

Comparació de l'efectivitat dels mètodes d'entrenament polaritzat i de llindars en la millora del rendiment de triatletes de Mitja Distància amateur

Treball de Final de Grau de Ciències de
l'Activitat Física i de l'Esport

Jordi MONTRAVETA MOYA
(jordi.montraveta@uvic.cat)

Tutor: Javier Peña López
Curs acadèmic 2019-2020
Vic, 11 de maig de 2020
Itinerari Rendiment Esportiu

AGRAÏMENTS

El meu treball de final de grau no hagués estat possible sense l'ajuda de diferents persones, per aquest motiu m'agradaria agrair el seu suport durant aquest període.

En primer lloc al meu tutor, Dr. Javier Peña Lopez, pels seus consells i l'ajuda que m'ha proporcionat sempre que ho he necessitat, mostrant-me la seva experiència i coneixement en investigacions de caire científic. També als professors de la Universitat de Vic, que han format part de la meva formació durant aquests quatre anys.

En segon lloc, a tots els triatletes que han participat en aquest estudi, ja que sense el seu esforç, constància i dedicació diària en tots els entrenaments, no s'hagués pogut dur a terme. A més, agrair l'interès als triatletes que tot i no haver pogut formar part de l'estudi, van contestar el qüestionari inicial. També, m'agradaria destacar a totes les persones que d'alguna manera han contribuït en el desenvolupament del meu treball.

Finalment, vull agrair al meu entrenador Ignasi de la Rosa Castro, tota l'experiència que m'ha transmès en el món del triatló durant aquest anys com a professional de l'alt rendiment esportiu.

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1. RESUM I ABSTRACT	6
2. INTRODUCCIÓ.....	8
3. MARC TEÒRIC.....	9
3.1. EL TRIATLÓ.....	9
3.2. CONCEPTE D'ENTRENAMENT D'ENDURANCE	9
3.3. L'ENTRENAMENT DE FORÇA EN ESPORTS D'ENDURANCE	10
3.4. QUANTIFICACIÓ DE LA CÀRREGA DE L'ENTRENAMENT I LA COMPETICIÓ EN ESPORTS D'ENDURANCE	11
3.5. CONCEPTE DE ZONES D'ENTRENAMENT	12
3.6. CONCEPTE D'ENTRENAMENT POLARITZAT.....	13
3.7. CONCEPTE D'ENTRENAMENT DE LLINDARS	14
3.8. DEMANDES DEL TRIATLÓ DE MITJA DISTÀNCIA	14
3.9. ASPECTES NUTRITIVUS I HÍDRICS QUE CONDICIONEN EL RENDIMENT EN EL TRIATLÓ DE MITJA DISTÀNCIA.....	16
3.9.1. Demandes nutritives abans, durant i després de la competició i dels entrenaments	16
3.9.2. Demandes hídriques abans, durant i després de la competició i dels entrenaments	16
4. JUSTIFICACIÓ DE LA INVESTIGACIÓ.....	18
5. OBJECTIUS DE LA RECERCA I HIPÒTESIS.....	19
6. MATERIAL I MÈTODES.....	20
6.1. PARTICIPANTS	20
6.2. INTERVENCIÓ / PROTOCOL	21
6.3. INDICADORS.....	26
6.4. INSTRUMENTS	26
6.5. ANÀLISI DE DADES	27
7. RESULTATS.....	28
8. DISCUSSIÓ	37
10. LIMITACIONS I PROSPECTIVA D'INVESTIGACIÓ.....	41
11. REFLEXIONS I/O VALORACIÓ PERSONAL DEL PROCÉS D'ELABORACIÓ DEL TFG	43
12. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	45
13. ANNEXES	50

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: El treball de força en esports d'endurance.....	11
Figura 2: Setmana 5, mètode d'entrenament de llindars.....	23
Figura 3: Evolució Test 800m Natació.....	30
Figura 4: Evolució Test 5km Cursa a peu.....	33
Figura 5: Evolució Test 20' Ciclisme.....	36

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Distàncies en el triatló.....	9
Taula 2: Ingesta d'hidrats de carboni abans, durant i després de l'entrenament.....	16
Taula 3: Ingesta de líquids abans, durant i després de l'entrenament.....	17
Taula 4: Característiques generals dels subjectes mitjana \pm DT.....	20
Taula 5: Criteris d'inclusió i d'exclusió de l'estudi.....	21
Taula 6: N° sessions per cada disciplina esportiva + volum total.....	22
Taula 7: Consideracions generals tests.....	24
Taula 8: Protocol test natació.....	24
Taula 9: Protocol test cursa a peu.....	25
Taula 10: Protocol test ciclisme.....	25
Taula 11: Pauta nutrició i hidratació.....	26
Taula 12: Mida de l'efecte a través de l'estadístic g de Hedges.....	27
Taula 13: Temps en s (mitjana, desviació estàndard, màxim i mínim) del test de 800m Natació del grup Polaritzat i del grup Llindars.....	28
Taula 14: T-Test per mostres independents, variable Natació.....	29
Taula 15: T-Test per mostres aparellades en el grup polaritzat i grup llindars, variable Natació.....	29
Taula 16: Temps en s (mitjana, desviació estàndard, màxim i mínim) del test de 5km Cursa a peu del grup Polaritzat i del grup Llindars.....	31
Taula 17: T-Test per mostres independents, variable Cursa.....	32
Taula 18: T-Test per mostres aparellades en el grup polaritzat i grup llindars, variable Cursa.....	32
Taula 19: Potència en w (mitjana, desviació estàndard, màxim i mínim) del test de 20' Ciclisme del grup Polaritzat i grup Llindars.....	34
Taula 20: T-Test per mostres independents, variable Ciclisme.....	35
Taula 21: T-Test per mostres aparellades en el grup polaritzat i grup llindars, variable Ciclisme.....	35

1. RESUM I ABSTRACT

El triatló de Mitja Distància és un esport *d'endurance* que requereix moltes hores d'entrenament a l'estar format per tres esports. Davant la necessitat actual d'optimitzar al màxim el rendiment dels triatletes amateur, degut a que la majoria no disposen de més de 12h setmanals, sorgeix la necessitat de determinar quin mètode d'entrenament és més eficaç. L'objectiu de l'estudi era comparar l'efectivitat dels mètodes d'entrenament polaritzat i de llindars en la millora del rendiment de triatletes de Mitja Distància amateur. Sis triatletes amateur (mitjana \pm DT: edat $34,83 \pm 3,92$ anys; pes $69,17 \pm 6,34$ kg; alçada $1,76 \pm 0,04$ m) van participar en l'estudi. Es van dividir aleatòriament en dos grups, un va realitzar un mètode d'entrenament polaritzat i l'altre un mètode d'entrenament de llindars. Ambdós van portar a terme la preparació per un triatló de Mitja Distància durant nou setmanes amb un volum setmanal de dotze hores. Els resultats mostren que no hi va haver diferències significatives entre ambdós mètodes excepte en el ciclisme a favor del mètode d'entrenament de llindars. El mètode d'entrenament polaritzat tendeix a presentar més millores en la natació i ciclisme, en canvi el mètode d'entrenament de llindars presenta més millores en la cursa a peu.

Paraules clau: *Endurance training, endurance performance, triatló, zones d'entrenament, mètode d'entrenament polaritzat, mètode d'entrenament de llindars.*

Middle distance triathlon is an endurance sport that requires many hours of training, as it consists on three sports. Given the current need to maximize the performance of amateur triathletes, and most of them do not have more than twelve hours per week, there is a need to determine which training method is the most effective. The aim of the study was to compare the effectiveness of polarized and threshold training methods in improving the performance of amateur Middle Distance triathletes. Six amateur triathletes (mean \pm TD: age 34.83 ± 3.92 years; weight 69.17 ± 6.34 kg; height 1.76 ± 0.04 m) participated in the study. They were randomly divided into two groups, one performed a

polarized training method and the other a threshold training method. Both carried out the preparation for a Medium Distance triathlon for nine weeks with a weekly volume of twelve hours. The results show that there were no significant differences between both methods, except in cycling in favor of the threshold training method. The polarized training method tends to show more improvements in swimming and cycling, while the threshold training method shows more improvements in running.

Key words: Endurance training, endurance performance, *triatló*, *zones d'entrenament*, *mètode d'entrenament polaritzat*, *mètode d'entrenament de llindars*.

2. INTRODUCCIÓ

El següent treball és un estudi per determinar quin mètode d'entrenament és més efectiu per la millora de triatletes de Mitja Distància amateur que entrenen un total de dotze hores setmanals. Es tracta d'una comparació entre el mètode d'entrenament polaritzat i el de llindars després d'un període d'entrenament de nou setmanes.

Els motius que m'han portat a dur a terme la següent investigació és la llarga experiència com a triatleta i la gran passió que representa aquest esport per a mi. També l'interès de començar a agafar experiència com a entrenador de triatló i la necessitat de comprovar que un mètode d'entrenament polaritzat és més efectiu en triatletes de Mitja Distància amateur que un mètode d'entrenament de llindars.

He practicat esport durant tota la meva vida i concretament fa més de sis anys que practico triatló, actualment estic centrat d'una forma semi professional en triatlons de Mitja Distància, per aquest motiu aquesta és la modalitat d'estudi. El meu objectiu és compaginar la meva carrera esportiva amb la futura carrera professional que pugui tenir com entrenador personal d'atletes de resistència.

Els objectius personals de la investigació són:

- Saber l'evidència científica actual sobre el tema en qüestió.
- Diferenciar i dominar el mètode d'entrenament polaritzat.
- Entendre les demandes d'un esport com és el triatló.
- Conèixer els aspectes clau de la quantificació de l'entrenament.
- Comparar ambdós mètodes i determinar quin és més eficaç.

3. MARC TEÒRIC

3.1. El triatló

El triatló és un esport d'*endurance* que consta d'una seqüència de natació, transició de natació a ciclisme, ciclisme, transició de ciclisme a cursa a peu i cursa a peu sobre una varietat de diferents distàncies. La competició es desenvolupa entre triatletes elit i grups d'edat. Els triatletes elit són els que consten al *ranking* de la "*International Triathlon Union*" (ITU). Els triatletes grup d'edat (amateur) competeixen els uns amb els altres amb categories de 5 anys (Bentley, Millet, Vleck, & McNaughton, 2002).

Un triatló de Mitja Distància consta de 1900m de natació, 90km de ciclisme i 21 km de cursa a peu, també és conegut com distància "Half Ironman".

Altres distàncies en el triatló:

Distància	Natació (m)	Ciclisme (km)	Cursa a peu (km)
Ironman	3.800	180	42
Mitja Distància	1.900	90	21
Olímpica	1.500	40	10
Sprint	760	20	5

Taula 1: Distàncies en el triatló. Font: pròpia.

3.2. Concepte d'entrenament d'*endurance*

Segons Kreider, (1991), el triatló de mitja distància està considerat esport *ultra-endurance* ja que la duració d'aquest és de 3,5 hores a 7 hores depenent del rendiment del triatleta.

Els majors determinants del rendiment dels esports d'*endurance* són: el VO₂max del atleta, el seu llindar làctic i també la eficiència/economia de cursa (Holmberg, 2014). Per tant, és molt important que els entrenaments vagin encarats a millorar aquests aspectes.

Segons Sharma & Mujika, (2017), el rendiment en els esports de resistència està determinat per la màxima potència sostinguda per una distància concreta i el cost energètic per mantenir la velocitat de competició. En casos de esprints finals, la capacitat anaeròbica i la màxima velocitat també seran importants.

El rendiment en competicions d'*endurance* està condicionat per diferents aspectes: factors fisiològics, hidratació, nutrició, termoregulació, factors climàtics, distància, perfil dels recorreguts, entre d'altres (P. B. Laursen & Rhodes, 2001). Per aquest motiu, hem de tenir en compte tots aquests aspectes tant en els entrenaments, testos i competicions ja que afectaran al rendiment dels triatletes.

3.3. L'entrenament de força en esports d'*endurance*

L'entrenament de força millora l'eficiència neuromuscular, que és un aspecte que no es pot millorar només amb l'entrenament d'*endurance* (Beattie, Kenny, Lyons, & Carson, 2014).

La capacitat neuromuscular està formada per aspectes morfològics, la stiffness musculotendínea, el reclutament d'unitats motores i la coordinació intra/intermuscular. Tots aquest aspectes porten a una millora de l'economia de cursa, és a dir, tenir un cost energètic més baix pel mateix rendiment i també a millorar factors de força muscular a una determinada velocitat (Beattie et al., 2014). Per tant, podem afirmar que l'entrenament de força és necessari perquè augmenta el rendiment en els esports d'*endurance*.

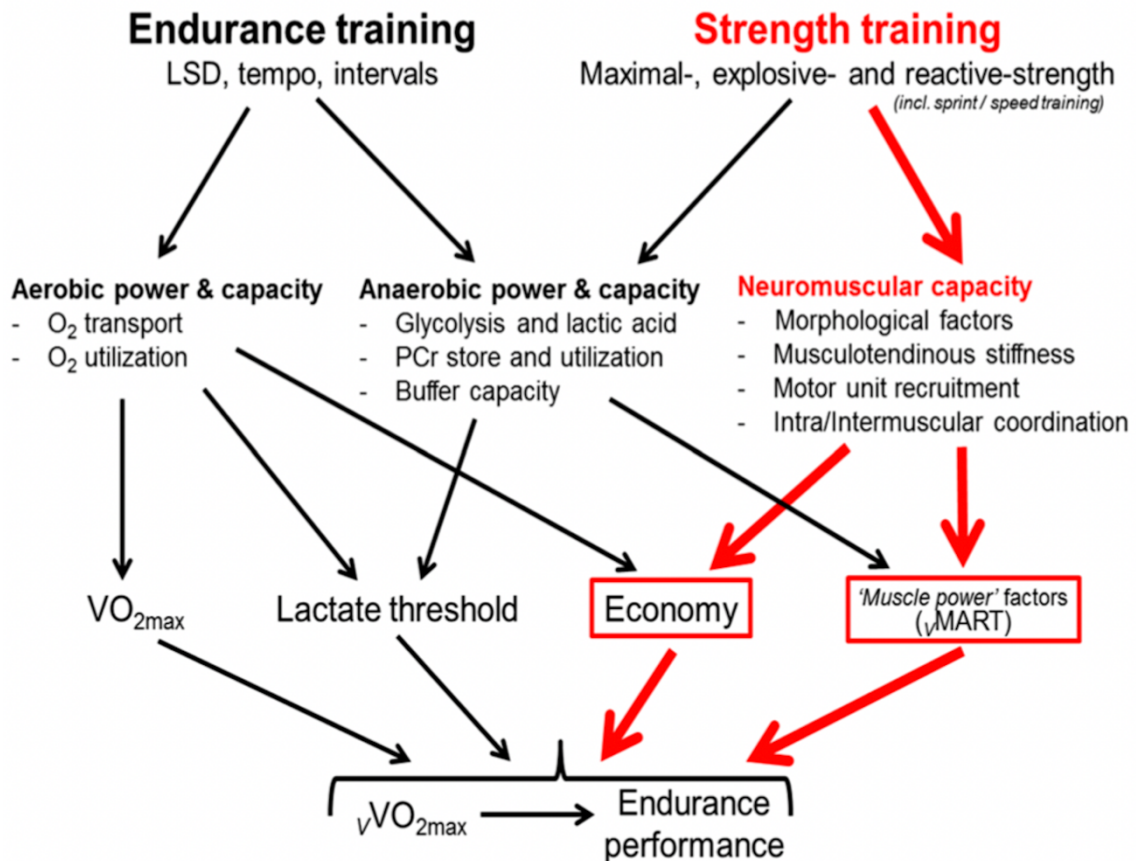


Figura 1: El treball de força en esports d'endurance. Font: (Paavolainen, Häkkinen, Hämmäläinen, Nummela, & Rusko, 1999).

El treball de resistència combinat amb el treball de força necessita una major recuperació, ja que entre les sessions de resistència i força hi ha interferències (Taipale et al., 2014). En un esport com el triatló, on la freqüència de sessions d'entrenament és molt alta, s'haurà de tenir molt present aquest aspecte per recuperar bé dels entrenaments.

3.4. Quantificació de la càrrega de l'entrenament i la competició en esports d'endurance

La quantificació de l'entrenament és necessària per avaluar les respostes dels atletes a les càrregues d'entrenament i assegurar un bon balanç entre estrès fisiològic i recuperació. El millor per quantificar l'entrenament serà un bon anàlisi diari de la càrrega interna i externa juntament amb el rendiment del atleta. Sense

una quantificació de la càrrega d'entrenament és impossible identificar els efectes de l'entrenament en un atleta. Hi ha 3 tipus de càrregues d'entrenament externes: la càrrega que planifiques al començar la temporada, la càrrega prescrita diàriament i la càrrega que completa l'atleta, aquesta última càrrega és la que ha de ser quantificada. El rendiment del atleta serà una relació directa entre els seu nivell de fatiga i el seu nivell de *fitness* (Sharma & Mujika, 2017).

Segons Hopkins, (1991), els 4 mètodes de quantificació de la càrrega de l'entrenament són: els qüestionaris, diaris, monitoratge fisiològic (*HR*, *VO2*, *(La)blood*, etc) i observació directa de l'atleta.

El monitoratge de la càrrega externa de l'atleta consta, entre d'altres, de la potència, la velocitat i l'acceleració, també la potència crítica i l'anàlisi en vídeo i l'anàlisi de la funció neuromuscular (Sharma & Mujika, 2017).

La intensitat d'entrenament és l'aspecte clau per produir un efecte d'entrenament per millorar el rendiment, en canvi el volum i la freqüència no tindran un paper tant important (Mujika et al., 1995).

3.5. Concepte de zones d'entrenament

Les zones d'entrenament són un component molt important per determinar la intensitat del exercici i la distribució del entrenament, per aquest motiu s'utilitza un model de zones d'intensitat basat en els llindars fisiològics del esportista.

La intensitat de la zona 1 consisteix en un exercici de baixa intensitat superior o igual al 50% del *maximal oxygen uptake* (*VO2max*) i menor a la intensitat que correspon al primer llindar làctic o ventilatori, normalment consisteix en entrenament a baixa intensitat. El primer i el segon llindar làctic o ventilatori determinen els límits d'intensitat de la zona 2, es parla d'intensitat de llindars bé d'entrenament de llindars. Pel que fa a la zona 3, consisteix en un exercici d'alta

intensitat superior al segon llindar làctic o ventilatori, consisteix en entrenament d'alta intensitat a prop o al màxim del VO₂max.

Aquestes zones d'entrenament també poden estar determinades per la concentració de lactat, % de la freqüència cardíaca màxima o VO₂max, o també per escales de percepció de l'esforç com la *Session-RPE* (Treff, Winkert, Sareban, Steinacker, & Sperlich, 2019).

3.6. Concepte d'entrenament polaritzat

Un programa d'entrenament polaritzat està caracteritzat per un model de periodització ondulat no lineal passant d'un ritme suau (≤ 13) a un ritme molt dur (≥ 17) amb un temps molt limitat a un ritme dur (14-16) o ritme de cursa (6-20), en l'escala de percepció de l'esforç (escala RPE). Per aconseguir-ho, el model d'entrenament polaritzat compta amb entrenaments específics d'alta intensitat separats per un o més entrenaments de llarga distància on la intensitat d'exercici es manté per sota del primer llindar ventilatori i la concentració de lactat és menor a 2 mmol/L (menor també al primer llindar làctic) (Hydren & Cohen, 2015), d'aquesta manera et permet recuperar bé de l'entrenament d'alta intensitat.

A termes generals el mètode d'entrenament polaritzat consisteix en dur a terme un percentatge alt del volum d'entrenament a la zona més alta (zona 3) i a la més baixa (zona 1), fent només una petit percentatge dels entrenaments a la zona mitja (zona 2). L'entrenament polaritzat sempre té obligatòriament uns percentatges de volum d'entrenament més alts a zona 1 i 3 que no pas a zona 2, sinó deixa de ser un entrenament d'aquest tipus. Un exemple d'entrenament polaritzat seria 80-5-15 (80% a la zona 1, 5% a la zona 2 i un 15% a la zona 3) (Treff et al., 2019).

Segons Hydren & Cohen, (2015), el mètode d'entrenament polaritzat presenta una forta evidència de la seva eficàcia després de 7 estudis en esportistes d'*endurance*, conclouen que l'efecte d'aquest mètode d'entrenament pot presentar més millores que un mètode tradicional d'entrenament de llindars, de totes maneres cap estudi de la seva revisió estava format per triatletes.

Altres estudis en corredors de fons i triatletes distància Ironman també mostren una evidència de que el mètode d'entrenament polaritzat és el millor mètode d'entrenament pels esports *d'endurance* (Muñoz, Seiler, et al., 2014), però l'estudi fet a triatletes no presentava grup control, per tant es dona per fet que aquests millorin només per dur a terme un entrenament.

La revisió sistemàtica més recent que comprova l'eficàcia d'aquest tipus d'entrenament ens diu que el mètode d'entrenament polaritzat és un mètode òptim pels esports *d'endurance*, possiblement amb millors resultats que l'entrenament tradicional de llindars, però afirmen que es necessita més recerca en aquest àmbit per validar els resultats obtinguts a la seva revisió (Sitko & Laval, 2019).

3.7. Concepte d'entrenament de llindars

El mètode d'entrenament de llindars consisteix en un volum d'entrenament destacant la zona 2. Aquesta distribució està caracteritzada per intervals llargs amb una intensitat compresa entre el primer i segon llindar làctic i ventilatori o bé per exercici continu combinat amb intensitats majors sense un interval de recuperació diferenciat. Un exemple d'entrenament de llindars pot estar dissenyat de la següent manera: 40-50-10 (40% a la zona 1, 50% a la zona 2 i un 10% a la zona 3) (Treff et al., 2019).

Aquest mètode d'entrenament, està considerat tradicional i és el que actualment s'utilitza més per part de la majoria de triatletes de Mitja Distància amateur.

3.8. Demandes del triatló de Mitja Distància

En triatló de Mitja Distància es competeix aproximadament al 80% del màxim de la freqüència cardíaca, per tant, requereix unes despeses energètiques elevades, produeix un augment de la temperatura corporal i causa generalment als índex de deshidratació, dany muscular i una alta incidència en rampes musculars (Paul B. Laursen, 2011).

La càrrega de treball i l'estrès físic durant la natació influeix en el rendiment del ciclisme (Peeling and Landers 2009), passa el mateix amb el ciclisme i la cursa a peu (Millet, Millet, Hofmann, & Candau, 2000). Per tant, podem afirmar que la càrrega de treball i l'estrès físic de cada disciplina del triatló influeixen directament en el rendiment de la disciplina següent, afectant el rendiment global del triatló.

Pel que fa a la disminució del rendiment en funció de l'edat en triatletes de Mitja Distància, la natació és l'esport que disminueix abans (18-24 anys), seguida per la cursa a peu (26-28 anys) i per últim el ciclisme (34 anys pels homes i 35 anys per les dones). Pel que fa al rendiment de la cursa global, als 31 anys els homes disminueixen el seu rendiment i als 32 anys les dones (Jäckel, Sousa, Villiger, Nikolaidis, & Knechtle, 2020). A termes generals, respectant els paràmetres anteriors, es parla que a partir dels 35-39 anys el rendiment disminueix exponencialment en els triatletes de Mitja Distància (Stones & Hartin, 2017). L'edat, és un paràmetre que s'ha de tenir molt present, ja que a influeix al rendiment dels triatletes de Mitja Distància.

El sexe, també influeix de forma directa al rendiment en el triatló, la diferència de sexe en triatletes de Mitja Distància amateur és per les noies aproximadament un 12% inferior en la natació, un 15% inferior en el ciclisme i un 18% inferior en la cursa a peu. Aquesta diferència és deguda sobretot a factors fisiològics com és per exemple el VO₂max i també a factors morfològics com per exemple el % greix corporal, també s'han de tenir presents les diferències hormonals i psicològiques (Lepers, 2019).

Altres aspectes a tenir en compte, són les dades antropomètriques, una persona amb menys pes i percentatges baixos de greix corporal rendirà millor que no pas un atleta que no tingui aquestes característiques, l'experiència en aquest tipus de competicions també és un aspecte important sobretot a l'hora de competir, i finalment, la fixació d'objectius personals i reptes tant en els entrenaments com en les competicions, augmentaran el rendiment del triatleta gràcies a la motivació (Gilinsky, Hawkins, Tokar, & Cooper, 2014).

3.9. Aspectes nutritius i hídrics que condicionen el rendiment en el triatló de Mitja Distància

3.9.1. Demandes nutritives abans, durant i després de la competició i dels entrenaments

L'entrenament d'*endurance*, requereix una alta ingesta de carbohidrats ja que és el principal substrat energètic dels esports de resistència.

La disponibilitat d'hidrats de carboni limita el rendiment en l'exercici d'alta intensitat perllongat en el temps, per aquest motiu és clau tenir els dipòsits de glucogen plens i també ingerir hidrats de carboni durant la practica esportiva per rendir al màxim, tant en els entrenaments com en les competicions (Burke, Hawley, Wong, & Jeukendrup, 2011).

La quantitat d'hidrats de carboni que s'haurien d'ingerir abans, durant i després de l'entrenament o competició és la següent:

INGESTA D'HIDRATS DE CARBONI	TEMPS	QUANTITAT D'HC
ABANS DE L'ENTRENAMENT	1-4h abans	1-4g/kg pes
DURANT L'ENTRENAMENT	45-75' durada + 75' durada	30-60g/ h 60-90g/ h
DESPRÉS DE L'ENTRENAMENT	abans 45'	1-1,2/kg pes

Taula 2: Ingesta d'hidrats de carboni abans, durant i després de l'entrenament, (Burke et al., 2011). Font: pròpia.

3.9.2. Demandes hídriques abans, durant i després de la competició i dels entrenaments

Les demandes hídriques en l'entrenament d'*endurance* tenen un paper molt important ja que la deshidratació pot afectar al rendiment del esportista (Sawka et al., 2007). El que es busca amb la hidratació, és prevenir una deshidratació

important i d'aquesta manera prevenir l'aparició de la fatiga (Shirreffs & Sawka, 2011). Es considera deshidratació una pèrdua de pes superior al 2% del pes corporal de l'esportista (Sawka et al., 2007).

Els esports d'*endurance* requereixen una alta ingesta de líquids abans, durant i després de l'exercici físic per evitar la disminució del rendiment, el risc de lesió i en percentatges alts la salut i la vida de l'esportista, però una hiperhidratació també pot ser perjudicial ja que pot produir hiponatrèmia (Sawka et al., 2007).

En curses de llarga i ultra-distància, és molt freqüent que els esportistes pateixin diferents graus de deshidratació i hiperhidratació (Hoffman, Stellingwerff, & Costa, 2019).

La quantitat de líquids que s'haurien d'ingerir abans, durant i després de l'entrenament o competició és la següent:

INGESTA DE LÍQUIDS	QUANTITAT DE LÍQUIDS
ABANS DE L'ENTRENAMENT	Hidratació adequada durant el dia, controlar-la amb el pes (estable) i color de l'orina (clara).
DURANT L'ENTRENAMENT	6 – 8 ml de líquid/kg de pes i hora d'exercici.
DESPRÉS DE L'ENTRENAMENT	Durant les primeres 6h després de l'exercici, ingerir un 150% de la pèrdua de pes durant la pràctica.

Taula 3: Ingesta de líquids abans, durant i després de l'entrenament (Gil-Antuñano, Bonafonte, Marqueta, González, & Villegas García, 2008) & (Roy, Brad, 2013). Font: pròpia.

4. JUSTIFICACIÓ DE LA INVESTIGACIÓ

El triatló de Mitja Distància és un esport que està molt de moda, i cada vegada són més les persones que volen competir en proves d'aquestes característiques. Actualment, es pot observar com la majoria de triatletes amateur segueixen un mètode d'entrenament tradicional com és l'entrenament de llindars. Un dels factors limitant per ells és el temps del qual disposen per entrenar, que és aproximadament d'unes dotze hores setmanals. Així, la necessitat actual d'optimitzar al màxim aquest rendiment passa per plantejar-nos la utilització d'un mètode d'entrenament polaritzat.

L'evidència científica actual en esports d'*endurance* ens diu que un mètode d'entrenament polaritzat pot ser més efectiu que un mètode tradicional com és l'entrenament de llindars. Però la falta de recerca en aquest àmbit per treure conclusions clares, sobretot en un esport com és el triatló i concretament amb triatletes de Mitja Distància amateur que només disposen d'unes dotze hores setmanals per entrenar, fa que ens plantejem quin dels dos mètodes esmentats anteriorment pot ser més eficaç per millorar el rendiment.

Per aquest motiu, en aquest estudi es vol comprovar que un mètode d'entrenament polaritzat en triatletes de Mitja Distància amateur que entrenen dotze hores setmanals pot ser més efectiu que un mètode d'entrenament més tradicional com és l'entrenament de llindars.

5. OBJECTIUS DE LA RECERCA I HIPÒTESIS

L'objectiu principal del treball és comparar l'efectivitat dels mètodes d'entrenament polaritzat i de llindars en la millora del rendiment de triatletes de Mitja Distància amateur. És a dir, determinar quin dels dos mètodes d'entrenament és més adequat per incrementar el rendiment de triatletes de Mitja Distància amateur.

OBJECTIU:

Comparar l'efectivitat dels mètodes d'entrenament polaritzat i de llindars en la millora del rendiment de triatletes de Mitja Distància amateur.

HIPÒTESIS:

L'entrenament polaritzat presenta millores significatives en el rendiment de triatletes de Mitja Distància amateur en comparació amb el mètode d'entrenament de llindars.

6. MATERIAL I MÈTODES

6.1. Participants

Sis triatletes amateur (homes) van participar en l'estudi (mitjana \pm DT: edat 34,83 \pm 3,92 anys; pes 69,17 \pm 6,34 kg; alçada 1,76 \pm 0,04 m). Els criteris d'inclusió de l'estudi van ser: tenir un any com a mínim d'experiència prèvia en l'entrenament de triatló, no practicar cap altre esport durant el període d'entrenament, voler dur la preparació d'un triatló de Mitja Distància durant nou setmanes i no tenir cap lesió ni haver-ne patit cap en els últims tres mesos. Els criteris d'exclusió de l'estudi van ser: no patir cap lesió durant la preparació de nou setmanes i no dur a terme un 95% de la planificació especificada. Tots els subjectes van participar de forma voluntària en l'estudi i van estar prèviament informats dels objectius, mètodes i riscos. Cap dels subjectes va rebre compensació econòmica o en espècie per la seva participació.

SUBJECTE	DATA NAIXEMENT	EDAT (anys)	PES (kg)	ALÇADA (m)
1	21/07/1977	42	58	1,70
2	2/07/1984	35	70	1,77
3	6/02/1984	36	75	1,80
4	12/09/1987	32	66	1,78
5	7/06/1987	32	72	1,73
6	25/08/1987	32	74	1,80
MITJANA		34,83	69,17	1,76
DT		3,92	6,34	0,04

Taula 4: Característiques generals dels subjectes mitjana \pm DT. Font: pròpia.

CRITERIS D'INCLUSIÓ	<p>Tenir un any d'experiència prèvia com a mínim en l'entrenament de triatló.</p> <p>No practicar cap altre esport durant el període d'entrenament.</p> <p>Voler portar la preparació d'un triatló de Mitja Distància durant 9 setmanes.</p> <p>No tenir cap lesió ni haver-ne patit cap en els últims 3 mesos.</p>
CRITERIS D'EXCLUSIÓ	<p style="text-align: center;">No patir cap lesió.</p> <p style="text-align: center;">No dur a terme un 95% de la planificació especificada.</p>

Taula 5: Criteris d'inclusió i d'exclusió de l'estudi. Font: pròpia.

6.2. Intervenció / protocol

Els subjectes participants en l'estudi es van assignar aleatòriament en dos grups, el primer grup per dur a terme un entrenament polaritzat i el segon un entrenament de llindars.

Ambdós grups van completar un entrenament per afrontar un triatló de Mitja Distància, el primer grup a través d'un mètode polaritzat, consistent en dur a terme uns percentatges alts en zona 1 i 3 i baixos en zona 2, en canvi el segon grup amb un mètode de llindars, consistent en dur a terme uns percentatges alts en zona 2, i més baixos en zona 1 i 3 (Treff et al., 2019).

La durada de la preparació va ser de nou setmanes, el volum setmanal estava establert a dotze hores totals sumant els entrenaments de natació, ciclisme, cursa a peu i treball de gimnàs i la freqüència d'entrenament era de set dies a la setmana en ambdós grups, realitzant aproximadament quatre sessions de natació, tres sessions de cursa a peu, tres o quatre sessions de ciclisme i una o dos de treball de gimnàs setmanalment.

Tots els subjectes que no van dur a terme un 95% de la planificació especificada o bé van patir algun tipus de lesió, van ser exclosos de l'estudi.

SETMANA	Nº SESSIONS NATACIÓ	Nº SESSIONS CICLISME	Nº SESSIONS CURSA A PEU	Nº SESSIONS GIMNÀS	VOLUM TOTAL (h)
1	4	3	3	1	12
2	4	3	3	1	12
3	4	4	3	1	12
4	4	4	3	1	12
5	4	3	3	2	12
6	4	4	3	1	12
7	4	4	3	1	12
8	4	4	3	2	12
9	4	4	3	1	12

Taula 6: N° sessions per cada disciplina esportiva + volum total. Font: pròpia.

Els entrenaments es van enviar per correu setmanalment el dia previ a la setmana d'entrenaments, format per una fulla d'Excel i un PDF amb els entrenaments d'aquella setmana. Tots els subjectes van completar les sessions d'entrenament amb el seu rellotge GPS que enregistrava les diferents dades (temps, ritme, distància, FC, potència, etc), d'aquesta manera els entrenaments quedaven gravats a l'aplicació "Garmin Connect" o bé "Strava" i així es podia fer un anàlisi i control del entrenament dels diferents subjectes.

Entre setmana, es realitzaven la majoria d'entrenaments de natació i de gimnàs, combinats amb sessions curtes (màxim una hora i mitja) de córrer i ciclisme, en canvi al cap de setmana, on els subjectes disposaven de més temps per entrenar, es portaven a terme les sessions amb més volum d'entrenament, com les sortides llargues amb bicicleta i les transicions de ciclisme a cursa a peu. En la figura 2 podem veure un exemple de setmana d'entrenament, aquesta correspon a la cinquena setmana del mètode d'entrenament de llindars.

SETMANA 5							
MÈTODE D'ENTRENAMENT DE LLINDARS							
	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOUS	DIVENDRES	DISSABTE	DIUMENGE
NATACIÓ	1000/1500m variats suaus (si estàs molt cansat pots descansar)	2000m: 2x(150C+100Ei+50ps) 8x50 tècnica d/15" 2x: (d/1' entre blocs) 2x25 VEL d/45" 100 suaus 50 VEL d/1' 200ps aletes 200 suaus	2000m: 100C+100Ei+100ps 1500m continuus R2 resp cada 3 (mantenir braçades constants) 200 suaus variats		2500m: 2x(100C+100E+100B) 4x (75C+25ps) d/15" 6x150 R4 d/30" 100 suaus 4x50 R5a d/20" 100 suaus 200 suaus variats		
CICLISME		1h rodillo/bici gym: 8' escalfament R2 5' prog R2 fins R4 2' suaus R2 Treball de cadència: 4x: 5' 105rpm 3' 110 rpm 2' cadència lliure 5' suaus R2		1h rodillo/bici gym: 10' R2 escalfament 5' progressius de R2 a R4 5' R2 8x 30" A TOPE (R5c)l d/ 3'30" R2 8' suaus R2		3h bici carretera R2 fent de part principal 2x30' R3 en terreny pla d/15' R2 entre sèries	
CURSA A PEU	Rodatge 30' R2 terreny tou (si estàs molt cansat pots descansar)		60': 10' R2 escalfament 5' prog R2 fins R4 5' R2 6x1km R4 d/1'30"R2 Suau R2 fins 60'				1h20' run: 15' escalfament R2 10' prog R2 fins R4 5' R2 4x: 6' R4 d/ 4' R2 10' R2 suaus
GIMNÀS		Treball de CORE + prevenció de lesions		Treball de força al gimnàs			
ALTRE							

Figura 2: Setmana 5, mètode d'entrenament de llindars. Font: pròpia.

Per valorar el rendiment dels diferents subjectes, es van realitzar tres tests (un per cada disciplina esportiva) la setmana prèvia abans de començar el període d'entrenament, i degut a la COVID-19, només es va poder realitzar el test de ciclisme la setmana posterior al període d'entrenament. Els temps de natació i cursa a peu, es van haver d'extreure de l'última setmana d'entrenaments dels subjectes.

El test de natació consistia en realitzar 800m en una piscina de 25m, el de cursa a peu en fer 5km en una pista d'atletisme de 400m i el de ciclisme, 20' en corró amb la seva pròpia bici i potenciòmetre. Els tests de natació i cursa a peu es van realitzar el mateix dia, amb un mínim de vuit hores de descans entre els dos tests, pel matí es va fer el test de natació i a la tarda el de cursa a peu, el dia següent es va dur a terme el test de ciclisme en corró.

CONSIDERACIONS GENERALS TESTS	
DESCANS PREVI	Fer un dia de descans previ (24h) a la realització del primer test, no fer entrenaments llargs (+2h) ni intensos (+Z1) els 3 dies previs.
DESCANS ENTRE ELS TESTS	8h (mínim) de descans entre el test de natació i cursa a peu, i 12h (mínim) de descans entre el test de cursa a peu i ciclisme

Taula 7: Consideracions generals tests. Font: pròpia.

Els tres tests tenien un protocol establert que s'havia de seguir al detall. A continuació es mostra el protocol que es va seguir en els que es van utilitzar per analitzar el rendiment dels subjectes:

PROTOCOL TEST NATACIÓ	
ESCALFAMENT	400m crol suaus + 4x100m progressives 1-4 d/20" + 100m suaus.
TEST	800m. Buscar un ritme estable que ens permeti acabar al màxim.
TORNADA A LA CALMA	200m suaus variats.
CONSIDERACIONS	Sortida des-de dins de l'aigua, prohibit anar a peus d'un altre company, piscina de 25m.

Taula 8: Protocol test natació. Font: pròpia.

PROTOCOL TEST CURSA A PEU	
ESCALFAMENT	10' suaus + 4x200m progressives 1-4 d/30'' + 5' suaus.
TEST	5km. Buscar un ritme estable que ens permeti acabar al màxim.
TORNADA A LA CALMA	10' suaus.
CONSIDERACIONS	En pista d'atletisme de 400m, fer un total de 12,5 voltes, utilitzar GPS i pulsòmetre per tenir més dades del test.

Taula 9: Protocol test cursa a peu. Font: pròpia.

PROTOCOL TEST CICLISME	
ESCALFAMENT	10' suaus + 3x1' cadència 100 rpm d/1' suau + 5' progressius fins al UA + 5' suaus.
TEST	20'. Buscar un ritme estable que ens permeti acabar al màxim.
TORNADA A LA CALMA	10' suaus.
CONSIDERACIONS	En corró, cadència lliure durant el test, calibrar el potenciòmetre abans del test. Utilitzar GPS i pulsòmetre per tenir més dades del test.

Taula 10: Protocol test ciclisme. Font: pròpia.

Tots els subjectes van fer dos dies de descans total previ a la realització dels tests, a més van dur a terme una càrrega d'hidrats de carboni per tal d'omplir les reserves de glucogen i un nivell adequat d'hidratació.

PAUTA NUTRICIÓ I HIDRATACIÓ	
NUTRICIÓ	L'àpat previ, mínim 3h abans, hauria de contenir de 200 a 300g d'hidrats de carboni. Consumir el dia anterior uns 8-10g/HC/pes durant tot el dia.
HIDRATACIÓ	Hidratació adequada durant el dia anterior, controlar-la amb el pes (estable) i amb el color de l'orina (clara).

Taula 11: Pauta nutrició i hidratació. Font: pròpia.

6.3. Indicadors

Els indicadors en el test de natació i cursa a peu són el temps (en segons) que tarda a fer 800m en el test de natació i 5km en el test de cursa a peu. En el test de ciclisme l'indicador és la potència mitjana (mesurada amb un potenciòmetre en watts).

6.4. Instruments

Per la realització dels tests de natació, es va utilitzar un cronòmetre i una piscina de 25m, pels tests de cursa a peu una pista d'atletisme de 400m i un cronòmetre també i pel que fa al test de ciclisme, la pròpia bici del subjecte en el seu corró amb el potenciòmetre calibrat abans de la realització dels tests. En el test de cursa a peu i de ciclisme, també es va demanar que els subjectes utilitzessin el propi GPS amb pulsòmetre per tenir dades de FC durant el test.

6.5. Anàlisi de dades

Es realitza una anàlisi descriptiva dels valors expressada amb mitjana \pm DT, màxim i mínim i es realitzen gràfics i taules, utilitzant el programa Microsoft Excel (versió 16.35, Redmond, 2020).

Utilitzant el programa JASP (versió 0.12.1, Amsterdam, 2020) es realitza el test Shapiro-Wilk i es constata la normalitat de les dades de la mostra. Es duen a terme una prova T per mostres independents i una prova T per mostres aparellades. Es determinen els valors corresponents de significativitat estadística, així com la mida de l'efecte a través de l'estadístic *g* de Hedges, que com s'observa a la taula 12, segons (Cohen, 1988) 0,2 correspon a un efecte petit, 0,5 a un efecte mitjà i 0,8 a un efecte gran (Hopkins, 2004).

MIDA DE L'EFECTE	Hedges'g
Petit	0,2
Mitjà	0,5
Gran	0,8

Taula 12: Mida de l'efecte a través de l'estadístic g de Hedges (Cohen, 1988). Font: pròpia.

7. RESULTATS

El test de 800m de natació va ser calculat en segons (s) amb un cronòmetre, els triatletes van realitzar dos tests, un abans del període d'entrenament i l'altre després d'aquest.

L'anàlisi descriptiu (mitjana, desviació típica (DT), màxim i mínim) de cada test de 800m de natació, es pot observar a la taula 13. Les mitjanes dels dos tests pel grup d'entrenament polaritzat van ser de 847,3 (test 1) i 805 (test 2), les DT de 52,7 (test 1) i 52,2 (test 2), els màxims de 884 (test 1) i 840 (test 2) i els mínims de 787 (test 1) i 745 (test 2). Pel que fa al grup d'entrenament de llindars, les mitjanes dels dos tests van ser de 1029,7 (test 1) i 776,7 (test 2), les DT de 411,4 (test 1) i 89,6 (test 2), els màxims de 1503 (test 1) i 880 (test 2) i els mínims de 758 (test 1) i 720 (test 2).

	NATACIÓ 1 TEMPS (s)	NATACIÓ 2 TEMPS (s)
POLARITZAT		
MITJANA	847,3	805,0
DT	52,7	52,2
MÀXIM	884,0	840,0
MÍNIM	787,0	745,0
LLINDARS		
MITJANA	1029,7	776,7
DT	411,4	89,6
MÀXIM	1503,0	880,0
MÍNIM	758,0	720,0

Taula 13: Temps en s (mitjana, desviació estàndard, màxim i mínim) del test de 800m Natació del grup Polaritzat i del grup Llindars. Font: pròpia.

La taula 14 ens mostra els resultats del *T-Test* per mostres independents en la variable natació, el *P-value* ens diu que no hi ha diferències significatives i el valor de *Hedges'g* que la mida de l'efecte és positiu però petit a favor de l'entrenament polaritzat.

T-TEST PER MOSTRES INDEPENDENTS	p	Hedges'g
NATACIÓ 2 TEMPS (S)	0.330	0.308

Taula 14: T-Test per mostres independents, variable Natació. Font: pròpia.

La taula 15 ens mostra els resultats del *T-Test* per mostres aparellades en la variable natació, el *P-value* és major a 0,05 en ambdós grups, per tant ens diu que no hi ha diferències significatives.

T-TEST PER MOSTRES APARELLADES	
NATACIÓ 1 TEMPS (S) – NATACIÓ 2 TEMPS (S)	p
GRUP POLARITZAT	1,000
GRUP LLINDARS	0,847

Taula 15: T-Test per mostres aparellades en el grup polaritzat i grup llandars, variable Natació. Font: pròpia.

En el següent gràfic (figura 3) podem observar l'evolució de la mitjana de temps d'ambdós grups en el test de 800m de natació, aquesta millora en els dos grups d'entrenament.

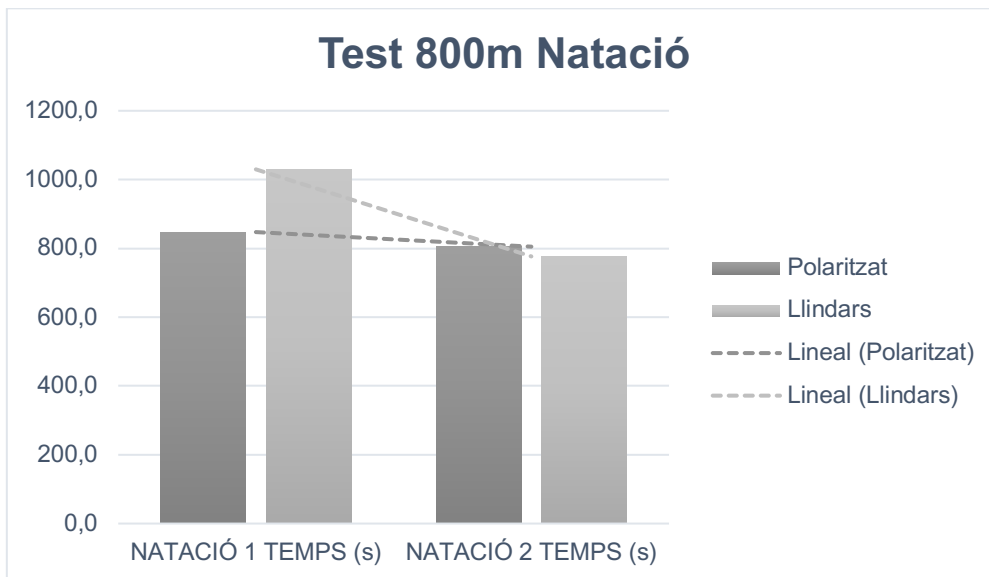


Figura 3: Evolució Test 800m Natació. Font: pròpia.

El test de 5km de cursa a peu va ser calculat en segons (s) amb un cronòmetre, els triatletes van realitzar dos tests, un abans del període d'entrenament i l'altre després d'aquest.

L'anàlisi descriptiu (mitjana, desviació típica (DT), màxim i mínim) de cada test de 5km de cursa a peu, es pot observar a la taula 16. Les mitjanes dels dos tests pel grup d'entrenament polaritzat van ser de 1106 (test 1) i 1105 (test 2), les DT de 112,1 (test 1) i 116,5 (test 2), els màxims de 1200 (test 1) i 1200 (test 2) i els mínims de 982 (test 1) i 975 (test 2). Pel que fa al grup d'entrenament de llindars, les mitjanes dels dos tests van ser de 1266,3 (test 1) i 1199,7 (test 2), les DT de 101,7 (test 1) i 66,0 (test 2), els màxims de 1377(test 1) i 1250 (test 2) i els mínims de 1177 (test 1) i 1125 (test 2).

	CURSA 1 TEMPS (s)	CURSA 2 TEMPS (s)
POLARITZAT		
MITJANA	1106,0	1105,0
DT	112,1	116,5
MÀXIM	1200,0	1200,0
MÍNIM	982,0	975,0
LLINDARS		
MITJANA	1266,3	1199,7
DT	101,7	66,0
MÀXIM	1377,0	1250,0
MÍNIM	1177,0	1125,0

Taula 16: Temps en s (mitjana, desviació estàndard, màxim i mínim) del test de 5km Cursa a peu del grup Polaritzat i del grup Llindars. Font: pròpia.

La taula 17 ens mostra els resultats del *T-Test* per mostres independents en la variable cursa, el *P-value* ens diu que no hi ha diferències significatives i el valor de *Hedges'g* que la mida de l'efecte és negatiu i gran, per tant és gran a favor de l'entrenament de llindars.

T-TEST PER MOSTRES INDEPENDENTS	p	Hedges'g
CURSA 2 TEMPS (S)	0.856	-0,798

Taula 17: T-Test per mostres independents, variable Cursa. Font: pròpia.

La taula 18 ens mostra els resultats del *T-Test* per mostres aparellades en la variable cursa, el *P-value* és major a 0,05 en ambdós grups, per tant ens diu que no hi ha diferències significatives.

T-TEST PER MOSTRES APARELLADES	
CURSA 1 TEMPS (S) – CURSA 2 TEMPS (S)	p
GRUP POLARITZAT	0,607
GRUP LLINDARS	0,916

Taula 18: T-Test per mostres aparellades en el grup polaritzat i grup llindars, variable Cursa. Font: pròpia.

En el següent gràfic (figura 4) podem observar l'evolució de la mitjana de temps d'ambdós grups en el test de 5km de cursa a peu, aquesta millora en els dos grups d'entrenament.

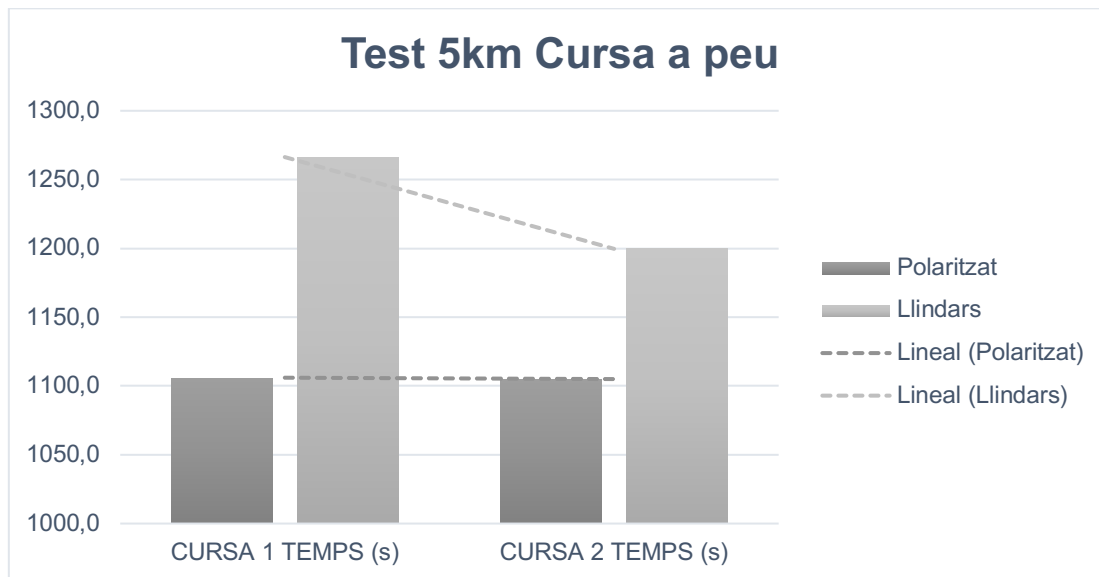


Figura 4: Evolució Test 5km Cursa a peu. Font: pròpia.

El test de 20' de ciclisme va ser calculat en watts (w) amb un potenciòmetre, els triatletes van realitzar dos tests, un abans del període d'entrenament i l'altre després d'aquest.

L'anàlisi descriptiu (mitjana, desviació típica (DT), màxim i mínim) de cada test de 20' de ciclisme, es pot observar a la taula 19. Les mitjanes dels dos tests pel grup d'entrenament polaritzat van ser de 265 (test 1) i 266,3 (test 2), les DT de 56,3 (test 1) i 43,7 (test 2), els màxims de 330 (test 1) i 300 (test 2) i els mínims de 230 (test 1) i 217 (test 2). Pel que fa al grup d'entrenament de llindars, les mitjanes dels dos tests van ser de 226,7 (test 1) i 257,3 (test 2), les DT de 24,3 (test 1) i 21,5 (test 2), els màxims de 253 (test 1) i 282 (test 2) i els mínims de 205 (test 1) i 243 (test 2).

	CICLISME 1 (WATTS)	CICLISME 2 (WATTS)
POLARITZAT		
MITJANA	265,0	266,3
DT	56,3	43,7
MÀXIM	330,0	300,0
MÍNIM	230,0	217,0
LLINDARS		
MITJANA	226,7	257,3
DT	24,3	21,5
MÀXIM	253,0	282,0
MÍNIM	205,0	243,0

Taula 19: Potència en w (mitjana, desviació estàndard, màxim i mínim) del test de 20' Ciclisme del grup Polaritzat i grup Llindars. Font: pròpia.

La taula 20 ens mostra els resultats del *T-Test* per mostres independents en la variable ciclisme, el *P-value* ens diu que no hi ha diferències significatives i el valor de *Hedges'g* que la mida de l'efecte és positiu però petit a favor de l'entrenament polaritzat.

T-TEST PER MOSTRES INDEPENDENTS	p	Hedges'g
CICLISME 2 (WATTS)	0.382	0.209

Taula 20: T-Test per mostres independents, variable Ciclisme. Font: pròpia.

La taula 21 ens mostra els resultats del *T-Test* per mostres aparellades en la variable ciclisme, el *P-value* és major en 0,05 el grup polaritzat, per tant no presenta diferències significatives, en canvi en el grup llindars, el *P-value* és menor a 0,05, per tant si que presenta diferències significatives.

T-TEST PER MOSTRES APARELLADES	
CICLISME 1 (WATTS) – CICLISME 2 (WATTS)	p
GRUP POLARITZAT	0,480
GRUP LLINDARS	0,008

Taula 21: T-Test per mostres aparellades en el grup polaritzat i grup llindars, variable Ciclisme. Font: pròpia.

En el següent gràfic (figura 5) podem observar l'evolució de la mitjana de watts d'ambdós grups en el test de 20' de ciclisme, aquesta millora en els dos grups d'entrenament.

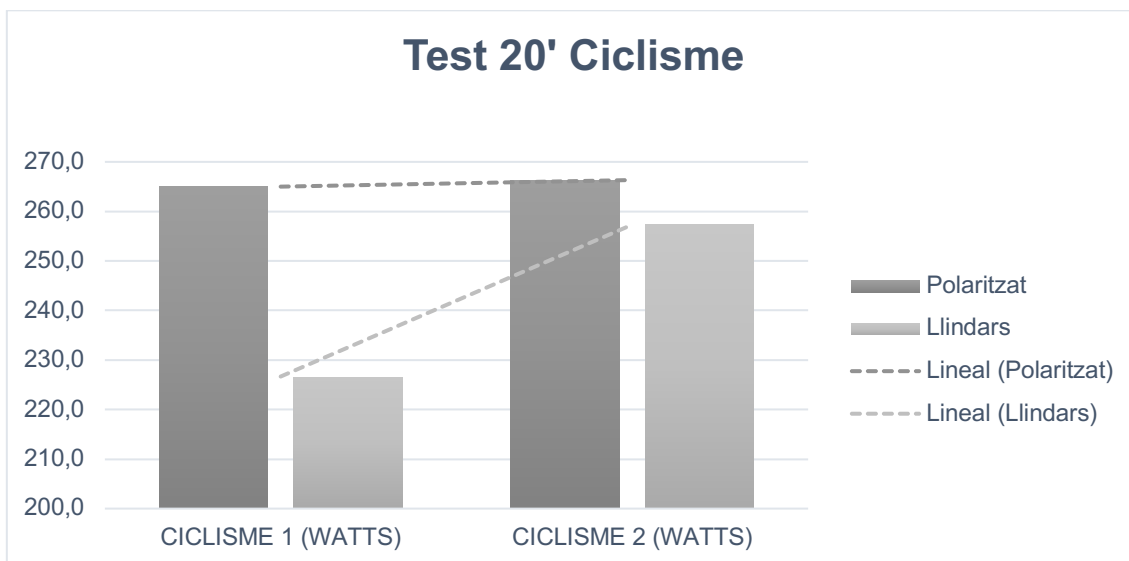


Figura 5: Evolució Test 20' Ciclisme. Font: pròpia.

8. DISCUSSIÓ

El present estudi compara l'efectivitat dels mètodes d'entrenament polaritzat i de llindars, després d'un període d'entrenament de nou setmanes en triatletes amateur. Els resultats ens indiquen que tot i que ambdós grups presenten millores en la majoria de tests, no hi ha diferències significatives excepte en el test de 20' de ciclisme en el mètode d'entrenament de llindars. De totes maneres, tot i que la mostra és molt petita (tres subjectes pel mètode d'entrenament polaritzat i tres pel mètode d'entrenament de llindars), segons (Cohen, 1988) podem afirmar que el mètode d'entrenament polaritzat té pocs més efectes positius en el test de 800m de natació i també en el test de 20' de ciclisme ja que la mida del efecte és 0,308 en el test de 800m de natació i 0,209 en el test de 20' de ciclisme. En canvi, pel que fa al test de 5km de cursa a peu, té bastants més efectes positius el mètode d'entrenament de llindars ja que la mida del efecte és -0,798.

L'evidència científica recent ens diu que sembla que el mètode d'entrenament polaritzat presenta més millores que un mètode tradicional de llindars en esports d'*endurance* (Sitko & Laval, 2019). Els resultats obtinguts en la natació i ciclisme a favor del mètode d'entrenament polaritzat, afirmen aquesta tendència, concretament amb l'estudi de (Neal et al., 2013) on dotze ciclistes entrenats van millorar més amb un mètode d'entrenament polaritzat que no pas amb un de llindars i també amb l'estudi de (Pla et al., 2018) on onze nedadors de nivell élit van millorar més realitzant també un mètode d'entrenament polaritzat. En canvi, els resultats obtinguts de la cursa a peu a favor del mètode d'entrenament de llindars, contradiuen la tendència de l'evidència científica recent i més concretament, l'estudi de (Muñoz, Seiler, et al., 2014) on quinze corredors aficionats van millorar més amb un mètode d'entrenament polaritzat que no pas amb un mètode d'entrenament de llindars. A més, el fet de que no es presentin diferències significatives en la majoria de tests, afirmen l'estudi de (Pérez et al., 2018) on onze corredors de ultraresistència, no van presentar diferències significatives entre els dos mètodes d'entrenament després de dotze setmanes.

Les poques diferències significatives entre ambdós mètodes i aquesta incertesa de quin mètode d'entrenament pot ser més eficaç en els tres esports que formen el triatló, afirmen la necessitat de més recerca en aquest àmbit, tal i com indica la revisió sistemàtica més recent que comprova l'eficàcia d'aquest tipus d'entrenament (Sitko & Laval, 2019).

Si ens centrem en el test de 800m de natació en piscina de 25m, la utilització d'aquest test per determinar el rendiment en triatletes de Mitja Distància en l'estudi de (Sellés Pérez, Fernández-Sáez, & Cejuela, 2019) i també en l'estudi (Sellés-Pérez, Fernández-Sáez, Ferriz-Valero, Esteve-Lanao, & Cejuela, 2019) entre d'altres autors de referència, ens indica que és un test vàlid i fiable. A més, ens permet calcular les zones d'entrenament ja que el ritme mig durant els 100m està considerat el ritme associat al segon llindar ventilatori. De totes maneres, la falta de familiarització amb el test per part dels triatletes, pot provocar que part de les millores en el segon test siguin degudes a aquest motiu.

Pel que fa al test de 20' de ciclisme, és un test molt utilitzat en el món del ciclisme i el triatló ja que permet saber el *Functional Threshold Power (FTP)*, que és la màxima potència que pots portar durant una hora, i d'aquesta manera determinar les zones d'entrenament ja que el 95% de la potència mitjana del test correspon al *FTP*. L'estudi de (Valenzuela, Morales, Foster, Lucia, & De La Villa, 2018) ens diu que aquest test és vàlid per determinar la condició de resistència en el ciclisme, i que té una gran relació amb el segon llindar ventilatori, sobretot en ciclistes entrenats ja que en ciclistes poc entrenats l'*FTP* pot estar lleugerament per sota d'aquest. De totes maneres, no és el test més utilitzat en la majoria d'estudis científics per part dels autors de referència, aquests utilitzen un test incremental fins a l'esgotament en corró, amb anàlisi de gasos, amb la pròpia bicicleta i tots amb el mateix potenciòmetre (en el nostre estudi cada triatleta utilitzava el seu potenciòmetre), en són exemples de la utilització d'aquest tipus de test l'estudi de (Muñoz, Cejuela, Seiler, Larumbe, & Esteve-Lanao, 2014), l'estudi de (Sellés-Pérez et al., 2019) i també l'estudi de (Sellés Pérez et al., 2019). Cal afegir que la falta de familiarització amb el test per part dels triatletes,

pot provocar que part de les millores en el segon test siguin degudes a aquest motiu.

El test de 5km de cursa a peu, és un test molt utilitzat per molts corredors i triatletes per determinar la condició de resistència en la cursa a peu i les zones d'entrenament. A més, segons els estudis de (Laursen et al., 2007) i de (Hurst & Board, 2013) aquest tipus de test és molt fiable i real ja que simula les condicions reals de competició d'*endurance*. Aquest últim estudi també arriba a posar en dubte la fiabilitat dels tests incrementals en cinta de córrer per falta d'especificitat (Hurst & Board, 2013). De totes maneres tampoc és el test més utilitzat en la majoria d'estudis científics per part dels autors de referència, aquests utilitzen els test incremental fins a l'esgotament en pista d'atletisme de 400m o en cinta amb anàlisi de gasos, en són exemples de la utilització d'aquest tipus de test l'estudi de (Muñoz, Cejuela, et al., 2014) i l'estudi de (Muñoz, Seiler, et al., 2014) en cinta, i també l'estudi de (Sellés-Pérez et al., 2019) en pista d'atletisme de 400m. La falta de familiarització amb el test per part dels triatletes, pot provocar que part de les millores en el segon test siguin degudes a aquest motiu.

El fet d'haver d'extreure els temps de natació i cursa a peu de l'última setmana d'entrenaments (davant la impossibilitat de realitzar-los degut a la COVID-19), concretament en un entrenament de sèries de 100m en la natació, i en un entrenament de sèries d'1km en la cursa a peu, ambdós a una intensitat del segon llindar ventilatori. Fa que els temps finals obtinguts no siguin fiables al 100%, ja que aquests estan condicionats per la fatiga prèvia i també l'estat nutricional i hídric de l'atleta. A diferència dels primers tests on els triatletes van dur a terme un descans previ i una càrrega d'hidrats i hidratació adequada, els subjectes no van poder complir amb les condicions generals dels tests exposades a la taula 7 i tampoc amb la pauta de nutrició i hidratació exposada a la taula 11.

Finalment, la preparació prèvia dels subjectes no es va poder controlar. Es sap que el *background* dels esportistes també és un factor condicionant, ja que un subjecte pot estar més o menys ben entrenat que un altre, i d'aquesta manera millorar més o menys per aquest motiu.

9. CONCLUSIONS

En triatletes de Mitja Distància amateur que entrenen una mitjana de dotze hores setmanals, el mètode d'entrenament polaritzat tendeix a presentar més millores en la natació i ciclisme, en canvi el mètode d'entrenament de llindars presenta més millores en la cursa a peu.

No hi ha diferències significatives entre ambdós mètodes després d'un període d'entrenament de nou setmanes excepte en el ciclisme amb el mètode d'entrenament de llindars.

10. LIMITACIONS I PROSPECTIVA D'INVESTIGACIÓ

La investigació ha estat limitada i condicionada pels factors que s'exposen a continuació:

En primer lloc, el període d'entrenament va ser més curt del previst a causa de la COVID-19, que no va permetre finalitzar tota la preparació a priori prevista per 3 mesos d'entrenament i tampoc dur a terme els tests finals de natació i cursa a peu.

En segon lloc, el fet de no haver pogut realitzar els tests finals de natació i cursa a peu, va fer que haguéssim d'extreure els temps d'aquests de l'última setmana d'entrenaments, per tant aquests no són 100% fiables. A més, al no realitzar aquests tests, no hi va haver un descans previ, i segurament tampoc una càrrega d'hidrats suficient ni una hidratació adequada ja que no es va poder planificar com a tal.

En tercer lloc, pel test de ciclisme en watts, cada subjecte va utilitzar el seu potenciòmetre i corró, per tant, no era el mateix per tothom. La millor opció hagués estat poder disposar d'un únic corró i potenciòmetre per tots els subjectes al realitzar els tests.

En quart lloc, la mostra ha sigut petita, a l'inici de la preparació van començar deu subjectes, però aquesta es va anar reduint pels següents motius: dos subjectes es van lesionar, un no va seguir amb el 95% de la preparació especificada, i una dona no es va acabar incloent al ser l'única del seu sexe (criteris d'exclusió de la investigació).

En cinquè lloc, la preparació prèvia dels subjectes també és un factor condicionant, ja que un subjecte pot estar més o menys ben entrenat que un altre, i d'aquesta manera millorar més o menys per aquest simple fet.

En sisè lloc, la manca de mitjans i recursos no ha permès utilitzar altres tests més significatius com són un test incremental de cursa a peu o de ciclisme amb anàlisi de gasos i control del lactat.

Per futures investigacions en aquest àmbit, es podria dur a terme aquest estudi però controlant les limitacions citades anteriorment; realitzant un període d'entrenament més llarg, amb una mostra més gran i incloent ambdós sexes, amb uns tests més significatius i amb un control previ del període d'entrenament dels subjectes. A més, també es podria dur a terme la comparació dels dos mètodes d'entrenament en triatletes professionals, ja que per ells el factor temps i el volum d'entrenament no és un factor limitant com si que ho és pels triatletes amateur.

11. REFLEXIONS I/O VALORACIÓ PERSONAL DEL PROCÉS D'ELABORACIÓ DEL TFG

Realitzar un Treball de Final de Grau relacionat amb el rendiment esportiu i concretament amb el triatló, ha estat una gran oportunitat per continuar amb la meva formació en aquest àmbit i per especialitzar-me en l'esport citat. He tingut la sort de treballar amb grans esportistes i també de rebre l'ajuda de professionals en aquest àmbit, cosa que he intentat aprofitar al màxim.

Abans de realitzar el treball no havia exercit mai d'entrenador de triatló, a més tampoc havia realitzat una recerca científica de forma tan exhaustiva prèviament. Acabat aquest període, puc afirmar que he millorat molt en aquests aspectes, he après la metodologia d'una investigació científica i també a dur a terme un anàlisi de dades en un projecte de caire científic, entre d'altres. Després de molt esforç, he aconseguit tots els objectius personals que m'havia proposat abans de la realització del treball i no en puc estar més satisfet.

M'he adonat que el més important pels triatletes és el feedback constant entre l'entrenador i l'esportista, i m'he sabut adaptar a cada subjecte i a les seves necessitats respectant les planificacions de cada tipus d'entrenament. A més, m'ha sorprès molt la resposta positiva per part dels triatletes, i les seves mostres d'agraïment em motiven a seguir el meu camí cap al rendiment esportiu.

Durant l'elaboració del treball, he volgut implementar el que he après durant aquests quatre anys en el grau de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport, i això ha suposat poder portar a la pràctica conceptes teòrics treballats al grau. A més, el fet de practicar durant tants anys aquest esport, m'ha ajudat a conèixer diferents tipus d'entrenaments específics del triatló i també a entendre millor els triatletes i les seves sensacions.

La situació creada per la COVID-19, entre d'altres, han suposat algunes dificultats que considero haver superat. M'ha servit per veure que és clau seguir una planificació temporal adequada i estructurada, així com saber-se adaptar per seguir endavant en tot moment.

Finalment, haver realitzat una investigació científica relacionada amb el rendiment esportiu, m'ha servit per adonar-me de que m'interessa la recerca en aquest àmbit i m'ha ajudat a prendre la decisió de que la meva formació acadèmica seguirà aquest camí.

12. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Beattie, K., Kenny, I. C., Lyons, M., & Carson, B. P. (2014). The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 845–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0157-y>
- Bentley, D. J., Millet, G. P., Vleck, V. E., & McNaughton, L. R. (2002). Specific aspects of contemporary triathlon: Implications for physiological analysis and performance. *Sports Medicine*, 32(6), 345–359. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232060-00001>
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Cohen, J. (1988) *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillside, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Gil-Antuñano, N. P., Bonafonte, L. F., Marqueta, P. M., González, B. M., & Villegas García, J. A. (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. composición y pautas de reposición de líquidos - Documento de consenso de la federación Española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 25(126), 245–258.
- Gilinsky, N., Hawkins, K. R., Tokar, T. N., & Cooper, J. A. (2014). Predictive variables for half-Ironman triathlon performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 300–305. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.04.014>
- Hoffman, M. D., Stellingwerff, T., & Costa, R. J. S. (2019). Considerations for ultra-endurance activities: part 2—hydration. *Research in Sports Medicine*, 27(2), 182–194. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1502189>
- Holmberg, H.-C. (2014). *Determinants of performance in endurance sports*. (January).
- Hopkins WG. (1991). Quantification of training in competitive sports: methods and applications. *Sports Medicine*, 12, 345-259. PubMed doi:10.2165/00007256-199112030-00003

- Hopkins, W. (2004). How to interpret changes in an athletic performance test. *Sportscience*, 8, 1-7.
- Hurst, P., & Board, L. (2013). Reproducibility of Outdoor 5 Km Running Time-Trial in a Competitive Environment. *British Journal of Sports Medicine*, 47(17), e4.6-e4. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093073.14>
- Hydren, J. R., & Cohen, B. S. (2015). Current scientific evidence for a polarized cardiovascular endurance training model. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3523-3530. <https://insights-ovid-com.biblioremot.uvic.cat/crossref?an=00124278-201512000-00034>
- Jäckel, K., Sousa, C. V., Villiger, E., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2020). The age-related performance decline in ironman 70.3. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph17062148>
- Kreider, RB. (1991). Physiological considerations of ultraendurance performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 1(1), 3-27.
- Laursen PB, Francis GT, Abbiss CR, Newton MJ, Nosaka K. (2007). Reliability of time-to-exhaustion versus time-trial running tests in runners. *Med - Sci Sports Exerc*, 39, 1374–1379.
- Laursen, P. B., & Rhodes, E. C. (2001). Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. *Sports Medicine*, 31(3), 195–209. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131030-00004>
- Laursen, Paul B. (2011). Long distance triathlon: Demands, preparation and performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(June 2011), 247–263. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.62.05>
- Lepers, R. (2019). Sex difference in triathlon performance. *Frontiers in Physiology*, 10(JUL), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00973>
- Millet, G. P., Millet, G. Y., Hofmann, M. D., & Candau, R. B. (2000). Alterations in running economy and mechanics after maximal cycling in triathletes: Influence of performance level. *International Journal of Sports Medicine*, 21(2), 127–132. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8866>

- Mujika, I., Chatard, J. C., Busso, T., Geysant, A., Barale, F., & Lacoste, L. (1995). Effects of training on performance in competitive swimming. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne de Physiologie Appliquée*, 20(4), 395–406. <https://doi.org/10.1139/h95-031>
- Muñoz, I., Cejuela, R., Seiler, S., Larumbe, E., & Esteve-Lanao, J. (2014). Training-intensity distribution during an ironman season: Relationship with competition performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 332–339. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2012-0352>
- Muñoz, I., Seiler, S., Bautista, J., España, J., Larumbe, E., & Esteve-Lanao, J. (2014). Does polarized training improve performance in recreational runners? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 265–272. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2012-0350>
- 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>
- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämmäläinen, I., Nummela, A., & Rusko, H. (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology*, 86(5), 1527–1533. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.5.1527>
- Peeling P, Landers G (2009) Swimming intensity during triathlon: a review of current research and strategies to enhance race performance. *J Sports Sci* 27: 1079-1085.
- Perez A, Ramos-Campo DJ, Freitas TT, Rubio-Arias JA, Marin-Cascales E, Alcaraz PE. (2018). Effect of two different intensity distribution training programmes on aerobic and body composition variables in ultra-endurance runners. *Eur J Sport Sci*, 1–9.
- Pla R, Meur Y Le, Aubry A, Toussaint J-F, Hellard P. (2018). Effects of a 6-Week Period of Polarized or Threshold Training on Performance and Fatigue in

- Elite Swimmers. *Int J Sports Physiol Perform*, 1–22.
- Roy, Brad, A. et al. (2013). Fitness Focus. *ACSM's HEALTH & FITNESS JOURNAL*, 13(5), 5643.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377–390.
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
- Sellés-Pérez, S., Fernández-Sáez, J., Ferriz-Valero, A., Esteve-Lanao, J., & Cejuela, R. (2019). Changes in Triathletes' Performance and Body Composition During a Specific Training Period for a Half-Ironman Race. *Journal of Human Kinetics*, 67(1), 185–198. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0077>
- Sellés Pérez, S., Fernández-Sáez, J., & Cejuela, R. (2019). Polarized and pyramidal training intensity distribution: Relationship with a half-ironman distance triathlon competition. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(4), 708–715.
- Sharma, A. P., & Mujika, I. (2017). Quantification of training and competition loads in endurance sports: A key to recovery-stress balance and performance. *Sport, Recovery, and Performance: Interdisciplinary Insights*, 132–147. <https://doi.org/10.4324/9781315268149>
- Shirreffs, S. M., & Sawka, M. N. (2011). Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *Journal of Sports Sciences*, 29(SUPPL. 1).
<https://doi.org/10.1080/02640414.2011.614269>
- Sitko, S., & Laval, I. L. (2019). *Polarized training in endurance sports : A systematic review Entrenamiento polarizado en deportes de resistencia : revisión sistemática Polarized training in endurance sports : A systematic review*. (August), 796–805. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2963>
- Stones, M. J., & Hartin, A. (2017). Aging and Half-Ironman Performance. *Experimental Aging Research*, 43(2), 178–191.
<https://doi.org/10.1080/0361073X.2017.1276378>
- Taipale, R. S., Schumann, M., Mikkola, J., Nyman, K., Kyröläinen, H., Nummela,

- A., & Häkkinen, K. (2014). Acute neuromuscular and metabolic responses to combined strength and endurance loadings: The “order effect” in recreationally endurance trained runners. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1155–1164. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.889842>
- Treff, G., Winkert, K., Sareban, M., Steinacker, J. M., & Sperlich, B. (2019). The polarization-index: A simple calculation to distinguish polarized from non-polarized training intensity distributions. *Frontiers in Physiology*, 10(JUN), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00707>
- Valenzuela, P. L., Morales, J. S., Foster, C., Lucia, A., & De La Villa, P. (2018). Is the functional threshold power a valid surrogate of the lactate threshold? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(10), 1293–1298. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0008>

13. ANNEXES

- **Resultats dels tests de les tres disciplines esportives fets abans i després del període d'entrenament:**

		TEST 800M NATACIÓ		ENTRENAMENT NATACIÓ SÈRIES 100M	
	SUBJECTE	Temps	Ritme mig	Ritme mig sèries	Temps equivalent
POLARITZAT	1	14'31"	1'49"/100m	1'44"/100m	13'50"
	2	14'44"	1'50"/100m	1'45"/100m	14'
	3	13'07"	1'38"/100m	1'33"/100m	12'25"
LLINDARS	4	13'48"	1'43"/100m	1'31"/100m	12'10"
	5	12'38"	1'35"/100m	1'30"/100m	12'
	6	25'03"	3'08"/100m	1'50"/100m	14'40"

		TEST 5KM CURSA A PEU		ENTRENAMENT CURSA A PEU SÈRIES 1KM	
	SUBJECTE	Temps	Ritme mig	Ritme mig sèries	Temps equivalent
POLARITZAT	1	20'	4'/km	4'/km	20'
	2	16'22"	3'16"/km	3'15"/km	16'15"
	3	18'56"	3'47"/km	3'48"/km	19'
LLINDARS	4	19'37"	3'55"/km	3'45"/km	18'45"
	5	22'57"	4'35"/km	4'10"/km	20'50"
	6	20'45"	4'09"/km	4'05"/km	20'24"

		TEST 20' CICLISME 1	TEST 20' CICLISME 2
	SUBJECTE	Watts mitjans	Watts mitjans
POLARITZAT	1	230 w	217w
	2	330w	300w
	3	234,7w	282w
LLINDARS	4	205w	243w
	5	222w	247w
	6	253w	282w

- **Qüestionari en línia per cercar triatletes amateur per formar part del meu treball de final de grau:** <https://forms.gle/igVQhKnNPX6bScm86>
- **Qüestionari en línia per determinar les característiques generals dels triatletes que formaven part del meu treball final de grau:** <https://forms.gle/5RsYiaCCBh85HjsK6>