Table 1. Preseason (2 × week) and in-season (1 × week) strength training programme.\*†

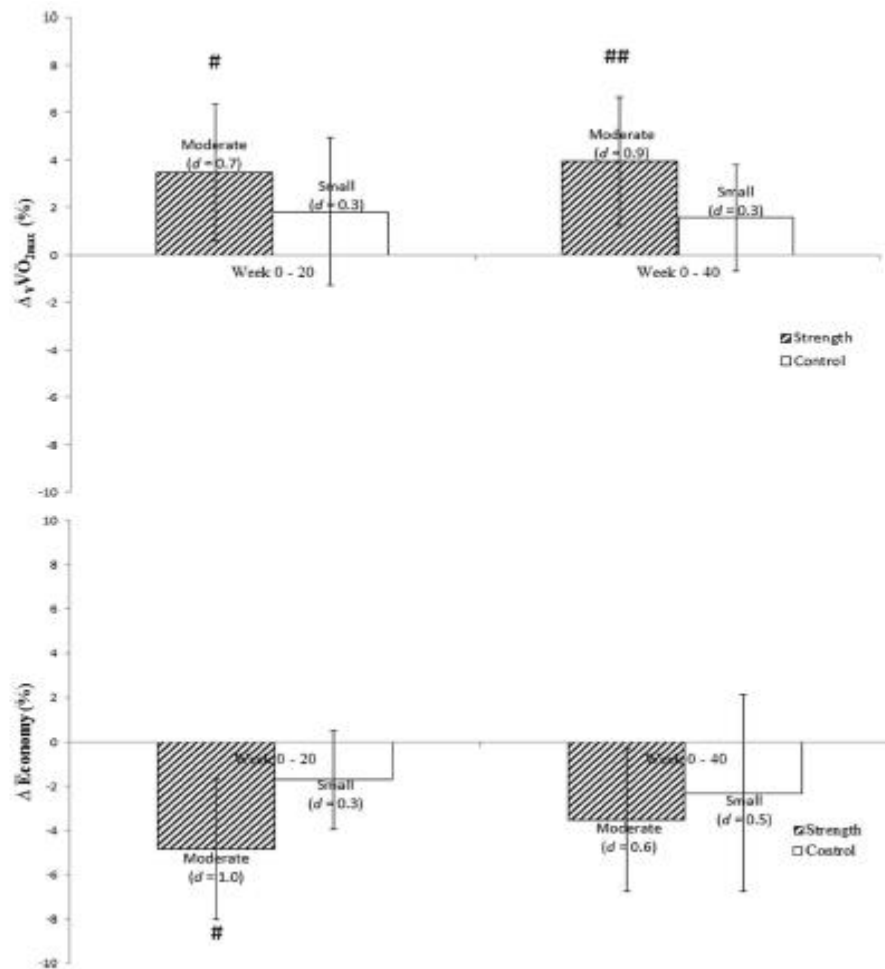
Preseason (weeks 1–20)													
Day 1 (heavy)		Block 1				Block 2				Block 3			
Strength quality	Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reactive strength (RSC)	Pogo jumps	3 × 4	3 × 4	3 × 4	3 × 4	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 6	3 × 6	3 × 6	3 × 6
Maximum strength	Back squat	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 6	3 × 3	2 × 5‡	3 × 8	3 × 6	3 × 3	2 × 5‡
Assistance 1 (posterior)	RDL	2 × 10	2 × 10	3 × 10	3 × 10	3 × 10	3 × 8	3 × 6	2 × 12‡	3 × 10	3 × 8	3 × 6	2 × 12‡
Assistance 2 (SL)	Split squat	2 × 10	2 × 10	3 × 10	3 × 10	2 × 12	3 × 10	3 × 8	1 × 12	2 × 12	3 × 10	3 × 8	1 × 12
Block 4													
Block 5													
Strength quality	Week	13	14	15	16	17	18	19	20				
Reactive strength (RSC)	DJ 35 cm	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5				
Maximum strength	Back squat	3 × 8	3 × 6	3 × 3	2 × 5‡	3 × 5	3 × 3	5,3,2	2 × 5‡				
Assistance 1 (posterior)	RDL	3 × 10	3 × 8	3 × 6	2 × 12‡	2 × 5	3 × 5	3 × 5	1 × 5‡				
Assistance 2 (SL)	SL squat	1 × 5	2 × 5	3 × 5	1 × 5	2 × 5	3 × 6	3 × 7	1 × 5				
Day 2 (light/medium)													
Day 2 (light/medium)		Block 1				Block 2				Block 3			
Strength quality	Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reactive strength (sRSC)	CMJ	2 × 3	2 × 3	3 × 3	3 × 3	3 × 4	3 × 4	3 × 4	3 × 4	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5
Maximum strength	Back squat	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 6	3 × 3	2 × 5‡	3 × 8	3 × 6	3 × 3	2 × 5‡
Assistance 1 (posterior)	RDL	2 × 10	2 × 10	3 × 10	3 × 10	3 × 10	3 × 8	3 × 6	2 × 10‡	3 × 10	3 × 8	3 × 6	2 × 10‡
Assistance 2 (SL)	Rev lunge	2 × 10	2 × 10	3 × 10	3 × 10	2 × 12	3 × 10	3 × 8	1 × 12	2 × 12	3 × 10	3 × 8	1 × 12
Block 4													
Block 5													
Strength quality	Week	13	14	15	16	17	18	19	20				
Reactive strength (sRSC)	Cont. CMJ	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 5	3 × 6	3 × 6	3 × 6	3 × 6				
Maximum strength	Back squat	3 × 8	3 × 6	3 × 3	2 × 5‡	3 × 5	3 × 3	5,3,2	2 × 5‡				
Assistance 1 (posterior)	SL RDL	2 × 8	3 × 8	10,8,6	2 × 8‡	2 × 8	3 × 8	10,8,6	2 × 8‡				
Assistance 2 (SL)	Skater squat	2 × 8	10,8,8	10,10,8	1 × 8	2 × 8	10,8,8	10,10,8	1 × 8				

10. taula: 1–20 asteetako indar entrenamenduak (Beattie et al., 2017)

Emaitzei erreparatzen bazai, ondorengo irakurketa egin daiteke. 40 asteetan egindako indar entrenamenduaren ostean, indar maximo absolutuan bi taldeek izandako aldaketetan ez dago ezberdintasun esanguratsurik. Hala ere, indar maximo erlatiboan izandako emaitzak aztertzen baditugu, interbentzio taldeak jasandako aldaketa esanguratsuagoa izan zela esan daiteke ( $19.3 \pm 24.1\%$ ;  $d=0.7$ ,  $p=0.052$ ). Aldaketa diferentzia handiena ordea, indar errektiboan eman zen (0–40 asteetan); interbentzio taldean  $12.7 \pm 13.2\%$  eta kontrol taldean ia ez zen aldaketarik sumatu. Giharraren uzurtze azkarren zikloan ere aldaketa handiak eman ziren 0-40 asteetan interbentzio taldean. Kontrol taldean, berriz, 0-20 asteetan ezaugarri honen galera bat izan zuten.

Honetaz gain, indarra landu zuten taldeko partaideek  $vVO_2\max$ -ean aldaketa garrantzitsuak izan zituzten 40 asteetan ( $4.0 \pm 3.1\%$ ), kontrol taldeak ondoriorik izan ez zuen bitartean. Aldaketa garrantzitsu hauen zergatia

lasterketa ekonomiaren (%3,5) eta VO2max.-aren (%3,4) balioak areagotu zirelako izan zen.



8. irudia: VO2max. aren abiaduran eta lasterketa ekonomiaren aldaketak ehunekotan (Beattie et al., 2017)

Ondorio bezala adierazi zuten, aurre denboraldian zehar astean indar maximora bideratutako 2 saio eginez gero (pliometriako bolumen txiki batekin) indar maximoa eta errektiboa hobetzen zela. Gainera, astean bitan indar maximoa landuz eta pliometria bolumen txiki bat gehituz, 20 astetan lasterketa ekonomia eta vVO2max.-a hobetzen zuela ziurtatu zuten. Indar entrenamenduak lasterketen denboraldian zehar saio batera murriztea gomendatzen zuten, indar errektiboa galdu ez zedin.

## 4-Maximal Strength Training Improves Running Economy in Distance Runners

Støren, Ø., Helgerud, J., Støa, E. V., eta Hoff, J. burututako ikerketa honetan indar maximoko entrenamenduek (MST) VO<sub>2</sub>max.-aren %70era joanda kirolariaren lasterketa ekonomian duen eragina ikusi nahi izan zuten. Gainera, aerobikoki duen abiadura maximoan (MAS) ahitzerainoko denboran zuen eragina ere ikusi nahi izan zen ikerketaren bitartez.

Egindako ikerketaren emaitzak lantzen hasi aurretik, MST zer den diren definitzen du artikulua, izan ere, ezinbestekoa da kontzeptu hau ulertzea. Ondorengo adierazten du: pisu handiak eta errepikapen gutxiko ariketak egitea eta enfasia egitea aldaketa neuronalak izateko eta ez hipertrofia muskularra emateko.

Ikerketa eta artikulua ezberdinetako informazioaz baliatuz aipatu zuten, MST-a landu zuten beste kirol batzuetan (iraupe eskian %9-%27 eta futboleko %4,7) ekonomian hobekuntzak ikusi zirela nahiz eta beste faktore batzuetan eraginik ez izan. Aurretik egindako ikerketa hauen emaitzak ikusita, beraien hipotesia honakoa izan zen; erresistentziako entrenamenduei, erdi sentadilekin burututako MST-a gehituz gero, kirolarien 1RM-a, indarraren garapen tasa (RFD), lasterketa ekonomia eta MAS-a hobetuko zutela.

Beraien hipotesia egiaztatzeko, ongi entrenatutako 17 korrikalarik (9 gizonezkoak eta 8 emakumezkoak) hartu zuten parte ikerlanean. Horietatik 8 (4 gizonezkoak+4 emakumezkoak) interbentzio taldera bideratu zituzten eta beste bederatiak (5 gizonezkoak+4 emakumezkoak) kontroleko taldera. Taldeak egiteko irizpideak adina eta 5km-ko lasterketan zuten errendimendua izan ziren. 11.taulak parte hartu zuten korrikalarien ezaugarriak adierazten ditu.

Variables	Intervention Group (n = 8), 4 Males and 4 Females	Control Group (n = 9), 4 Males and 4 Females
Age (yr)	28.6 ± 10.1	29.7 ± 7.0
Weight (kg)	60.3 ± 9.3	71.1 ± 12.0
Height (cm)	171 ± 9	179 ± 8
Time, 5 km (s)	1122.4 ± 58.4	1162.6 ± 99.6

Values are mean ± SD.

11. taula: parte hartzaileen ezaugarriak (Støren et al., 2008)

Pre-testak eta post-testak (biak berdinak) egin zituzten bi taldeek, bi egun desberdinetan, gutxienez egun bat eta gehienez sei eguneko diferentziarekin. Lehenengo egunean, bihotz maiztasuna, odoleko laktatoaren (LT) kontzentrazio maila eta oxigeno kontsumoa neurtu zitzaizkien 5 minutuko korrikaldi batean, %1,5 inklinazioan eta abiadura ezberdinetan. Bigarreanean ordea, aspektu berdinak neurtu zitzaizkien baina MAS-ean ahitzerainoko proba baten. Honen ostean, gutxienez 30´ atsedenaekin, 1RMaren neurketa egin zitzaizen sentadila erdian pisu librearekin.

Aurrera eramandako entrenamenduei dagokienez, kontrol taldeko korrikalari bakoitzak aste bakoitzean bihotz maiztasun maximoaren %60-85, %85-90, %90-95 zonetan zenbat denbora pasatzen zuen adierazi behar zuen. Interbentzio taldekoek, ordea, MST osoa burutzeko, astean 3 aldiz, sentadila erdian 4 RMk pisuaz 5 errepikapeneko 4 serie burutzen zituzten, 3´ko atsedenaekin. Parte hartzailearen batek egunen batean 5 errepikapen zailtasunik gabe egiteko gai izanez gero, hau lortzen zuen serie bakoitzeko 2,5kg gehitu zitzaizkion.

Ikerketan ateratako emaitzei so eginez, 8 asteko entrenamenduaren ostean, areagotze handiak ikusi ziren interbentzio taldeko emaitzetan, hain zuzen ere, 1RM erdi sentadilan (%33,2), RFD erdi sentadilan (%26,0), VO2max.-aren %70era lasterketa ekonomia (%5), ahitzerainoko MAS frogan (%21,3), LT bihotz maiztasuna (%2,8) eta bihotz maiztasuna VO2max.-aren %70era (%1,9). Kontrol taldean ordea ez ziren horrelako aldaketarik sumatu. Hala ere, pisuan, VO2max-ean, LTa abiaduran eta LTa VO2max-eko ehunekotzat hartutako emaitzetan ez ziren aldaketarik sumatu ez interbentzio taldean ezta kontrol taldean ere.

Ondorio modura adierazi zuten, distantzia luzeko ongi entrenatutako korrikalariak 8 asteko indar maximoko entrenamendu baten ondoren lasterketa ekonomian eta MAS-ean ahitzerainoko proban hobekuntzak dituztela, oxigeno kontsumo maximoan eta pisuan eraginik izan gabe. Gainera, soilik erresistentzia landu zutenek ez zuten inolako aldaketarik jasan neurtutako parametroetan.

## 5-Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners

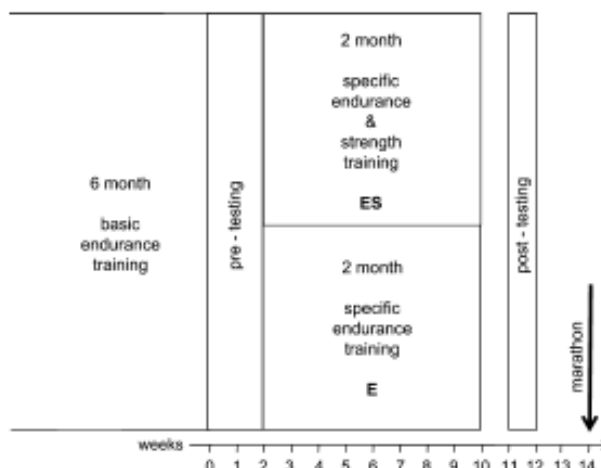
Ferrauti, A., Bergermann, M., eta Fernandez-Fernandez, J., 2010ean egindako lan honen aurretik, bazeuden beste hainbat ikerketa non aipatzen ziren lasterketa ekonomia hobetzeko bi aukerak korrikako koordinazioa eta indar lana zirela. Aurretiko lanketa hauek adierazten zuten koordinazio lanak gehienetan lasterketako mekanikan eta lasterketa ekonomian huts egiten zuela. Indar entrenamenduei dagokionez, ordura arteko ikerketek adierazten zuten indar entrenamenduek giharren lanaren eraginkortasuna areagotu, gorputz enborraren egonkortasuna handitu, bolumen handiagoko entrenamenduak sartzea lagundu eta inpultso hobea izateko balioko zutela.

Konturatu ziren ikerketa gehienak eliteko korrikalariekin burutzen zirela eta gainera indar entrenamenduak positiboki eragiten ziela beraien errendimenduan. Hau lortzeko indar entrenamendu egokienak indar maximoko edo pliometriako entrenamenduak zirela ere ikusi zuten. Emaizta hauek ikusirik eta aisialdiko korrikalarien (maratoikoak eta erdi maratoikoak) kopurua handiagotzen zihoala kontuan izanda, lan honen helburua ondorengo hau izan zen: maratoi bat gertatzen ari ziren korrikalari gazteen lasterketa ekonomian eta errendimenduan, erresistentzia eta indar entrenamendu bateratu batek izan zitezkeen eraginak ikustea.

Hipotesizat hartu zuten, alde batetik, indar entrenamendurik egin ez zuten korrikalariak adaptazio handiak jasango zituztela potentzian eta muskulu eskeletikoaren funtzionamenduan, eta bestetik, gorputz enborrean eta hanketan indar entrenamenduaren ondorioz jasandako erantzun funtzionalak errendimenduan hobekuntzak izango zituztela, hain zuzen ere, lasterketa ekonomia hobetuko zutelako.

## 9. irudiak ikerketa nola antolatu zen adierazten du:

9. irudia: ikerketaren antolaketa  
(Ferrauti et al., 2010)



Lehendabizi, 6 hilabetez oinarrizko erresistentziako entrenamenduak egin zituzten parte hartzaile guztiek eta ondoren pre-testak. Bi hilabetez, bi taldetan banatu zituzten parte hartzaileak; alde batetik, erresistentzia eta indarrak (E+S) landuko zituztenak eta bestetik, soilik erresistentzia (E) landuko zituztenak. Amaitzeko post-testak egin zitzaizkien guztiei. Bi aste geroago helburutzat zuten maratoia korritu zuten.

Ikerketa hau aurrera eramateko, maratoiko frogan esperientzia zuten 15 gizonezko eta 7 emakumezko (guztira 22) hautatu zituzten. Hauek beraien datuak:  $40.0 \pm 11.4$  urte; gorputzaren masa indizea  $22.6 \pm 2.1$ ; entrenatzen esperientzia  $8.7 \pm 7.9$  urte; entrenamenduen bolumena  $4.6 \pm 1.4$  h/astean. Datu esanguratsu bezala adierazi behar da parte hartzaileetako inork ez zuela indarra lantzen esperientziarik. Ausaz 2 taldetan banatu zituzten parte hartzaileak; erresistentzia eta indarra landuko zituztenak (ES;  $n=11$ ) eta soilik erresistentzia landuko zituztenak (E;  $n=11$ ). Lesioen ondorioz, E taldeko 2 gizonezkoek bertan behera utzi behar izan zuten ikerketa.

Indar entrenamendua ondorengo modura garatu zen; 8 astez, bi saio egin zituzten astean behin. Lehenengo egunean, intentsitate altuko eta bolumen baxuko saioak egin zituzten hanketako giharretako unitate motoreen erreklutamendua hobetzeko. 4 serie burutzen zituzten ahalik eta errepikapen gehien eginaz, 3-5RMarekin.

Bigarren eguneko saioan ordea, gorputz enborreko giharren erresistentzia irabazteko ariketak burutu zituzten, intentsitate baxuko eta bolumen handiko 3 serie, 20-25 errepikapenez osatua. 12. taulak indar entrenamenduak izandako ezaugarriak adierazten ditu.

Day	Exercises	Sets × repetitions	Weight	Rest between sets	TUT repetition	TUT exercise
Tuesday	Leg press Knee extension Knee flexion Hip extension Ankle extension	4 × 3-5	3-5 RM	3 min	3 s	48 s
Thursday	Reverse fly Bench press Lateral flexion Trunk extension Trunk flexion Trunk rotation	3 × 20-25	20-25 RM	90 s	6 s	396 s

\*ES = endurance running and strength training program; RM = repetition maximum; TUT = time under tension.

12. taula: indar entrenamenduaren ezaugarriak (Ferrauti et al., 2010)

Erresistentziari dagokionez, aipatu beharra dago lan hau korrikalari bakoitzak bere aldetik landu eta egin behar zuela baina astean behin maratoian eramango zuten abiaduraren %90-95era 15km-ko saio bat sartu behar zuten derrigorrez.

Neurketa ezberdinak egin zieten parte hartzaile bakoitzaren erresistentzia, mekanika eta indar balioak jakiteko. Horretarako, alde batetik, korrikako zintan egindako test inkremental batean, VO<sub>2</sub>-a, laktato (LT) kontzentrazioa, bihotz maiztasuna (BM), nekearen pertzepzio subjektiboa (RPE) eta parametro biomekaniko batzuk neurtu zitzaizkien. Bestetik, indar isometriko eta neurketa antropometrikoak ere egin zitzaizkien.

Atera zituzten emaitzak esanguratsuenak ondorengo hauek izan ziren; 1) erresistentzia gaitasunean bi taldeek izan zituzten hobekuntzak 2) ez ziren aldaketarik egon gorputzaren masan bi taldeetan 3) lasterketa ekonomian, abiadura sub-maximaletan VO<sub>2</sub> pikoak handitzeko joera du bi taldeetan baina ez da oso nabarmena 4) lasterketa koordinazioan E+S taldean ez zen aldaketarik eman eta E taldean zangokadaren luzera txikitu eta frekuentzia handitu zen.

Eraitza hauek hainbat ondoriotara eraman zituzten ikertzaileak; aisialdiko maratoi korrikalariak kontuan izan behar zuten astean bi saioko indar entrenamenduak (indar maximoko bat hanketan eta erresistentziakoa enborrean) giharretako indarra handitzen laguntzen ziela, baina ez zietela eragingo lasterketa ekonomian eta korrikako errendimenduan. Gaineratu zuten erresistentziako errendimenduan eragin positiboak egon zirela horrelako mesoziklo txiki batean, nahiz eta aldaketa oso txikiak izan. Beraz, indar entrenamenduaren efektuak lasterketa ekonomian eraginkorrak izateko, pertsona bakoitzari egokitua eta ongi estrukturaturako indar lanaren periodoa luzeagoa izan beharko litzatekela adierazi zuten.

## 6-The Effect of Strength Training on Performance in Endurance Athletes

Beattie, K., Kenny, I, C., Lyons, M., eta Carson B,P., eginiko errebisio sistematiko honetan, erresistentziako atletetan indar entrenamenduak izan litzakeen eragina ikertu zuten artikuluak aztertzea nahi izan zuten. Horretarako korrika, txirrindularitza, erresistentziako eski eta triatloi eliteko atletak barne hartzen zituzten ikerketak hautatu zituzten. Laburpen honetan ordea, soilik korrikaren inguruan dagoen informazioa aipatuko da.

Sarreran, aurretik aipatutako erresistentziako kiroletan eliteko atleten faktore mugatzaileak aipatu eta bakoitzaren nondik norakoak azaltzen ditu (lasterketa ekonomia, gihar potentzia espezifikoen osagaiak (VO<sub>2</sub>max-ean ematen diren abiadura eta potentzia), eta potentzia anaerobiko maximoko abiadura (vMART)) besteak beste.

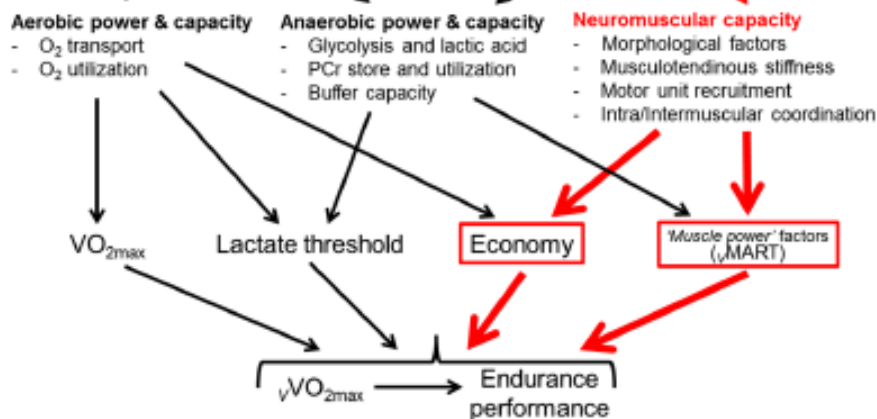


## Endurance training

LSD, tempo, intervals

## Strength training

Maximal-, explosive- and reactive-strength  
(incl. sprint / speed training)



10.

irudia:

hipotetikoki, erresistentziako errendimenduen mugatzaileak eta potentzian indar entrenamenduak dituen hobekuntzak. Gorriz dauden geziak, indar entrenamenduak erresistentzian dituen eragin positiboak azpimarratzen ditu (Beattie et al., 2014)

Artikuluak bilatzeko orduan, irizpide gisara ondorengo ezaugarri hauek hartu zituzten kontutan: 1) atleten entrenamenduen ezaugarriak 6 hilabete edo gehiagoko erresistentzia entrenamenduak, astean 6h baino gehiago, 50 ml/kg/min baino handiagoko VO2max.a izatea; 2) indar lanaren interbentzioa 5 aste edo gehiagoko izan behar zuela; eta 3) kontrol talde bat egotea.

Lortutako artikulu guztietatik (n=26) 8 izan ziren korrikara bideratuak. Artikulu hauetan aipatzen denez, lasterketako denboran, lasterketa ekonomian eta vMART-en hobekuntzak egon ziren indar entrenamenduen interbentzioarekin. Emaitzen arabera, 8 asteko indar esplosibo lanaz, 3km-ko lasterketako denbora hobetu zitekeen eta lan erreaktiboz, berriz, 3 eta 5 km-ko lasterketako errendimendua. Gainera, vVO2max-aren areagotze bat ere ikusi zen 8 asteko lan esplosibo eta erreaktiboz. Hori gutxi ez balitz, vMART-ean ere hobekuntzak ikusi zituzten. Bost artikuluetan lasterketa ekonomiaren hobekuntza nabariak aipatzen dira indar maximo eta indar erreaktiboko lanen ondoren.

Lortutako emaitzek adierazten zuten gehienek indar interbentzio baten ondoren giharraren indar-abiaduraren areagotzea egiaztatzen zuela. Hau aitortzen zutenek indar entrenamendu ezberdinak erabili zituzten (maximoa, erreaktiboa eta esplosiboa) eta hainbat ariketa ezberdin txertatu zituzten, bai pisu librean (sentadila, sentadila+saltoa, *drop jump*) eta baita makinetan ere

(belaun extentsioa eta hankendako prensa), nahiz eta azken hauekin balidazioa galdu izan.

Korrikalarien giharren ezaugarrietako bat eszentrikoki gaitasuna izatea zela zioten, lurrarekin kontaktuan jasandako energia elastikoa absorbitu eta ahalik eta azkarren erabiltzeko. Beraz, indar errektiboaren garrantzia aipatu zuten.

Lasterketa ekonomiari dagokionez, egindako indar lan maximo eta errektiboak artikuluko gehienetan hobekuntzak azaltzen zituztela zioten. Horrez gain, adierazten zuten abiadura motelagoetan ematen zirela hobekuntza horiek eta beraz ondorioztatzen zuten maratoiko korrikalariak efizienteagoak zirela abiadurako atletak baino.

Bestalde, giharrak duen potentziarako erresistentzia  $VO_{2max}$ -ean ematen den abiadurarekin ( $vVO_{2max}$ ) lotzen dute eta hauetatik soilik bi artikuluko aipatzen dute 8 asteko entrenamendu errektiboa eta esplosiboa landuz.

Baina aurretik aipatutako guztiaren kontrara, badira artikuluko uste dutenak aurretik aipatutako faktoreak ezin direla hartu errendimenduaren neurgailu soil bezala eta  $vMART$ -ean jartzen dute begirada, gaitasun neuromuskularra eta gaitasun anaerobikoaren errendimendua ebaluatzeko asmotan.

Aurretik aipatutako guztiarekin ondorio bezala aipatu zuten, erresistentziako kirolean indar entrenamenduaren barne hartze bat egokia izango zela lasterketa ekonomia, potentzia muskularra eta errendimendua hobetzeko.

Honetaz gain, etorkizuneko ikertzaile eta entrenatzaileei aipamena egin zitzaien, kontuan izan dezaten giharraren indar abiadurak indarraren entrenamendu luzerarekin, atletan indar mailarekin eta ezarritako ariketekin zuzenean lotura izan behar duela. Ahulenekin edo gutxi entrenatutakoekin errendimenduan hobekuntzak izateko indar maximoko saioak egitea zela hoberena zioten eta atleta indartsuenekin ordea, indar esplosibo eta errektibo espezifikoak lantzea.

## 6. EZTABAIDA

Aukeratuak izan diren artikuluko guztiak irakurri ondoren, esan daiteke ikerketetan emaitza heterogeneoak izan direla eta beraz autoreak ez direla ados jartzen planteatutako galderari erantzun bat emateko orduan. Faktore ezberdinengatik izan daiteke emaitzen heterogeneotasun hau, hala nola, indar interbentzioaren iraupenagatik, entrenamendu motagatik, neurtutako faktoreengatik, ikerketetako parte hartzaileen ezaugarriengatik, etab.

Aipatu behar da, aukeratuak izan diren artikuluek egindako marko teorikoaren arabera, guztiak emaitza positiboak izatea espero dutela. Ikerketak aurrera eraman eta emaitzak aztertu ostean, Balsalobre-Fernandez et al. 2016; Beattie et al. 2017; Storen et al. 2008; eta Beattie et al. 2014, beraien hipotesiak baieztatu dituzten, indar entrenamenduak eragin positiboak dituela ikusita. Hala ere, Vikmoen et al, 2016; eta Ferrauti et al., 2010 hain zuzen ere, ikusi dute hasieran planteatutako ideia ez dela bete, indar entrenamenduak errendimenduan eragin esanguratsurik ez duelako beraien ikerketetan.

Aurreko paragrafoa irakurriz, esan daiteke orokorrean ikerketa gehienek positiboak izan direla, nahiz eta salbuespenen bat egon den. Ikerketa bakoitzak bere ezaugarriak eduki ditu eta bakoitzak bere modura antolatu du, hala ere, badira hainbat aspektu guztiak hartu dituztenak kontutan, horien artean, indar lanaren iraupena, indar entrenamenduaren mota, parte hartzaileen ezaugarriak, indarra lantzearen maistazuna, etab.

Indar entrenamenduaren iraupenari dagokionez, ikerketa guztiak bat datoz ez dagoela eragin positiborik izan duen 8 aste baino gutxiago iraun duen interbentziorik. Hau horrela, guztiak gutxienez 8 asteko iraupenena izan duen azterketa egin dute. Badago eragina ikusteko 40 asteko indar entrenamendua burutu duena ere (Beattie et al., 2017) eta bere emaitzen arabera badirudi eragin positiboa izan duela.

Indarraren entrenamendu motari begira, alde batetik, indar entrenamendu mota batek duen eragina ikertu nahi izan duten autoreak daude, eta bestetik, badaude baita aurretik idatzita dagoena kontuan hartzen dituztenak ere, kirol honetarako onuragarriagoak direla erakutsi dituzten indar

lanak aukeratzen dituztelarik. Vikmoen et al. (2016) eta Storen et al.-ek (2008) soilik indar maximoa erabili dute beraien ikerketetan. Lehenengoak ez du eragin positiborik lortu baina bigarrenak ordea bai.

Egindako beste ikerketa guztiek indar entrenamendu motak konbinatu dituzte. Balsalobre-Fernandez et al.-ek (2016) egindako errebisioa aitzat hartuta, ikerketa aurrera eramateko erresistentzia indarra, indar pliometrikoa edota sprint entrenamendua erabili dituzte eta guztiak lortu dute emaitza positiboak errendimenduari dagokionean. Beattie et al.-ek (2017) 40 astetan indar maximoa eta erreaktiboa konbinatu ditu (denboraldiko momentu bakoitzean entrenamendu bati inportantzia gehiago emanez) eta honek ere eragin positiboak lortu ditu. Aste berean bi indar mota (maximoa eta erresistentea) konbinatu zituena ere bada (Ferrauti et al., 2010) eta ez zuen eraginik lortu. Beraz, orokorrean emaitza positiboagoak ikusi dira indar mota ezberdinak konbinatu dituzten ikerketetan bakarra landu dutenetan baino. Hau parte hartzaileen ezaugarriekin lotuta dago, ikusi baitugu pertsonaren indar mailak zer ikusia duela eta beraz, indar entrenamendu mota guztiek ez dutela kirolari guztiendako balio.

Parte hartzaileen ezaugarriak ere kontutan hartu behar dira. Generoari dagokionez, ikerketa guztiak izan dira mistoak bat izan ezik. Vikmoen et al.-ek (2016) soilik emakumeekin burutu du ikerketa, ikusi baitzuten ordu arte horrelako ikerketa oso gutxi egin zirela eta gizonezkoen emaitzekin konparatuz ezberdinak irtengo zirela. Ikerketa honetan ikusi zenez, ez da hobekuntzarik egon eta beraz, generoak bere garrantzia izan dezake emaitzetan. Baliteke gizonezkoen eta emakumezkoen ezaugarri fisiko desberdinak direla medio, indar entrenamendu berdina balio ez izatea.

Hauen maila kontuan hartzen bada, bost artikuluetan eliteko edo maila altuko kirolariek egin dira ikerketak eta soilik baten aisialdiko korrikalariek (Ferrauti et al. 2010). Kontuan izan behar da eliteko kirolariak gaitasun handiko ezaugarri fisikoak dituztela eta esfortzu handiak jasaten ohituak daudela eta beraz, beraien erresistentziako eta indarreko ezaugarrietan aldaketak sumatzea zailagoa dela. Nahiz eta Ferrauti et al. 2010 ikusi zuten aisialdiko korrikalarietan

ez zegoela eraginik. Gehiago ikertu beharra dago ikusteko kirolarien maila emaitzaren faktorea den edo ez.

Ikerketa guztietan astean zehar bi edo hiru indar saio burutzen dira, baina Beattie et al.-en (2017) ikerketan, bigarren 20 asteetan astean indar entrenamendu bakarrera murrizten du. Kraemer eta Fleckek (1987) gutxienez 2 saio beharrezkoak zirela ikusi zuten eta hobea izango zela 3 egitea. Gai honetan kontuan hartu beharreko zera da, indar saio batetik errekueratzeko 48 ordu behar direla gutxienez (intentsua bada gehiago) eta beraz astean 4 saio baino gehiago burutzea zaila dela eta gain entrenamendura eraman gaitzakeela.

Edozein indar lan burutu duten ikerketek ikusi dute post-testean, parte hartzaileek indarra sortzeko gaitasuna hobetzen dutela.

Lasterketa ekonomian hobekuntzak ikusi diren kasuetan %3.5 eta %5 bitarteko hobekuntzak direla ikusi da (Beattie et al. 2017, eta Storen et al. 2008). Nahiz eta marko teoriko baten aipatzen duen %8rainoko aldaketak ere ikusi direla ikerketa batzuetan (Vikmoen et al., 2016). Beattie et al. (2014) egindako errebisioan erabilitako artikulu ia guztietan (bat izan ezik) lasterketa ekonomiak hobekuntzak jasaten zituela ikusten da; Johnston et al. 1997-ko ikerketan %4a; Paavolainen et al.1999-koan %8.1a; Spurrs et al. 2003-koan %4,1-7.7 bitartean; Storen et al 2008-an %5a eta Saunders et al. 2006-an %4,1a). Emaitza hauen arabera lasterketa ekonomia hobetzen da eta lanean zehar aipatu dugun bezala faktore hau erresistentziako errendimenduaren mugatzailea da, beraz, honekin hobekuntzak daudela adierazten dute.

VO<sub>2</sub>max.-ean zuzenean hobekuntzak ikusi duten ikerketa bakarra Beattie et al. (2017) izan da. Ikerketan %3,4-koa izan zen hobekuntza. Honetaz gain, VO<sub>2</sub>max.aren erabilpen frakzionala aztertu duen bakarrak Vikmoen et al. (2016) izan da eta ez zituen emaitzen areagotzerik sumatu. Aurreko bi faktoreak (VO<sub>2</sub>max.-a eta VO<sub>2</sub>max.aren erabilpen frakzionala) horren gutxi aztertu izanak ikerketa hutsune bat dagoela adierazten du, azken finean, faktore hauek errendimenduaren mugatzaile zuzenak direla ikusi baitugu orain arte. Hauen ikertzeak, ikerketetako emaitzen inguruan ateratako ondorioak

indartzeko balioko luke, hau da, indar lan baten ostean bi faktore hauen balioa areagotuz gero indarra lantzea positiboki baloratuko litzateke.

$vVO_{2max}$ .en eraginak egon diren ala ez aztertu dituzten artikuluen artean, Beattie et al.-ek (2017)  $\%4.0 \pm 3.1$  areagotu dela ondorioztatu dute. Beattie et al.-ek (2014) egindako errebisioko bi artikuluk emaitza onuragarriak lortu dituztela adierazten dute, lehenengoak  $\%1.2$  eta bigarrenak indar erreaktiboaz  $ES=0.49$  eta indar esplosiboak  $ES=0.43$ . Honekin ikusten da indar entrenamenduak abiadura ere izan dezakeela eraginik baina oxigeno kontsumo maximoan kirolariak eraman dezakeen abiadura duela gutxi ikertzen hasi den fenomeno izanik normala da ikerketa gutxitan agertzea.

Orokorrean, mendiko erresistentziako lasterketako faktoreak zeintzuk diren kontuan izanda, ikusi da egindako ikerketa guztiek ez dutela parametro denak eta modu berdinean aztertzen. Aztertzen dutenen artean guztiek eragin positiboa dutela adierazten dute. Dena den, badaude bi ikerketa esaten dutenak inongo eraginik ez duela indarrak. Eztabaidako hausnarketa bezala esan daiteke, indarra landu beharreko faktore bat dela, batez ere indarraren arloa gutxi landu dutenen artean, autore guztiak ados baitaude indarra sortzeko gaitasuna handitzen dela. Gaitasun hau handitzen bada, gorputz sendoago eta lesioak pairatzeko aukera gutxiago izango ditu kirolariak. Hala ere, badaude indarra landu eta aldaketarik ikusi ez dutenak. Informazio guzti hau jasota ondorioztatzen da, faktore askoren menpe dagoen gai bat dela eta autore bakoitzak emandako ikuspuntuaren arabera emaitzak aldatu daitezkeela. Amaitzeko aitortu behar da, ikerketa guztiak ados daudela ikerketa gehiago egin behar direla, ez baitago adostasun sendorik.

## 7.ONDORIOAK

Lan guztian zehar jasotako informazioarekin hainbat ondorio aterata daitezke. Ondorio esanguratsu bezala, aitortu daiteke ez dagoela garbi indar entrenamenduaren interbentzioak mendiko erresistentziako lasterketan eragin positiborik duenik. Izan ere, hainbat ikerketek eragin positiboak dituztela adierazten dituzte eta beste hainbatek, berriz, indar entrenamenduaren interbentzioak ez duela eragin berezirik errendimenduan. Askotarikoak izan dira honen inguruan ikertu dituzten autoreen ondorioak, nahiz eta gehiago diren errendimendua areagotzen duela diotenak.

Emaitzen ezberdintasunen zergatiak hainbat izan daitezke: kirolarien ezaugarriak, indar entrenamendu mota, indar lanaren iraupena eta neurtutako baloreak, besteak beste. Ikerketa bakoitzak modu ezberdin batera landu dituzte aspektu horiek guztiak eta horregatik emaitzak ere anitzak izan dira. Hala ere, beraien artean hainbat antzekotasun ere badituzte, eta beraz, emaitzak konparatu, hausnarketa egin eta ondorioak ateratzeko aukera ere badago.

Ikerketa guztia hauek irakurri, landu eta aztertu ostean, argi ikusi da faktore asko hartu behar direla kontuan tamaina hauetako ikerketak burutzeko eta xehetasun txikienak ere eragiten duela; izan ere, aspekturen batek ihes egin edo kontutan hartzen ez bada, emaitzetan eta hauetatik ateratako ondorioetan ere zuzenean eragin dezake.

Ikerketek emaitzek azaleratzen badute ere, argi dago kirolari bakoitza bakarra dela eta indibidualizazioaren printzipioa aplikatu behar zaiola. Ikerketa bakoitzean parte hartzen duten kirolari guztiek proba eta entrenamendu berdinak lantzen badituzte ere, parte hartzaile bakoitzak bere ezaugarriak, eta beharrak izango ditu eta beraz, hauek guztiak kontuan izan beharko dira beraiekin lana egiterako orduan. Esaterako, indarra gutxi garatuta duten kirolariek garrantzia gehiago eman beharko liokete epe luzera indar gaitasuna hobetzeari, indar espezifiko lanak burutzen ibili baino, gutxienez oinarri sendo bat lortu arte (Beattie, et al, 2014).

Lan hau mendiko erresistentziako lasterketetara bideratuta dago baina errebisioa egiteko erabilitako artikuluak ez dira mendian egindako ikerketak izan, hain zuzen ere, mendiko erresistentziako lasterketak eta indar entrenamenduak lotzen dituzten lanik ez delako aurkitu. Hau horrela izanik, asfaltoan egiten diren erresistentziako oinezko lasterketak hartu dira oinarri. Asfaltoan egiten diren erresistentziako oinezko lasterketak eta mendian egiten diren erresistentziako lasterketak, lan honetarako ezinbestekoak diren bi faktore garrantzitsu elkarbanatzen dituzte; alde batetik, denbora luzeko frogak direla eta bestetik, korrika egiten direla.

Beraz, lan honetan egindako hausnarketak eta ateratako ondorioak mendi lasterketako modalitateara transferitu daitezkeela ondorioztatu daiteke. Hala ere, argi izan behar da ezin dela ziurtasun guztiaren esan modalitate honetan ere emaitza berdinak lortuko direla. Emaitza errealak eta sendoak izateko, ezinbestekoa izango da eta interesgarria izango litzake bai mendi lasterketako modalitatea eta indar entrenamenduak bateratzen dituzten ikerketak aurrera eramatea eta gaiaren inguruan gehiago sakondu eta ikertzea.



## 8. BIBLIOGRAFIA

Åstrand, P.O. (1952). Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age. Copenhagen: Ejnar Munksgaard, pp. 23–27.

Balducci, P., Clemencon, M., Trama, R., Blache, Y., and Hautier, C. (2017). Performance factors in a mountain ultramarathon. *Int. J. Sports Med.* doi: 10.1055/s-0043-112342.

Balsalobre-Fernández, C., eta Jimenez-Reyes, P. (2014). Entrenamiento de Fuerza, nuevas prespectivas, metodologías.

Balsalobre-Fernández, C., Santos-Concejero, J., & Grivas, G. V. (2016). Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners. *J Strength Cond Res.* 30: 2361–2368. pmid:26694507

Bassett, D.R., & Howley, E.T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 32(1): 70–84.

Beattie, K., Kenny, I.C., Lyons, M., & Carson, B.P. (2014). The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Med* 44(6): 845-865

Beattie, K., Carson, B.P., Lyons, M., Rossiter, A., & Kenny, I.C. (2017). The effect of strength training on performance indicators in distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research* 31:9-23

Costill, D. L., Thomason, H., & Roberts, E. (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 5:248–252

Cuadrado Saenz, G. (1997). Influencia del acondicionamiento físico aeróbico sobre el metabolismo oxidativo hepático. Tesis Doctoral. Universidad de León

Cureton, K., Bishop, P., Hutchinson, P., Newland, H., Vickery, S., & Zwiren, L. (1986). Sex difference in maximal oxygen uptake: Effect of equating haemoglobin concentration. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 54, 656-660

Curto, R., (2017). El peso ideal para competir. Ramon Curto. Recuperado de: <https://www.ramoncurto.com/running-planes-entrenamiento/peso-competir-carreras>

Di Prampero, P.E., Atchou, G., Brückner, J.C., & Moia, C. (1986). The energetics of endurance running. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 55(3):259-66

Ecured.cu. (2018). Músculos – EcuRed. [online] Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Músculos>.

Enriquez, J. (2016). Tipos de fibras musculares y sus características.. [online] [Nosoloentrenamiento.com](http://www.nosoloentrenamiento.com). Recuperado de: <http://www.nosoloentrenamiento.com/2016/11/tipos-de-fibras-musculares-y-sus.html>.

Espainiako Mendi eta Eskalada Federazioa (FEDME). 2014. *Reglamento de competiciones de carreras por montaña fedme*. 7.or

Espainiako Mendi eta Eskalada Federazioa (FEDME). 2014. *Reglamento de competiciones de carreras por montaña FEDME*. 36. Or

Ferrauti, A., Bergemann, M., & Fernandez-Fernandez, J. (2010). Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners. *J. Strength Cond. Res.* 24:2770–2778.

Gómez-Limón García, J. and Martínez Alandi, C. (2016). *Praktika onen gida, mendiko lasterketak naturagune babestuetan egiteko..* Madrid: Europarc.

Hill, A. V., & Lupton H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q. J. Med.* 16:135–171

Hoffman, M.D., Ong, J.C., & Wang, G. (2010). Historical analysis of participation in 161 km ultramarathons in North America. *The International Journal of the History of Sport*, 27(11), 1877-1891.

Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (1988). Resistance training: exercise prescription (part 4 of 4). *Phys. Sports Med.* 16: 69–81

Lazzer, S., Salvadego, D, Rejc, E., Buglione, A., Antonutto, G., Di Prampero, P.E. (2012). The energetics of ultra-endurance running. *Eur J Appl Physiol.* 112: 1709–1715

Legaz Arrese, A., González Badillo, J.J., Serrano Ostáriz, E. (2005). Differences in skinfold thicknesses and fat distribution among top-class runners. *J Sports Med Phys Fitness.* 45(4):512-7.

Merino, B. (2015). Las neuronas del movimiento. *Naukas*. Recuperado de: <https://naukas.com/2015/04/20/las-neuronas-del-movimiento/>

Merlini, L. [Dr. Luka Merlini]. (2015, martxoaren 10). Mecanismos de la contracción muscular [bideo artxiboa]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=C4fmTtO1bbo&t=7s>

Millet, G.Y., Banfi, J., Kerherve, H., Morin, J., Vincent, L., Estrade, C., Geysant, A., & Feasson, L. (2011). Physiological and biological factors associated with a 24h treadmill ultra-marathon performance. *Scand J Med Sci Sports*. 21: 54–61

Mitchell, J. H., Sproule B. J., & Chapman C. B. (1958). The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. *J. Clin. Invest.* 37:538–547

Ogueta-Alday, A., & García-López, J. (2016). Factores que afectan al rendimiento en carreras de fondo. *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*. 45(12), 278-308.

Olmedillas, H. (2018). Factores de rendimiento en carreras por montaña. Departamento de Biología Funcional. Área de Fisiología. Universidad de Oviedo. Asturias.

Orbañanos, J. (2013). *Apuntes de la asignatura de Entrenamiento deportivo orientado al rendimiento*. Gasteizko Jarduera Fisikoaren eta Kirolaren Zientzien Falkultatea (EHU).

QuirozGutierrez, F. (2000). Miología. Cap 16. En *Anatomía humana*. Vol. 1 Aparato tegumentario, osteología artrología y miología. 37ª Ed. Ed Porrua, México. p.p 310

Ramírez, S. (2017). La composición corporal del corredor de montaña. *Corredor de Montaña*. Recuperado de: <https://corredordemontana.mundodeportivo.com/actualidad/item/la-composicion-corporal-del-corredor-de-montana>

Rowell, L. B. (1986). *Human Circulation: Regulation During Physical Stress*. New York: Oxford University Press, pp. 213–286

Ruiz Bravo, L. (2013). Estructura y composición del músculo. [online] prezi.com. Recuperado de: <https://prezi.com/gog52a7pfzj/estructura-y-composicion-del-musculo/>

Runedia, (2017). Como es el VO<sub>2</sub>max de los mejores corredores de montaña del mundo. Runedia. Recuperado de: <https://runedia.mundodeportivo.com/noticia/782/como-es-el-vo2-max-de-los-mejores-corredores-de-montana-del-mundo/>

Santos-Concejero, J., Granados, C., Irazusta, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., Tam, N., & Gil, S.M. (2013). Differences in ground contact time explain the less efficient running economy in north african runners. *Biol Sport*. 30(3):181-7.

Santos-Concejero, J., Tam, N., Granados, C., Irazusta, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., & Gil, S.M. (2014). Interaction effects of stride angle and strike pattern on running economy. *Int J Sports Med*. 35(13):1118-23.

Santos-Concejero, J., Tam, N., Granados, C., Irazusta, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., & Gil, S.M (2014). Stride angle as a novel indicator of running economy in well-trained runners. *J Strength Cond Res*. 28(7):1889-95.

Santos-Concejero, J. (2015). Utilidad del entrenamiento de fuerza en el Trail-Running. G-SE. Recuperado de: <https://g-se.com/utilidad-del-entrenamiento-de-fuerza-en-el-trail-running-bp-n57cfb26dbbed5>

Saltin, B., & Strange, S. (1992). Maximal oxygen uptake: “old” and “new” arguments for a cardiovascular limitation. *Med. Sci. Sports Exerc*. 24:30–37

Seana (2017). Fuerza y resistencia: Definición de las disciplinas. Free Letics. Recuperado de: <https://www.freeletics.com/es/blog/posts/fuerza-y-resistencia/>

Seguí, J., Inglés, E., Labrador, V., & Faria, E. (2016). *Carreras (de o por) montaña o trail running. El reconocimiento de la modalidad deportiva: una visión jurídica. Retos.*

Seguí, J., & Farias, E. I. (2018). El trail running (carreras de o por montaña) en España. Inicios, evolución y (actual) estado de la situación (Trail running in Spain. Origin, evolution and current situation; natural areas). *Retos*, 33(33), 123-128

Storen, O., Helgerud, J., Stoa, E.M., & Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 40(6):1087–92

Suay Lerma, F. (2008). *Psicobiología de l'esport i de l'activitat física.* Universitat de València

Suslow 1971. Citado en, *Entrenamiento de la Resistencia, fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento.* Fritz Zintl, 1991, pág., 34.

Sutton, J.R. (1992). VO2max-new concepts on an old theme. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24, 26-29

Taylor, H. L., Buskirk, E., & Henschel, A. (1955). Maximum oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J. Appl. Physiol.* 8:73–80

Vikmoen, O., T., Raastad, O., Seynnes, K., Bergstrom, S., Ellefsen, & Ronnestad, B.R. (2016) . Effects of heavy strength training on running performance and determinants of running performance in female endurance athletes. *PLoS ONE* 11:e0150799.