

RESUM

OBJECTIUS: 1. Mesurar els canvis fisiològics que pateix el cos humà en una ultra trail de muntanya a partir dels valors de diferents paràmetres: pressió arterial, pols, pes, saturació d'oxigen, suplementos nutricionals necessaris, modificacions de l'orina i estat d'hidratació. 2. Analitzar la resposta cardíaca en una cursa de muntanya de llarga distància i comprovar la seguretat i els riscos. 3. Estudiar l'impacte de la música sobre el rendiment esportiu en condicions extremes com és el d'una ultra trail de muntanya.

MÈTODE: Dotze corredors van realitzar una trail de muntanya de 52 km monitoritzats (3100m de desnivell acumulat). Es van analitzar diferents paràmetres abans i després de la cursa i es va comparar el temps que utilitzaven els corredors amb música amb els del grup control.

RESULTATS: 1. Els corredors van disminuir el pes 3,39 +/- 1,2 kg la pressió arterial tant sistòlica 30,9 +/- 10,9 mmHg com diastòlica 14,9 +/- 7,26 mmHg i també de saturació d'oxigen 1,6 +/- 1,34. La freqüència cardíaca va augmentar molt 41,4 +/- 6,46 puls/min. Es van observar diferents tipus d'anomalies a l'anàlisi urinari posterior com hematúria, proteïnúria i presència de cossos cetònics. 2. Es va comprovar que durant la cursa no s'observen arrítmies, que la freqüència cardíaca mitjana era de 148.71 puls/min i que no se superaven els límits de seguretat. 3. Per altra banda, els corredors amb música van córrer una mitjana de 8 min més ràpid que el grup control i va ser molt ben valorada pels corredors.

CONCLUSIÓ: 1. En una trail com l'anàlitzada es produeixen canvis fisiològics molt importants com un descens de pes remarcable, en molts casos determinat per un estat de deshidratació important, un descens de pressió arterial sistòlica i diastòlica, un augment de la freqüència cardíaca i una reducció de la saturació d'oxigen. 2. Les trails es poden considerar segures des del punt de vista cardíac. 3. L'assaig amb la música realitzat per comparació, ha determinat que aquesta augmenta el rendiment esportiu en una cursa tipus trail i en redueix el temps. A més cal assenyalar la bona acollida que ha tingut entre els participants.

ABSTRACT

BACKGROUND: 1. Measure physiological human body changes in a mountain ultra trail based on some variables: blood pressure, pulse, weight, oxygen saturation, nutritional supplements, urine modification and hydration state. 2. Analyse cardiac response in a long distance mountain race and check the safety and the risks. 3. Study music impact in sport efficiency in extrem requirements as a mountain ultra trail.

METHODS: Twelve monitorized runners ran a mountain ultra trail (52 km, 3100m accumulated drop). We analysed different parameters before and after the race and we compared runners with music timing and control group.

RESULTS: 1. Runners weight decreases 3,39 +/- 1,2 kg, systolic blood pressure 30,9 +/- 10,9 mmHg and diastolic 14,9 +/- 7,26 mmHg and oxygen saturation 1,6 +/- 1,34 decreases too. Heart rate increases 41,4 +/- 6,46 beats/min. We observed different types of anomalies in the post urinary test like hematuria, proteinuria and ketonuria. 2. We confirmed that during the race there was no arrhythmia, average of maximum heart rate was 148,71 beats/min and they didn't exceed the safety limits. 3. On the other hand, music runners run an average of 8 min faster than control group. The evaluation of the music was so good.

CONCLUSION: 1. In an ultra trail like the one we analysed, there are important physiological changes as a weight decrease, in many cases determined by an important level of dehydration, a decreasing of blood pressure and an increase of heart rate and a reduction of oxygen saturation. 2. Trails can be considered safe from a cardiac point of view. 3. Music increases the sport efficiency in a trail race and reduce time. Besides, runners liked and enjoyed music during the race.

AGRAÏMENTS

A l'Emma Roca que m'ha donat l'oportunitat de poder dur a terme la idea del meu projecte i m'ha ajudat sempre que ho he necessitat, a la Mariona i el Martí, per ajudar-me el dia de la cursa tant com els meus germans Jordi i Clara i els meus pares Jordi i Glòria, que a més a més m'han mostrat molt suport i m'han ajudat amb els seus coneixements mèdics i de com fer un treball de recerca.

Per acabar també m'agradaria donar les gràcies als 12 corredors per participar, i a l'organització de la cursa Naut Aran per deixar-me realitzar el meu projecte.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	1
2. LA PART TEÒRICA	4
2.1. LA PRÀCTICA ESPORTIVA	4
2.2. LA FISIOLOGIA D E L'EXERCICI	5
2.3. L'APARELL RESPIRATORI	5
2.3.1. EL FUNCIONAMENT	6
2.3.2. EL PAS DE L'OXIGEN DE L'AIRE A LA SANG	7
2.3.3. EL SISTEMA CARDIOVASCULAR	8
2.4. ELS VASOS SANGUINIS	10
2.5. EL COR	10
2.5.1. LES CAVITATS DEL COR	11
2.5.2. EL SISTEMA DE CONDUCCIÓ ELÈCTRICA DEL COR	12
2.6. LA SEGURETAT CARDÍACA A L'ESPORT	13
2.6.1. L'ELECTROCARDIOGRAMA	14
2.6.2. LES ZONES DE FREQÜENCIA CARDÍACA	19
2.7. L'ADAPTACIÓ CARDÍACA A L'EXERCICI	21
2.7.1. LA FREQÜENCIA CARDÍACA	21
2.7.2. EL VOLUM SISTÒLIC	22

2.7.3.	LA DESPESA CARDÍACA	22
2.8.	LA IMPORTÀNCIA DEL MÚSCUL	23
2.8.1.	L'ANATOMIA DEL MÚSCUL	23
2.8.2.	LES BASES FISIOLÒGIQUES DE LA CONTRACCIÓ MUSCULAR	24
2.8.3.	LA VIA DE LA FOSFORILACIÓ OXIDATIVA	26
2.8.4.	LA VIA DE LA FOSFOCREATINA	27
2.8.5.	LA VIA DE LA GLICÒLISI ANAERÒBICA O FERMENTACIÓ LÀCTICA	28
2.9.	ELS NUTRIENTS USATS AMB L'OXIGEN	29
2.10.	LA MÚSICA	30
2.11.	ESTUDIS SOBRE MÚSICA I ESPORT	31
3.	PART PRÀCTICA	35
3.1.	LA CURSA NAUT ARAN	36
3.2.	LA TRAIL NAUT ARAN	36
3.3.	LA SELECCIÓ DELS PARTICIPANTS EN L'ESTUDI	38
3.4.	EL MATERIAL NECESSARI	39
3.4.1.	ELS AURICULARS	39
3.4.2.	EL NUUBO	39
3.4.3.	LA SELECCIÓ DE MÚSICA	40
3.5.	ELS TRAMS DE LA MÚSICA	46

3.6.	PARÀMETRES ANALITZATS DURANT LA CURSA	46
3.6.1.	LA PRESSIÓ ARTERIAL	46
3.6.2.	EL POLS ARTERIAL	47
3.6.3.	LA SATURACIÓ D'OXIGEN	48
3.6.4.	EL PES I L'ÍNDIX DE MASSA CORPORAL	49
3.6.5.	L'ANÀLISI D'ORINA	50
3.7.	DIARI DE L'ASSAIG DURANT LA CURSA	52
4.	RESULTATS	58
4.1.	RESULTATS DELS PARÀMETRES MÈDICS	59
4.2.	RESULTATS DE LA INCORPORACIÓ DE LA MÚSICA	66
4.3.	ENQUESTA REALITZADA A ALTRES PERSONES I RESULTATS ..	68
5.	DISCUSSIÓ	74
6.	CONCLUSIONS	78
7.	BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA	79

INTRODUCCIÓ

El Treball de Recerca que us presento recull els meus principals interessos: l'esport, la música i la medicina, sense que l'ordre indicat impliqui cap preferència.

Sempre m'ha agradat molt fer esport i en practico regularment. També estudio música des de molt petita i m'interessa molt la ciència, especialment tot allò que està relacionat amb la medicina. Per tant, al començar a dissenyar el treball, em vaig esforçar a buscar una forma de connectar els tres àmbits.

Vaig començar a imaginar experiments que em permetessin avaluar si el rendiment esportiu variava en escoltar música. Per involucrar la medicina, vaig pensar en assajos a través dels quals poder determinar si la música exercia una influència en el valor del ritme cardíac o la respiració durant la pràctica esportiva.

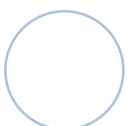
Per fi, després de plantejar diferents possibilitats, vaig aconseguir unir-ho tot d'una forma coherent i en un sol experiment, gràcies a la realització d'una cursa de muntanya.

Sabia que les curses de llarga distància són un repte, tant personal com per a l'organisme. A partir d'aquí em vaig començar a fer algunes preguntes:

- ✚ Durant una cursa, hi hauria canvis fisiològics a nivell nutricional, cardiològic, de pressió arterial i respiratòria, de l'estat d'hidratació, del pes i de l'àrea urinària?
- ✚ Podria ser que alguns d'aquests canvis es modifiquessin pel fet d'escoltar música?

A partir d'aquestes preguntes vaig elaborar una sèrie d'afirmacions que constitueixen les hipòtesis del treball:

- ✚ La música augmenta el rendiment esportiu a través de la variació de la freqüència cardíaca.
- ✚ La música disminueix la percepció de fatiga i del pas del temps.



- ✚ La música ajuda a augmentar la velocitat de la cursa en un tram d'igual dificultat.
- ✚ Els corredors perden pes tot i la ingesta de líquids i sòlids durant la cursa.
- ✚ La pèrdua de pes dels corredors farà disminuir la seva pressió arterial, el volum d'orina i els accelerarà el pols.
- ✚ Els corredors disminuiran la concentració d'oxigen a la sang a causa de l'esforç i de la respiració accelerada durant la cursa.

Per realitzar el treball em vaig proposar:

- ✚ Mesurar els canvis fisiològics que pateix el cos humà en una ultra trail de muntanya a partir dels valors de diferents paràmetres: pressió arterial, pols, pes, saturació d'oxigen, suplementos nutricionals necessaris, modificacions de l'orina i estat d'hidratació.
- ✚ Analitzar la resposta cardíaca en una cursa de muntanya de llarga distància i comprovar la seguretat i els riscos.
- ✚ Analitzar l'impacte de la música sobre el rendiment esportiu en condicions extremes com és el d'una ultra trail de muntanya.

Vaig començar buscant informació i estudiant detingudament les característiques dels paràmetres mèdics que em seria possible analitzar en la realització d'una cursa. El resultat d'aquest estudi es mostra en l'apartat dels fonaments teòrics del treball.

També vaig llegir diferents publicacions on s'explicaven diferents assajos realitzats per determinar els efectes de la música en la pràctica esportiva. El resum d'aquestes publicacions l'explico en un apartat posterior.

Per continuar, vam buscar curses de muntanya que fossin a l'estiu, preferiblement a l'agost i finalment ens vam decantar per la Naut Aran, que és una cursa de muntanya que travessa gran part dels Pirineus de Lleida.

L'edició d'aquest any es realitzava els dies 4 i 5 d'agost i constava de 4 variants, cada una amb un recorregut, distància i desnivell diferents.

La cursa que vaig triar per a realitzar l'estudi va ser la Trail. És una cursa de 52 km de recorregut i amb un desnivell acumulat de 3.100 m.

Vaig considerar que era la millor opció tenint en compte el temps disponible, la duresa del recorregut i els requisits que em caldria demanar als corredors.

La preparació i realització d'aquesta part s'explica en la part pràctica del treball.

En aquesta, també s'explica com vaig contactar amb els corredors voluntaris, com es va elegir la música, la tria dels trams amb i sense música i tota l'organització i la infraestructura necessària per poder obtenir el màxim nombre de dades dels corredors voluntaris.

L'obtenció de resultats i la seva anàlisi em conduiria finalment a la validació o no de les hipòtesis plantejades.

A partir de les dades obtingudes he pogut elaborar unes conclusions que s'exposen al final del treball.

Espero que al llegir-lo el gaudiu tant com jo al dur-lo a terme.

1. PART TEÒRICA

1.1. LA PRÀCTICA ESPORTIVA

Cada vegada hi ha més gent que s'apunta a tot tipus de reptes esportius. Ja sigui pujar una muntanya corrent, escalar una paret, nedar platja amunt, platja avall, o simplement aixecar-se del sofà i anar a caminar pel parc del costat de casa.

Per posar un exemple, a l'any 2018, la Marató de Barcelona va reunir la quantitat de 13.535 corredors i corredores i la de Nova York 50.766. Aquests números demostren que l'afició va en augment. Arriben nous esportistes que es sumen als veterans que perseveren.



Figura 1. Marató de Barcelona

Aquest augment d'entusiastes de l'esport ha fet que els reptes es multipliquin i que cada vegada siguin més extrems.

Per poder afrontar tota aquesta activitat en un temps relativament curt, el cos de cada corredor s'ha d'adaptar a determinades exigències, especialment el seu sistema cardiovascular, el respiratori i el muscular.



Figura 2. Marató de Nova York

1.2. LA FISIOLOGIA DE L'EXERCICI

El cos humà és una màquina magnífica organitzada a molts nivells, que van des de la cèl·lula, passant per teixits, òrgans fins als sistemes que, en condicions normals, funciona perfectament en repòs i és capaç d'adaptar-se a les necessitats que apareixen durant l'exercici.

Les diferències fonamentals que hi ha entre les situacions de repòs i d'exercici són la quantitat d'energia que requereixen els teixits i totes les modificacions en el funcionament dels diferents òrgans i sistemes, necessaris per aconseguir que el moviment sigui efectiu.

L'energia necessària està directament relacionada amb la degradació d'una molècula anomenada trifosfat d'adenosina, ATP, i amb la fosforilació oxidativa que té lloc al mitocondri de les cèl·lules musculars amb requeriment d'oxigen. En conseqüència, el transport d'oxigen per al seu consum a nivell muscular és la peça clau de la cadena que explica què passa fisiològicament durant l'exercici.

1.3. L'APARELL RESPIRATORI

L'aparell respiratori està format per una banda per les vies aèries extratoràciques o superiors, que inclouen la mucosa nasal, la faringe, la laringe i la part superior de la tràquea, i de l'altra, les vies intratoràciques o inferiors, que inclouen els bronquis principals i les seves ramificacions posteriors fins arribar a les estructures anomenades bronquíols terminals, que desemboquen en els alvèols.

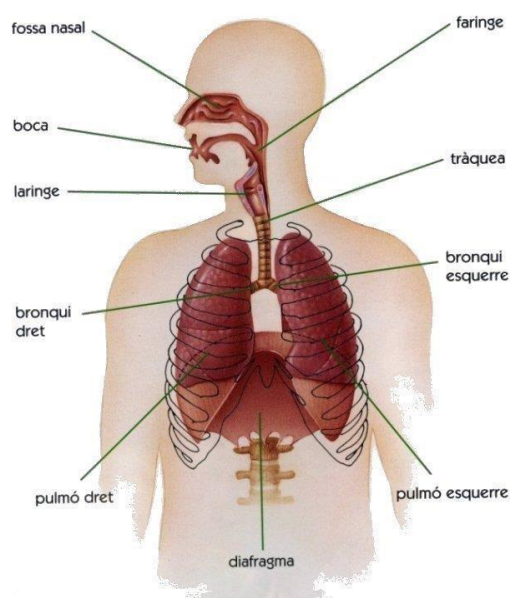


Figura 3. Anatomia de l'aparell respiratori

Els alvèols són la darrera part de ramificació dels bronquis i tenen com a funció l'intercanvi de gasos, donat que estan en contacte amb els capil·lars pulmonars.

La comunicació entre l'aire exterior que conté oxigen i el medi interior, és possible gràcies a la relació que es produeix entre les cèl·lules de l'epiteli alveolar i les cèl·lules endotelials dels vasos pulmonars, anomenada barrera alveolo-capil·lar.

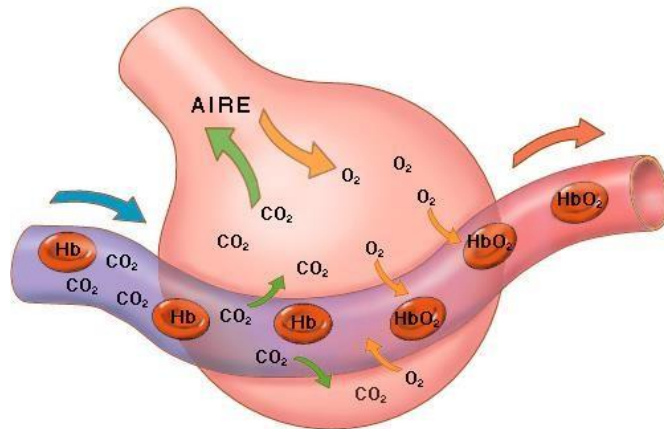


Figura 4. Barrera alveolo-capil·lar

1.3.1. EL FUNCIONAMENT

L'entrada d'aire als pulmons té lloc en l'anomenada fase d'inspiració en la qual té molta importància la física i la mecànica de la musculatura respiratòria.

Tot comença amb la contracció de la musculatura respiratòria: musculatura intercostal i, sobretot, del diafragma, que és el múscul que separa l'abdomen del tòrax. Aquest fet fa que el múscul baixi, es redueixi la pressió dins de la caixa toràcica, per la llei de Boyle-Mariotte (a més volum, menys pressió) i per la diferència de pressions entre l'exterior i el pulmó, l'aire entra dins. Els gasos sempre circulen de zones d'altres pressions a zones de baixes pressions. A mesura que l'aire va entrant es van igualant les pressions externa i pulmonar a la pressió atmosfèrica. Una vegada es produeix la relaxació de la musculatura respiratòria i sobretot del diafragma, la pressió a la caixa toràcica puja i en paral·lel l'aire surt en el que s'anomena fase d'expiració.

El resultat d'aquests moviments mobilitza un volum d'aire determinat del qual n'extraiem l'oxigen. Aquest volum depèn de l'aire mobilitzat en cada inspiració, mesurat en litres aire per minut, i de la freqüència respiratòria, que es mesura amb respiracions per minut (volum global $VG = \text{Volum inspiració } VI \times \text{freqüència respiratòria } FR$). Per tant, respecte la ventilació global podem arribar a determinats volums a base de combinar la magnitud de la capacitat inspiratòria i la freqüència respiratòria. Si el volum d'aire mobilitzat és petit, la freqüència respiratòria haurà de ser més gran si en

volem aconseguir una determinada quantitat. Això és el que sol passar en les persones poc entrenades. Durant l'exercici, col·loquialment diem que bufen més o s'ofeguen més, ja que han d'augmentar la freqüència respiratòria per aconseguir l'objectiu. En canvi l'entrenament facilita tenir el volum d'inspiració més alt i per tant es necessiten freqüències respiratòries més baixes.

També cal tenir en compte que hi ha diferents formes de respirar: nasal, oronasal o oral. Respirant per la boca es poden fer més respiracions per minut però de menys amplitud. Habitualment els esportistes, a mesura que augmenten la intensitat de l'esforç passen de respirar pel nas a fer-ho per la boca. Tanmateix, com més entrenada està una persona, més tarda en utilitzar la respiració oral i la reserva només per als moments d'intensitat màxima. D'aquesta forma maximitza el fet de treballar amb volums alts i freqüències el més baixes possibles.

1.3.2. EL PAS DE L'OXIGEN DE L'AIRE A LA SANG

A nivell del mar la pressió d'oxigen a les vies respiratòries és el resultat de multiplicar la pressió atmosfèrica pel percentatge d'oxigen:

$$P_{O_2} = P_{\text{atm}} \times O_2 (\%)$$

$$P_{O_2} = 760 \times 0.21 = 159 \text{ mmHg}$$

A l'interior del tòrax l'aire està humidificat i això fa que el percentatge d'oxigen baixi i se situï en el 19.67 %.

$$P_{O_2} = 760 \times 0.1967 = 149 \text{ mmHg}$$

Finalment, per saber quina és la pressió d'oxigen que hi ha a l'alvèol, cal tenir en compte que és més baixa i que la concentració d'oxigen a aquest nivell representa del 13,6 % de la pressió, fet que fa que la pressió d'oxigen als alvèols sigui d'aproximadament de 100 mmHg.

En l'estructura que hem anomenat barrera alveolo-capil·lar es produeix l'intercanvi de gasos que es fa per difusió simple. Així, el CO₂ que conté la sang en concentracions altes passa a l'alvèol i des d'allà s'elimina en

l'inspiració. L'oxigen passa des de l'alvèol al capil·lar fins que s'igualen les concentracions i la sang poc oxigenada torna a omplir-se'n.

Durant l'exercici i fruit de l'elevat consum d'oxigen, la sang arriba més baixa d'oxigen i per tant el gradient de pressions entre l'alvèol i el capil·lar és més gran. Això facilita la difusió i fa més rellevant encara el fet de l'intercanvi de gasos que es produeix.

1.3.3. EL SISTEMA CARDIOVASCULAR

Un cop l'oxigen ha superat la barrera alveolo-capil·lar, es troba a la sang de dues maneres diferents: una forma lliure, dissolta i indispensable pel bon funcionament cel·lular però quantitativament feble, i una forma combinada, amb l'hemoglobina indispensable per a l'oxigenació tissular.

La primera forma, lliure o dissolta, es mesura en sang com la pressió arterial d'oxigen (PaO_2) i la segona, es mesura com a saturació de l'hemoglobina (SaO_2). De forma general existeix una bona correlació entre la PAO_2 i la SaO_2 .

La sang és un teixit molt especialitzat que conté diferents classes de cèl·lules tals com els hematies o eritròcits, els leucòcits i les plaquetes, dins d'una matriu líquida que conté aigua i diferents proteïnes.

Els hematies, glòbuls vermells o eritròcits, són cèl·lules sanguínies, sense nucli en l'espècie humana, que tenen una vida mitjana de 120 dies. La seva principal funció és la de transportar l'oxigen lligat a l'hemoglobina.

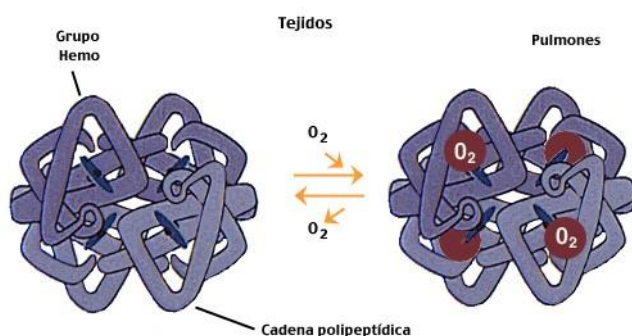


Figura 5. Hemoglobina

L'hemoglobina és una proteïna que consta de quatre cadenes de globina i cadascuna d'elles conté un grup hemo, que al seu torn té aparellat un àtom de ferro que serveix d'ancoratge a l'oxigen que transporta.

Per tant, cada molècula d'hemoglobina és capaç de portar 4 molècules d'oxigen.

Els glòbuls vermells es produeixen al moll de l'os. Es requereix d'una hormona anomenada EPO, produïda al ronyó, per a la seva formació.

En les situacions en què es produeix una reducció d'oxigen als teixits, situacions d'hipòxia, augmenta la producció d'aquesta hormona i com a conseqüència augmenta la producció d'hematies.

La sang també conté leucòcits. Tot i que aquests no participen en el transport d'oxigen, són fonamentals per a la defensa de l'organisme contra infeccions de qualsevol tipus. També conté plaquetes, que són cèl·lules molt grans i amb un paper clau en la coagulació de la sang.

Cal destacar que amb l'exercici intens i, en especial en activitats relacionades amb la resistència, es redueix el volum d'aigua del compartiment vascular, fruit de la deshidratació. Això, lligat a l'augment de productes metabòlics de degradació del múscul, fa augmentar la pressió de les proteïnes o pressió oncòtica que, per gradient de concentració i difusió, fa que passi aigua a l'espai intercel·lular i encara es pugui perdre més aigua. Provoca el que s'anomena hemoconcentració.

Per tot això és tant important beure durant la realització d'exercici físic.

1.4. ELS VASOS SANGUINIS

El sistema vascular està organitzat per tal d'optimitzar la circulació sanguínia.

Els grans vasos acaben en les arterioles, i aquestes en els capil·lars, que estan directament en contacte amb els teixits i amb les vècules.

L'oxigen, que ha començat el seu viatge a l'alvèol pulmonar, acabarà ara transportat cap als teixits, de manera que el sistema venós recollirà després la sang poc oxigenada i la farà arribar via retorn venós: vècules, venes i grans venes, cap a l'aurícula dreta, des d'on viatjarà al ventricle dret i d'aquí, novament, al pulmó per reoxigenar-se.

1.5. EL COR

El cor és un òrgan muscular que actua com a bomba impulsant la sang a través del sistema circulatori per fer arribar tots els nutrients i l'oxigen de la sang a totes les cèl·lules de l'organisme.

Es asimilable a un gran vas modificat i consta de 3 parts:

- ✚ **L'endocardi:** la capa més interna del cor, que és com l'endomisi d'un vas.
- ✚ **El miocardi:** la capa mitjana i el múscul del cor. És un tipus de múscul estriat, amb característiques que el fan diferent al múscul esquelètic i al llis.
- ✚ **L'epicardi:** la capa més externa del cor.

El cor està situat al mediastí.



Figura 6. El cor

És un òrgan tetracameral que consta de dues aurícules i dos ventricles. Està desplaçat cap a l'esquerra ja que dues terceres parts del cor estan situades a l'esquerra de l'organisme.

El seu eix té una triple orientació: de dalt a baix, de dreta a l'esquerra i de posterior a anterior.

Té forma de piràmide triangular invertida, amb una base a la part superior formada per les aurícules, una punta, l'*àpex cordis*, i tres cares: l'esternocostal, la pulmonar i la diafragmàtica.

1.5.1. LES CAVITATS DEL COR

L'aurícula dreta rep la sang que hi aboquen les venes caves.

La sang de la vena cava superior entra directament, mentre que la de la vena cava inferior entra a través d'un plec de forma semilunar, que és la vàlvula d'Eustachius.

Ambdues recullen la sang sense oxigen de tot el cos.

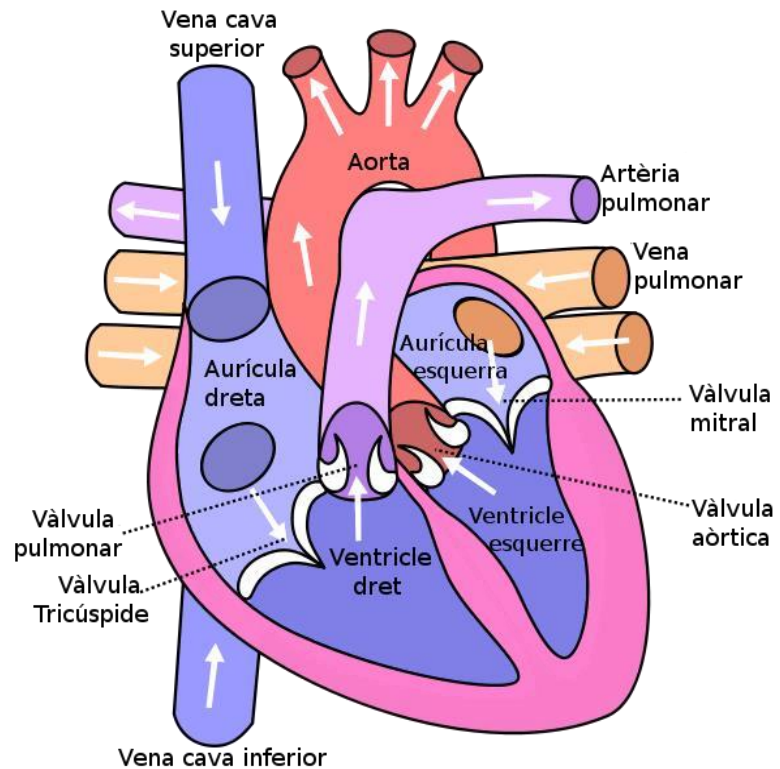
A partir d'aquí es dirigirà cap al **ventricle dret**, passant per la **vàlvula tricúspide** que, a través de la **vàlvula pulmonar**, serà expulsada per l'artèria pulmonar que la conduirà als pulmons, on s'oxigenarà.

Pel que fa la part esquerra del cor, l'**aurícula**

esquerra rebrà la sang oxigenada a través de les venes pulmonars, i passarà al **ventricle esquerre** a través de la **vàlvula mitral**.

Un cop allà, la sang travessarà la **vàlvula sigmoide aòrtica** i, a través de l'artèria aorta,

portarà la sang **Figura 7**.



Anatomia de cor oxigenada cap a la resta de l'organisme.

1.5.2. EL SISTEMA DE CONDUCCIÓ ELÈCTRICA DEL COR

El sistema de producció i conducció d'estímuls cardíacs permet que la contracció de les fibres del miocardi es produeixin de forma seqüencial i coordinada.

El sistema consta de les següents parts:

- **Node SA (sinoauricular):** és el marcapàs natural del cor. Està situat en posició subepicàrdica, entre el miocardi i l'epicardi, habitualment a la unió aurílocaval, entre la vena cava superior i l'aurícula dreta. Són fibres musculars que es despolaritzen de manera espontània. Aquest corrent elèctric travessa les parets de l'aurícula fins a arribar a estimular el següent node, l'AV.

- **Node AV (auriculoventricular):** està situat a la paret septal de l'aurícula dreta en posició subendocàrdica i és més profund que el node SA.

- **Feix auriculoventricular o d'His:** permet la continuació de la conducció de l'estímul cardíac des del node AV, fins a la cresta del septe interventricular, travessant el centre fibrós del cor. A nivell dels ventricles, es divideix en una branca esquerra amb posició subendocàrdica i una branca dreta, que és la continuació del feix d'His, que tindrà una posició inicial intramiocàrdica i que després serà subendocàrdica, més superficial.

És important tenir en compte que tant el feix d'His com les seves branques estan envoltades per una beina fibrosa que els aïlla elèctricament i evita l'estimulació dels ventricles de dalt a baix, la qual cosa no permetria impulsar la sang en el sentit correcte. La sang s'impulsa de baix cap a dalt.

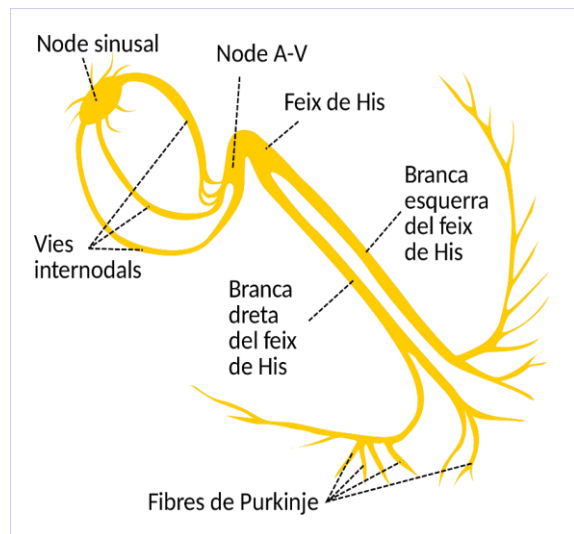


Figura 8. Sistema de conducció elèctrica del cor

- ✚ **Xarxa ventricular de Purkinje:** els feixos dret i esquerre es subdivideixen i ramifiquen estenent-se per tot el miocardi, aquest cop sense aïllament elèctric, contactant amb la musculatura de treball dels ventricles, estimulants-la elèctricament i fent que es contregui en el sentit que ha de sortir la sang.

1.6. LA SEGURETAT CARDÍACA A L'ESPORT

L'estudi de les parades cardíques relacionades amb l'esport ha generat una creixent preocupació cap a la seguretat durant la pràctica de l'activitat física.

La mort sobtada és la situació més greu que es pot desencadenar durant l'activitat física i suposa un repte preventiu molt gran pels professionals que recomanen la pràctica d'exercici i pels que la supervisen. Però també es poden veure altres quadres menys severos de desmaigs, amb o sense pèrdua de coneixement, per culpa d'alteracions elèctriques del cor.

Entre les persones de menys de 35 anys, la principal situació de risc són les cardiopaties congènites, de naixement, amb alteracions estructurals o elèctriques. Les arítmies són una font important de risc. N'hi ha algunes que acaben o poden acabar en mort sobtada però altres poden acabar en quadres menys greus, igualment importants i invalidants per fer esport. Tot i això, per damunt d'aquesta edat, hi ha altres possibilitats que inclouen principalment la cardiopatia isquèmica, els infarts o angina de pit, i la mala adaptació cardíaca.

Alguns registres han indicat que la mort sobtada relacionada amb l'esport té una incidència de 0,3 de 100.000 persones a l'any en menys de 35 anys i 3 de cada 100.000 persones a l'any en més de 35 anys. Aquesta és 10 vegades menor respecte la que no està relacionada amb l'esport. En aquest registre, els casos de mort sobtada relacionats amb l'esport van tenir una major supervivència que no els que no ho estaven.

Més del 50 % dels casos de mort sobtada relacionats amb l'esport, es produeixen en instal·lacions esportives o llocs públics adaptats per la pràctica d'exercici físic, i menys del 18% durant competicions oficials.

En les curses de muntanya de llarga distància on es posa el cos i el cor en situacions límit seria bo conèixer que passa a nivell cardíac, si hi ha arítmies durant les curses i si algunes d'aquestes són potencialment inductores de mort sobtada.

- El ritme, per saber si és regular o irregular. Per saber-ho, es mesura la distància entre els batecs. Si la distància és la mateixa de forma constant, és regular, si la distància entre els batecs varia, és irregular.



Figura 10. ECG rítmic

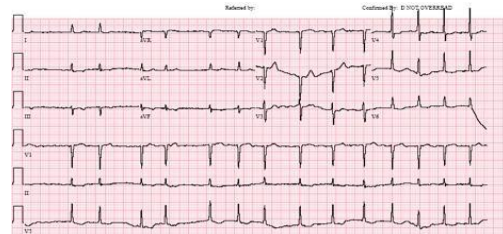


Figura 11. ECG arrítmic

- L'anàlisi de l'interval PR; un PR normal mesura entre 0,12 i 0,20 segons. Un PR prolongat és de més de 0,20s i un Pr curt és de menys de 0,12s.

- Interval QT

- Càlcul de l'eix cardíac o eix elèctric del complex QRS): l'eix cardíac és la direcció del vector total de la despolarització dels ventricles. Amb altres paraules, és la direcció principal de l'estímul elèctric al seu pas pels

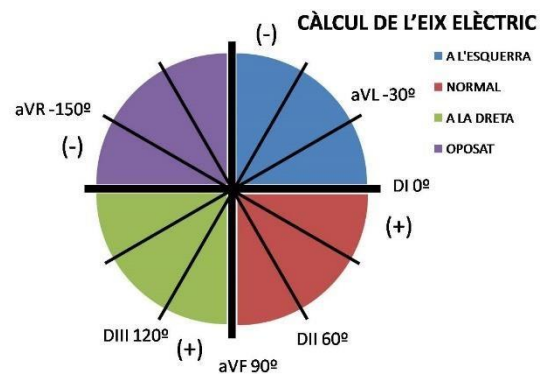


Figura 12. Càlcul de l'eix elèctric

ventricles.

L'eix normal està orientat a baix i cap a l'esquerra.

- Valoració del segment ST: un ST normal és pla o isoelectric i pot presentar petites variacions menors de 0,5 mm.

Per tal de poder valorar quines alteracions es poden veure en l'electrocardiograma durant la cursa, es bo definir i tenir clares quines són les arítmies més freqüents i quines són potencialment més perilloses. També és important saber quins són els signes elèctrics que ens han de fer pensar en un problema isquèmic o de manca d'arribada de sang a les coronàries.

Exposarem un breu resum de com es poden detectar a l'electrocardiograma 6 alteracions:

- Les extrasístoles supraventriculars són un tipus d'impuls elèctric prematur al cor, generat a un nivell superior al dels ventricles cardíacs. Pot provocar una contracció auricular prematura o un impuls prematur cap al nòdul auricoventricular.

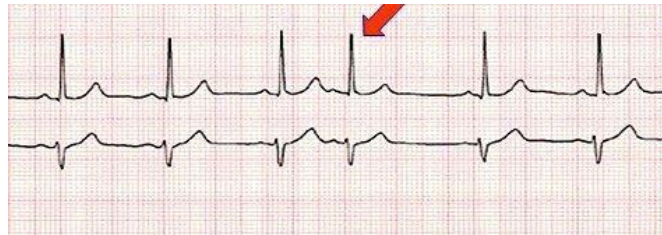
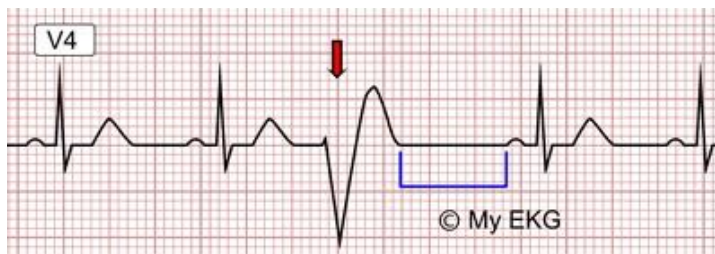


Figura 13. Extrasístole supraventricular

- Les extrasístoles ventriculars, són una arítmia cardíaca que es presenta en forma d'un únic batec aïllat anticipat.

El batec ventricular es caracteritza per ser independent de la



despolarització auricular, per tant, no vindrà precedit d'ona P.

Il·lustración 1Figura 14. Extrasístole ventricular

El complex QRS és més ample que els normals.

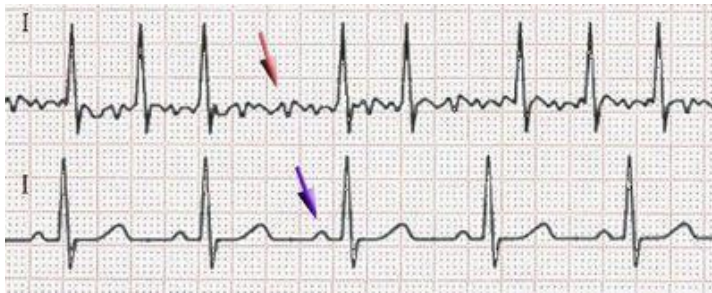
- La taquicàrdia paroxística supraventricular, són episodis de freqüència cardíaca ràpida que comencen en una part del cor per damunt dels ventricles. La freqüència sol estar entre 150 i 250 batecs per minut independent de la intensitat de l'exercici. Es molt molesta i pot generar un desmai si no es reverteix a l'hospital amb fàrmacs o cardioversió elèctrica



Figura 15. Taquicàrdia paroxística supraventricular

- L'arrítmia completa per fibril·lació auricular, és una arrítmia cardíaca ocasionada per la producció contínua i caòtica d'impulsos elèctrics a l'interior de les parets de les aurícules, les quals es veuen incapaces de contraure's adequadament.

Alguns d'aquests impulsos arriben als ventricles i hi determinen una



contracció
totalment arrítmica
(arrítmia completa)
que tothom aprecia
fàcilment palpant el
pols.

Figura 16. Arrítmia

Les causes més importants de fibril·lació auricular són l'arteriosclerosi coronària, l'estenosi reumàtica de la vàlvula mitral, l'hipertiroïdisme i també es pot donar durant la pràctica esportiva.

- La fibril·lació ventricular, és una arrítmia cardíaca ocasionada per la producció desorganitzada d'impulsos elèctrics a l'interior de les parets dels ventricles, els quals són incapaçs de contreure's adequadament.

La manca de contracció ventricular equival a l'aturada cardíaca i, per tant, pot provocar la mort en pocs minuts si no cessa l'arrítmia. La causa més comuna de fibril·lació ventricular és l'infart agut de miocardi.



Figura 17. Fibril·lació ventricular

- La isquèmica miocàrdica, o falta de reg sanguini, que es manifesta amb una inversió simètrica d'ona T.

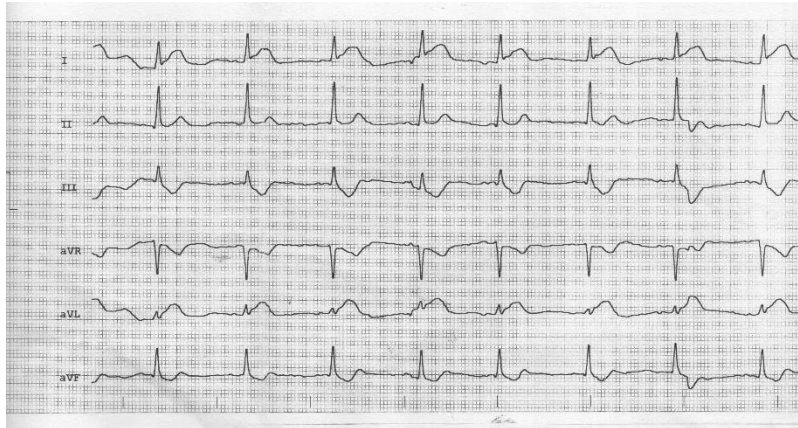


Figura 18. Isquèmia miocàrdica

2.6.2. LES ZONES DE FREQUÈNCIA CARDÍACA

Les zones de freqüència cardíaca són una eina per controlar la intensitat de l'entrenament esportiu.

Es classifiquen en 5 zones basant-se en els percentatges de la freqüència cardíaca màxima.



ZONA 5, MÀXIMA

% intensitat FC màxima: 90-100%

Pulsacions per minut (exemple d'una persona de 38 anys): 171-190 ppm

Duració: 5 minuts

Efecte de l'entrenament: Esforç màxim o quasi màxim a nivell muscular i pulmonar. Sensació de molt cansament a nivell pulmonar i muscular. Recomanada per atletes molt experimentats i en molt bona forma, només intervals curts, especialment a l'última preparació per carreres curtes.



ZONA 4, INTENSA

% intensitat FC màxima: 80-90%

Pulsacions per minut (exemple d'una persona de 38 anys): 152-172 ppm

Duració: 2-10 minuts

Efecte de l'entrenament: Beneficia en la millora de la capacitat per resistir més temps anant a gran velocitat. Tot i això, causa fatiga muscular i respiració accelerada. Recomanada per a atletes experimentats, per entrenaments en qualsevol època de l'any i de qualsevol duració tot i que és més important a la fase de pretemporada.



ZONA 3, MODERADA

% intensitat FC màxima: 70-80%

Pulsacions per minut (exemple d'una persona de 38 anys): 133-152 ppm

Duració: 10 - 40 minuts

Efecte de l'entrenament: Millora el ritme de l'entrenament en general, fa més fàcil realitzar esforços de la intensitat moderada i millora el rendiment. Sensació de respiració constant, controlada i ràpida. Recomanada a atletes que entrenen per participar a competicions o que busquen millores al seu rendiment.



ZONA 2, SUAU

% intensitat FC màxima: 60-70%

Pulsacions per minut (exemple d'una persona de 38 anys): 114-133 ppm

Duració: 40-80 minuts

Efecte de l'entrenament: Millora el nivell de l'estat de forma bàsic, millora la recuperació i activa el metabolisme. Sensació còmode i fàcil, càrrega muscular i cardiovascular baixa. Recomanada a totes les persones que realitzen sessions d'entrenament llargues durant períodes d'entrenament bàsic i pels exercicis de recuperació durant els mesos de competició.



ZONA 1, MOLT SUAU

% intensitat FC màxima: 50-60%

Pulsacions per minut (exemple d'una persona de 38 anys): 104-114 ppm

Duració: 20-40 minuts

Efecte de l'entrenament: Ajuda a escalfar, refredar-se i a la recuperació. Sensació molt fàcil i poc esforç. Recomanat per exercicis de recuperació i refredament durant la temporada d'entrenament.

2.7. L'ADAPTACIÓ CARDÍACA A L'EXERCICI

Durant l'exercici el sistema cardiovascular té una capacitat d'adaptació a l'esforç molt important encara que limitada.

2.7.1. LA FREQUÈNCIA CARDÍACA

La freqüència cardíaca segueix sent el mitjà més senzill per estudiar l'adaptació del cor a l'esforç. Se sap que aquesta augmenta amb l'exercici i ho ha de fer de forma proporcional a la intensitat d'aquest. Si la càrrega és important, l'augment serà molt ràpid. Però l'entrenament repetit pot fer modificar la freqüència basal a la baixa i la que es necessita per obtenir un determinat resultat, perquè el cor, després de l'entrenament tindrà un volum d'ejecció més gran. És a dir, que en un batec expulsarà més sang que abans d'estar entrenat, fent que amb una freqüència cardíaca basal més baixa arribi la mateixa quantitat de sang als teixits i permeti que al fer exercici, en freqüències cardíques elevades, arribi més sang als teixits i s'incrementi el rendiment.

L'adaptació consistirà en adequar l'aportació d'oxigen a les necessitats d'aquest element en un determinat moment. La freqüència cardíaca basal és el balanç entre l'acció de dos sistemes que pertanyen al sistema nerviós autònom: sistema simpàtic i sistema parasimpàtic.

Durant el repòs i els exercicis de baixa intensitat predomina l'acció del parasimpàtic i per tant, el ritme cardíac sol ser més baix que durant l'exercici intens, en què predomina el sistema simpàtic i el cor s'accelera de forma clara.

2.7.2. EL VOLUM SISTÒLIC

També es rellevant durant l'exercici el que s'anomena volum d'ejecció sistòlica, que es defineix com la quantitat de sang que expulsa el cor en cada sístole. En repòs se sap que presenta un mitjana de 60 ml/min però, en exercici pot arribar a doblar aquesta xifra.

En funció de l'entrenament podem incrementar aquest volum, però com a màxim el podem doblar. Tot això és degut a que l'exercici millora el retorn venós, per l'efecte de massatge de retorn a les venes que proporciona una bona musculatura.

Els esportistes tenen més distensibilitat de les parets del miocardi quan s'omple el cor durant la relaxació i això fa que després, en fase de sístole, hi hagi més volum a desplaçar. També perquè augmenta la força contràctil cardíaca per acció de l'adrenalina i noradrenalina, procedents de l'estimulació simpàtica a causa de l'exercici.

2.7.3. LA DESPESA CARDÍACA

La despesa cardíaca és un terme que fa referència a la quantitat de sang que pot bombejar el cor en un determinat interval de temps, es mesura en litres per minut i es calcula per mitjà de la multiplicació del volum sistòlic (VS) per la freqüència cardíaca (FC) $DC = VS \times FC$.

És un paràmetre que es modifica per la intensitat de l'exercici. Inicialment depèn dels dos factors VS i FC, però a intensitat màxima i una vegada doblat el VS, aquest ja no pot incrementar-se més, i per tant depèn de la FC. Cal recordar que existeix una freqüència cardíaca màxima i que aquesta depèn de l'edat, en funció de la següent fórmula:

$$FC \text{ màxima} = 220 - \text{edat.}$$

Es recomana no estar per sobre del 85 % d'aquesta FC màxima per tal de garantir la seguretat en la pràctica de l'exercici.

2.8. LA IMPORTÀNCIA DEL MÚSCUL

El múscul esquelètic i tota la maquinària cel·lular acompanyant són la darrera baula de la cadena. Fins ara, a través de la cadena respiratòria, cardiovascular i de la sang ens han permès transportar l'oxigen, juntament amb diferents nutrients i hormones al lloc on és necessari, i on serà consumit.

Tant en repòs com durant l'exercici podrem observar una diferència entre la concentració d'O₂ abans i després del múscul que anomenem diferència arteriovenosa d'O₂. Aquesta diferència és d'aproximadament 5 mmHg i augmenta amb l'exercici però fins a un límit, sempre per descens de la P_O₂ venosa i fruit que l'exercici fa més l'extracció d'oxigen als teixits.

2.8.1. L'ANATOMIA DEL MÚSCUL

El múscul està format per milers de fibres musculars. Cadascuna d'aquestes fibres està recoberta d'una membrana anomenada endomisi i formada per teixit connectiu. Aquestes fibres s'organitzen en fascicles musculars a partir de la suma de grups d'aproximadament 150 fibres musculars recobertes per una altra membrana anomenada perimisi. Finalment, diferents fascicles s'agrupen per formar un múscul sencer i queden recobertes de l'epimisi. Aquesta capa de teixit conjuntiu subjecta tots els paquets musculars de l'interior i serveix per enganxar o inserir el

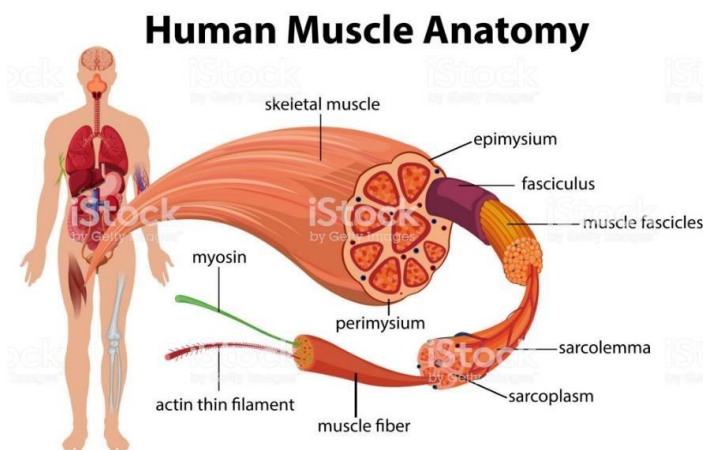


Figura 19. L'anatomia del

múscul múscul als ossos o tendons. Els tendons són prolongacions de l'epimisi.

2.8.2. LES BASES FISIOLÒGIQUES DE LA CONTRACCIÓ MUSCULAR

La Unitat funcional del múscul esquelètic és la fibra muscular i el miòcit n'és la cèl·lula base. Aquesta cèl·lula té una membrana que es diu sarcòlema i un citoplasma que anomenen sarcoplasma. Es caracteritza per tenir

diferents nuclis i sobretot perquè conté uns microfilaments contràctils formats per dues proteïnes: l'actina i la miosina. L'alternança en la disposició d'aquestes proteïnes és la que dona al múscul el seu aspecte estriat característic. Aquestes estries s'organitzen dins d'un espai anomenat sarcòmer.

Els sarcòmers vistos al microscopi tenen un patró de bandes. La banda A més fosca està formada per fibres de miosina mentre que les bandes I corresponen a l'espai reservat a l'actina.

En estat de relaxació pràcticament aquestes bandes no se sobreposen i per tant les proteïnes tampoc. En canvi, en l'estat de contracció l'actina (banda I) se sobreposa quasi totalment a l'actina (banda A) tal i com s'observa a la figura Y. Això passa perquè els filaments d'actina es desplacen i llisquen sobre els de miosina. Per a la contracció muscular es precisa energia que procedeix de la degradació de l'ATP.

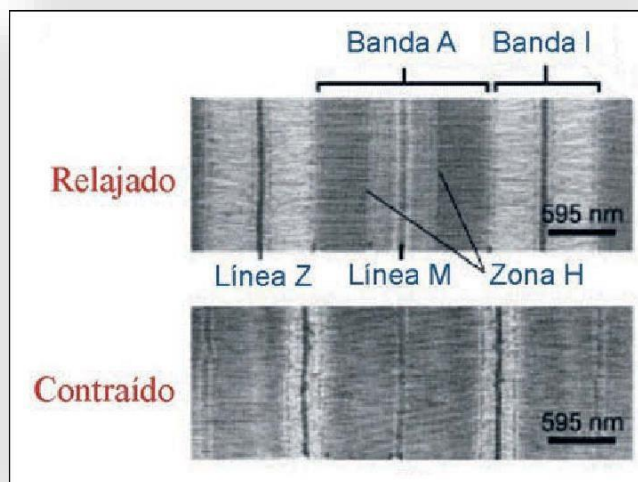


Figura 20. Sarcòmer vist pel microscopi

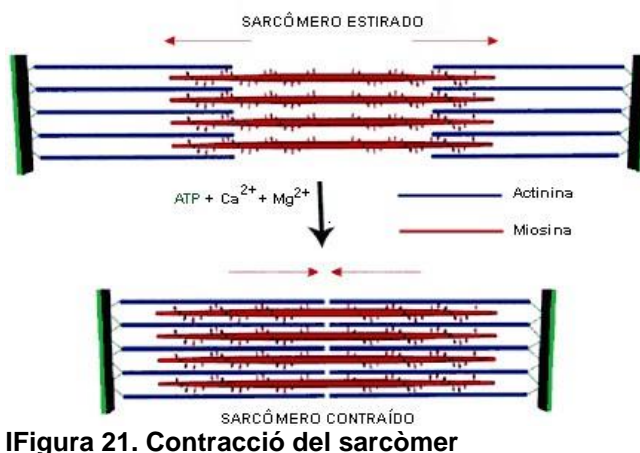


Figura 21. Contracció del sarcòmer

Perquè es produeixi una contracció muscular es necessita que el sistema nerviós envii una ordre. De fet, el contacte entre el terminal de la neurona motora i la fibra muscular és molt estret i és el que anomenem placa motora.

Quan la informació nerviosa de la contracció arriba, via senyal elèctric en forma de potencial d'acció, es produeix a la cèl·lula un alliberament molt important de calci del reticle sarcoplasmàtic . Aquest calci es fixa a una proteïna anomenada tropomiosina i destapa una part de la miosina, que és el pont d'unió amb l'actina. A partir d'aquest moment, els caps de la miosina i els filaments l'actina s'uniran i, aprofitant ATP i les ATPases de la miosina, el degradaran generant l'energia necessària per a la contracció muscular.

Mentre hi hagi calci i ATP la contracció podrà ser efectiva.

El cos té diferents tipus de fibres musculars que s'especialitzen en la velocitat-explosivitat: fibres tipus II o bé en la resistència: fibres tipus I. Ambdues tenen mecanismes de contracció i d'aprofitament de l'oxigen diferents, les oxidatives: dependents O_2 o glucolítiques: sense O_2)

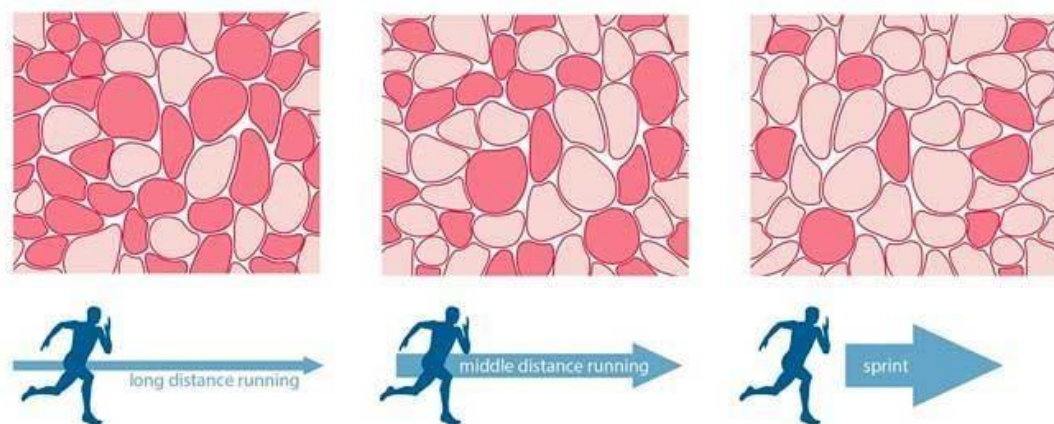


Figura 22. Tipus de fibres musculars

Les fibres tipus II són específiques d'esforços explosius, curts i intensos i es caracteritzen per tenir un nivell molt elevat d'activitat ATPasa, per tant molta capacitat d'hidrolitzar ATP. La renovació de l'ATP es produeix per glucòlisi. En canvi, les fibres tipus I es caracteritzen per un baix nivell d'activitat ATPasa i per tant per una renovació de l'ATP únicament per via aeròbica. Són les fibres adients per realitzar esforços de llarga durada i les més usades en la resistència i la ultra resistència.

Per al múscul l'única font d'energia és l'ATP i el seu consum depèn de la intensitat i durada de l'esforç. Per tant és útil saber quines vies

metabòliques s'usen per regenerar-lo i quina importància té la via aeròbica i la anaeròbica

2.8.3. LA VIA DE LA FOSFORILACIÓ OXIDATIVA

Aquesta via produeix el 95 % de l'ATP durant l'exercici lleuger i moderat.

En aquest cas és fonamental la presència de l'oxigen en quantitats suficients. Per aquesta via també es requereix glucosa que serà transformada en àcid pirúvic mitjançant la glicòlisi.

Aquest producte és l'entrada al cicle de Krebs, que és un conjunt de vuit reaccions químiques que van generant ATP fins a generar-ne 38 molècules: 36 pel cicle de Krebs i 2 per la glicòlisi.

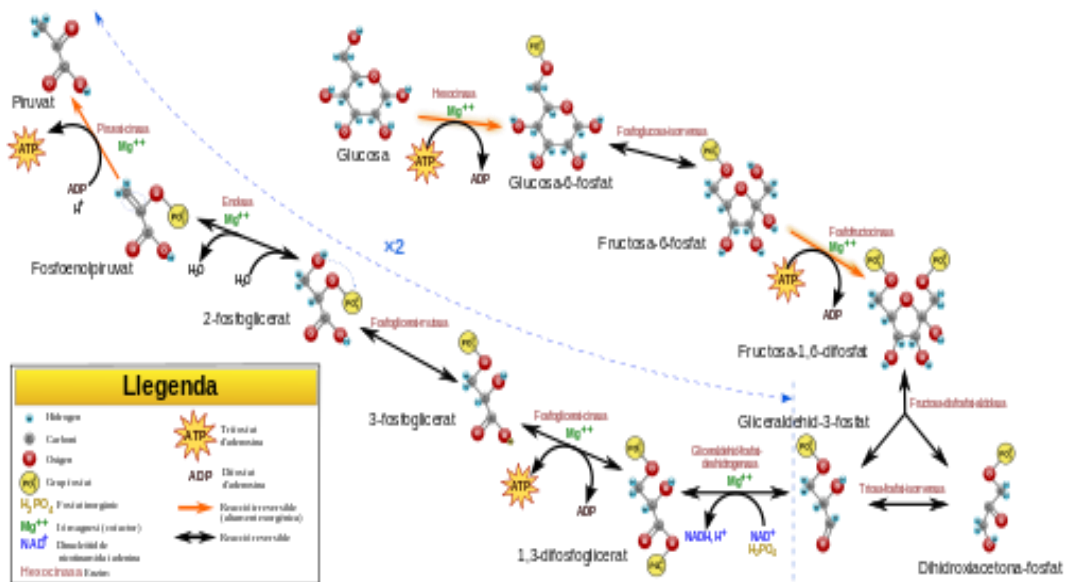


Figura 23. Via de la glicòlisi

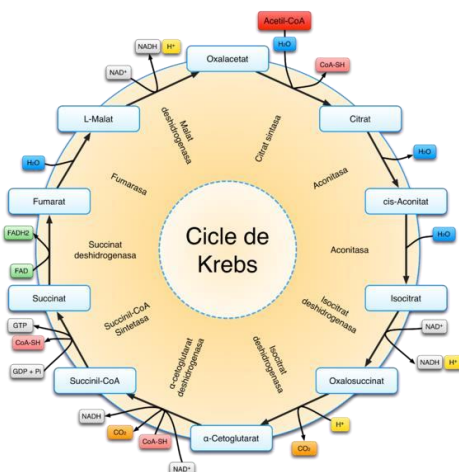


Figura 24. Cicle de krêbs

Tot i que aquesta és una via molt rellevant, té alguns problemes que la poden fer fracassar: la lentitud per sintetitzar ATP, una necessitat constant d'oxigen i una aportació de glucosa que durant els esforços també és finita. A banda de glucosa, en aquesta via també es poden usar àcids grassos.

2.8.4. LA VIA DE LA FOSFOCREATINA

Quan l'activitat muscular és intensa la concentració d'ATP disminueix a gran velocitat i cal regenerar-la amb celeritat.

La fosfocreatina és una molècula altament energètica que trobem al múscul. Quan es combina amb una molècula d'ADP procedent de la hidròlisi de l'ATP, és capaç de resintetitzar ATP. El catalitzador d'aquesta reacció és l'enzim anomenat creatin-fosfocinasa:



Aquesta via permet mantenir la potència de contracció durant uns 15 segons. Per aquesta reacció no es precisa d'oxigen, però sí que aquest element és imprescindible per resintetitzar fosfocreatina i que les reserves d'aquesta proteïna no s'exhaureixin.

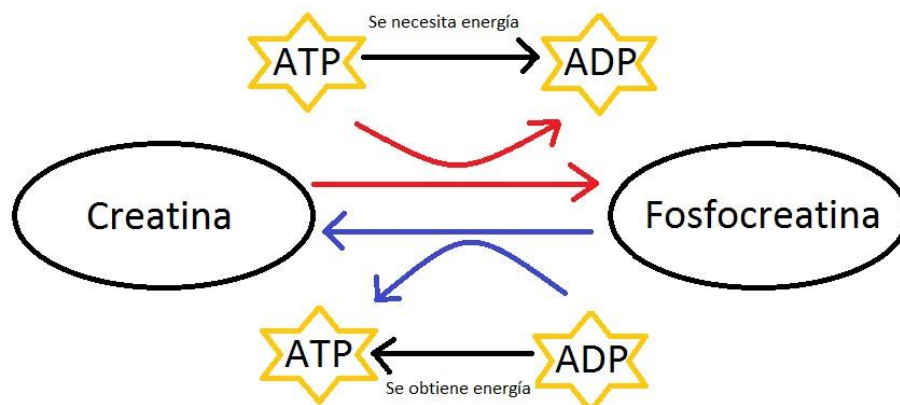


Figura 25. Via de la fosfocreatina

2.8.5. LA VIA DE LA GLICÒLISI ANAERÒBICA O FERMENTACIÓ LÀCTICA

Denominada també via anaeròbica làctica, la glicòlisi anaeròbica permet la producció de 2 molècules d'ATP a partir de la degradació de la glucosa en sang, o del glucogen muscular, i la transformació de la glucosa en piruvat.

En absència d'oxigen aquest piruvat no pot entrar a la cadena respiratòria del cicle de Krebs i s'ha de metabolitzar a lactat.

Aquesta via produeix poca energia, tan sols 2 ATP enlloc dels 38, i l'acumulació del lactat genera fatiga muscular i les anomenades tiretes.

Tanmateix, de vegades és l'única opció fisiològica que queda i per tant té una gran utilitat.

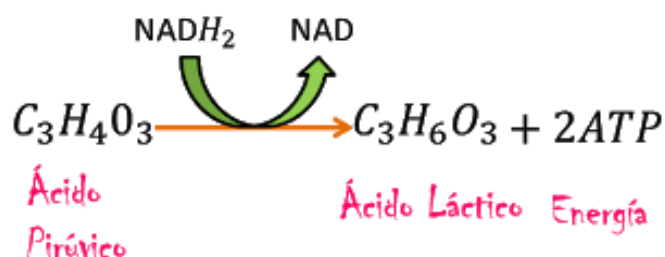


Figura 26. Fermentació làctica

2.9. ELS NUTRIENTS USATS AMB L'OXÍGEN

Els àcids grassos s'emmagatzemen a l'organisme en forma de triglicèrids, localitzats principalment al teixit subcutani i a determinats indrets com les natges, malucs a les dones i panxa als homes. Aquests substrats caldrà mobilitzar-los de les seves reserves i transformar-los en àcids grassos per poder fer-los servir. Aquesta recuperació és més difícil del que sembla i exigeix l'acció d'un enzim anomenat lipasa i de catecolamines com l'adrenalina i noradrenalina que s'alliberen durant l'exercici.

Els triglicèrids adiposos suposen una reserva energètica d'aproximadament 45.000 kJ. Hi ha també triglicèrids més accessibles i localitzats en forma de gotetes dins dels músculs que representen 1000 kJ però són de molt més fàcil mobilització.

Tots aquests lípids alliberats són capaços de produir a través de la betaoxidació acetil-CoA i a partir d'aquí activar el cicle de Krebs, igual com el piruvat ho fa a partir de la glucosa.

La glucosa té unes reserves menys importants i és un substrat finit.

La forma d'emmagatzemar la glucosa és el glucogen que pot estar localitzat a nivell del fetge o dels músculs. Cal tenir en compte que després d'un àpat del 25 al 30% de la glucosa ingerida s'emmagatzema en forma de glucogen hepàtic, del 30 al 50% en glucogen muscular i la resta s'oxida.

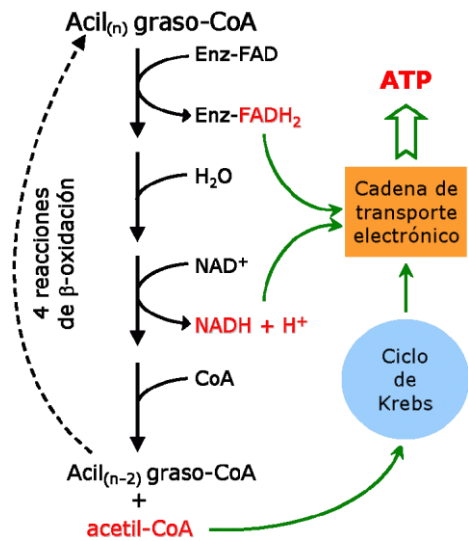


Figura 27. Beta-oxidació

En situació de necessitat, aquest glucogen serà transformat per mitjà d'un enzim en glucosa, apta per generar energia. En funció de la intensitat de l'exercici s'usarà un tipus de substrat o un altre.

En la figura 27 es pot veure com va creixent el percentatge de glucosa usat en funció del creixement de la intensitat de l'exercici, i com passa a la inversa en el cas dels lípids. A intensitats baixes es cremen més lípids que glúcids.

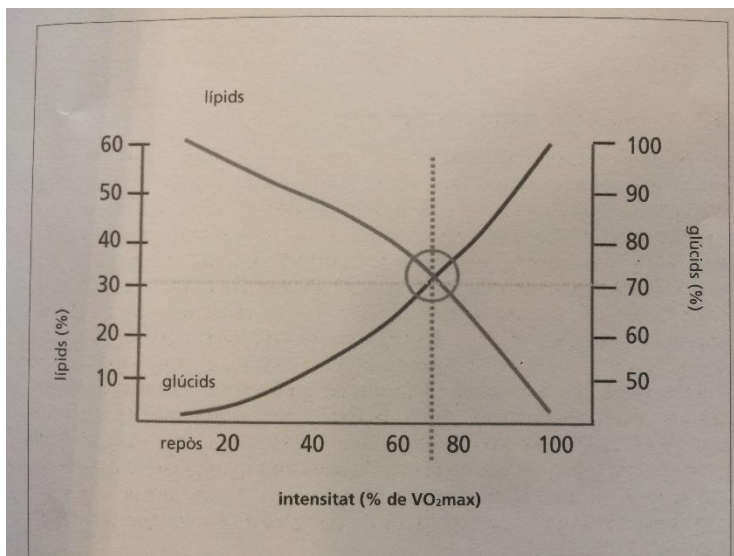


Figura 28. Concepte d'encreuament segons Brooks i Mercier

A partir d'un 70% d'intensitat aquestes corbes es creuen i a intensitat màxima només s'usa glucosa procedent del glucogen muscular o hepàtic.

2.10. LA MÚSICA

La música és un art que s'expressa mitjançant la combinació de sons tenint en compte la melodia, l'harmonia, el ritme i el timbre. Es manifesta en l'organització dels sons i els silencis en el temps.

Ha estat a les societats humanes des dels seus orígens, amb formes, funcions, manifestacions i productes molt diversos segons cada context i cada moment.

La música té molts gèneres, com la clàssica, l'electrònica, el hip-hop, el gòspel, el jazz, l'òpera, el rock i el pop, entre molts altres i subgèneres, com l'àcid jazz, l'electropop, el folk rock, el pop rock i el vals anglès.

Avui en dia la música té un gran paper a la societat ja que la gent no només escolta música per plaer, sinó que fins i tot n'hi ha que reflecteixen la seva forma de viure, relacionar-se i expressar-se amb diferents estils musicals.

En l'àmbit televisiu també és molt utilitzada amb la intenció d'atreure consumidors mitjançant músiques impactants o que els facin pensar en el producte anunciat en qualsevol moment del dia. Per altra banda, en l'àmbit cinematogràfic, proporciona un ajut a l'espectador introduint-lo en la història que es desenvolupa i fent-la més atractiva.

Però la música no només produeix efectes en els àmbits socials i d'entreteniment, sinó també en els psicològics, educatius i terapèutics.

Per exemple, en l'àmbit psicològic pot produir canvis en la conducta del subjecte o ajudar-lo a concentrar-se quan ha de realitzar un treball o una activitat.



Figura 29. Música i estudi

2.11. ESTUDIS SOBRE MÚSICA I ESPORT

Ara per ara hi ha pocs estudis que relacionin la música i l'esport, i la majoria dels que hi ha no arriben a resultats prou concloents. Tot i això, n'he trobat alguns que vull comentar perquè m'han semblat interessants pels resultats obtinguts o bé per la relació que mantenen amb el meu projecte.

El primer és un estudi realitzat per Cole Z. i Maeda H. L'any 2015, que proposava la realització del test de Wingate, en bicicleta estàtica. El test consisteix en 4 sèries de 30 s amb 4 min de descans entre sèrie i sèrie, tot això dues vegades, una amb música i l'altra sense. Els participants eren adults, d'una mitjana de 20 anys, no familiaritzats amb l'esport, és a dir que no en feien habitualment. Al finalitzar, l'estudi arriba a les conclusions que la música millora el rendiment i fa gaudir més l'esportista. També afirma que escoltar música durant un exercici d'interval intens, pot ser una estratègia per facilitar la participació en l'entrenament.

El següent estudi, realitzat per Stork MJ, Kwan MY, Gibala MJ i Martin Ginis KA l'any 2015 consistia en fer córrer en una cinta 26 universitaris, 13 que entrenaven habitualment i 13 que no, amb música i sense. Tots ells van respondre un qüestionari abans i després de realitzar la prova per comprovar el seu nivell d'ansietat. L'estudi conclou que fer exercici redueix l'ansietat en tots els casos i que la música fa millorar el rendiment dels participants que no fan esport de forma continuada, però no té efectes sobre els que habitualment realitzen una activitat esportiva. També afirma que la música prolonga la resistència d'ambdós grups.

El següent estudi, realitzat per Baldari C, Macone D, Bonavolonta V i Guidetti L l'any 2010 consistia en realitzar dues contrarellotges de 10 km amb bici, una amb música i l'altra sense. Els participants eren 16 joves, i l'estudi pretenia analitzar si la freqüència cardíaca variava o no amb la música. Els resultats van suggerir que la música millorava la velocitat, sobretot als primers minuts de la contrarellotge.

En el quart estudi, realitzat per Atkinson G, Wilson D i Eubank M l'any 2004 es feia córrer a 20 noies i 15 nois, d'una mitjana de 20,7 anys, durant 12 minuts, amb la música que ells mateixos havien escollit, amb música que no havien escollit o sense música, i de forma aleatòria. En els nois, s'observava que no canviaven els resultats depenent de si la música havia estat escollida per ells o

no. En canvi, en les noies, hi havia una notable diferència. Corrien més quan elles havien escollit la música.

Aquest estudi, realitzat per Brownley K, McMurray R i Hackney A l'any 1995 feia córrer en una cinta 8 corredors entrenats i 8 no entrenats, sota tres condicions: amb música ràpida, lenta i sense música, i amb tres condicions d'intensitat: baixa, moderada i alta. Les conclusions a les quals s'arribava eren que per als corredors entrenats no hi havia cap variació amb música o sense, però per als 8 participants no entrenats, el rendiment millorava amb una intensitat baixa o moderada de música.

Amb aquests 5 estudis podem determinar que la música no sempre fa millorar el rendiment. Però en determinades circumstàncies sí que el millora, sobretot en persones poc entrenades i en exercicis d'alta intensitat i curta durada. La majoria d'estudis coincideixen en afirmar que la música fa gaudir més de l'activitat i millora la resistència, ja que ajuda a evadir-se i no centrar-se en el cansament.

Després d'una revisió exhaustiva de tota la bibliografia relacionada amb la música i l'esport per mitjà d'una cerca a la base de dades de literatura mèdica pubmed, s'han trobat aquests articles rellevants:

① L'estudi realitzat per Szmedra i Bacharach l'any 1998 consistia en realitzar dues proves d'esforç a deu homes de 25,1(+/- 6) anys ben preparats físicament, en una cinta de córrer durant 15 minuts, una escoltant música clàssica i l'altra sense música.

La freqüència cardíaca, tant d'esforç com de recuperació i la pressió arterial sistòlica, van ser menors a les proves amb música. També van ser inferiors les concentracions de lactat en sang i de catecolamines.

Aquest estudi conclou amb que també va ser menor la percepció subjectiva de l'esforç (escala de Borg) i que això va fer que el cos respongué d'una manera "simpàtica" a l'exercici.

② L'estudi següent realitzat per Copeland i Franks l'any 1991 consistia en realitzar una prova d'esforç fins a la fatiga a 24 joves sans (13 dones i 11 homes).

Per fer-ho, van dividir 3 grups:

✚ Prova A: música a alta intensitat i de ritme ràpid

✚ Prova B: música a baixa intensitat i lenta ✚ Prova

C: sense música

Van estudiar la freqüència cardíaca (FC), la sensació d'esforç (escala de Borg) i el temps total fins arribar a la fatiga.

Els resultats van mostrar que la FC i la sensació d'esforç van ser menors a la prova B (música lenta i baixa) que a les proves A i C.

També es va evidenciar una major distància recorreguda a les proves amb música respecte el grup control, encara que només la prova B va ser estadísticament significativa.

Van arribar a la conclusió que la música actua com a estímul capaç de focalitzar l'atenció del subjecte i aïllar-lo de la resta d'estímuls externs, a la vegada que redueix la sensació de cansament.

3 El següent estudi realitzat per Szabo l'any 1999, consistia de proves d'esforç a 24 homes i dones en bicicleta estàtica escoltant diferents tipus de música:

✚ Música a ritme lent

✚ Música a ritme alt

✚ Música amb un ritme progressiu de lent a ràpid

✚ Música amb un ritme progressiu de ràpid a lent

Van aconseguir més potència de pedaleig els esportistes que van escoltar música amb ritme alt i, juntament amb la música que progressa de lent a ràpid, van ser les preferides dels participants per fer l'exercici.

4 Per acabar, l'últim estudi realitzat per Arkinson l'any 2004 consistia en pedalejar 10 km amb bicicleta estàtica en el menor temps possible. Hi van participar 16 homes de 25 (+/- 5) anys.

8 d'ells van realitzar la prova primer amb música i al cap d'una setmana sense. La resta van fer el mateix a la inversa.

La velocitat mitjana, la potència mitjana, la FC mitjana i la percepció de l'esforç realitzat van ser significativament majors a la prova amb música acompanyant.

Amb aquests 9 estudis podem determinar que la música no sempre fa millorar el rendiment. Però en determinades circumstàncies sí que el millora, sobretot en persones poc entrenades i en exercicis d'alta intensitat i curta durada. La majoria d'estudis coincideixen en afirmar que la música fa gaudir més de l'activitat i millora la resistència, ja que ajuda a evadir-se i no centrar-se en el cansament.

3. PART PRÀCTICA

La part pràctica d'aquest treball ha consistit en articular una estratègia que em permetés validar les hipòtesis plantejades a l'inici.

L'Emma Roca coneguda i amiga del meu pare, llicenciada en Bioquímica i Bombera Professional del grup de rescat de la Generalitat de Catalunya (GRAE), que ha competit en triatlons, duatlons, maratons de muntanya, esquí de muntanya i sobretot raids, la seva gran passió on ha quedat Campiona del món el 2010, em va oferir a possibilitat de contactar amb corredors voluntaris que participaven en una cursa de muntanya. Em va semblar una idea excel·lent. Ara em calia plantejar com ho faria i quins recursos humans i materials em farien falta. Em vaig cabussar en el projecte.

Per començar em vaig adonar que no totes les variables relacionades amb les hipòtesis eren igualment objectivables.

Les mesures relacionades amb l'àmbit mèdic es podien quantificar i, per tant, se'n podien obtenir resultats objectius. Vaig decidir avaluar-les a partir de les mesures de 5 paràmetres: pressió arterial, pols arterial, saturació d'oxigen, pes i índex de massa corporal, i anàlisi d'orina.

L'avaluació de la variació del rendiment esportiu, amb o sense música, no podia tenir el mateix tractament. Per tal de valorar-ho de la millor forma, vaig pensar en fer una estudi comparatiu dels temps dels corredors, amb música en determinats trajectes, amb corredors control, sense música. A més, una enquesta amb l'opinió dels corredors voluntaris que escoltarien música durant uns determinats trajectes, m'ajudaria en la validació de les hipòtesis relacionades. Aquesta part no seria tan objectiva com la primera però no per això deixaria de tenir importància. Per completar aquesta part de l'estudi elaboraria una altra enquesta que enviaria a tots els meus contactes a través d'un formulari Google.

En primer lloc he cregut oportú indicar les característiques de la cursa, la selecció dels voluntaris, el material necessari i la tria de la música.

També he considerat necessari explicar els paràmetres mèdics i com i amb què es realitzarien les mesures d'aquests.

3.1. LA CURSA NAUT ARAN

La Naut Aran és una cursa de muntanya que travessa gran part dels Pirineus de Lleida.

La darrera edició es va dur a terme els dies 4 i 5 d'agost de 2018, per segon any consecutiu.

Va constar de 4 variants de curses, cada una amb un recorregut, distància i desnivell diferents.

- **Quilòmetre vertical:** de 3.5 Km + 950 m de desnivell. Consisteix en pujar al cim del Pui



Figura 30. Logo Naut Aran

d'Unha (2.221 m). És la cursa més explosiva de totes ja que és el recorregut més curt.

- **Short:** de 21 km + 1.500 m de desnivell acumulat.
- **Trail:** 52 km + 3.100 m de desnivell acumulat.
- **Ultra:** 87 km + 5.600 m de desnivell acumulats.

El tipus de cursa en la qual es va realitzar l'estudi va ser la Trail. Es va considerar la millor opció tenint en compte el temps disponible, la duresa del recorregut i els requisits demanats als corredors.

3.2. LA TRAIL NAUT ARAN

La Trail Naut Aran, és una cursa amb un recorregut total de 52 km, 3.100 m de desnivell positiu i 3.100 m més de desnivell negatiu.

El dia de sortida va ser el 4 d'agost des del poble de Salardú, situat a 1.268 m d'alçada, a les 7.00 h.

Els corredors/es tenien un màxim de 14 h per realitzar tot el recorregut i arribar al mateix punt des d'on havien sortit. Per tant, podien arribar fins a les 21.00 h.

El punt més alt de la prova va ser el Tuc de Maubèrme, de 2.880 m.

Durant tot el recorregut es van habilitar 5 avituallaments complets als kilòmetres: 6,8; 14,7; 23,6; 33,5 i 39,7 i 1 punt d'aigua al kilòmetre 46,1. També es va facilitar l'avituellament final a l'arribada on els/les participants podien hidratar-se i menjar diferents tipus d'aliments.

El perfil de la cursa va ser l'indicat en el gràfic següent:

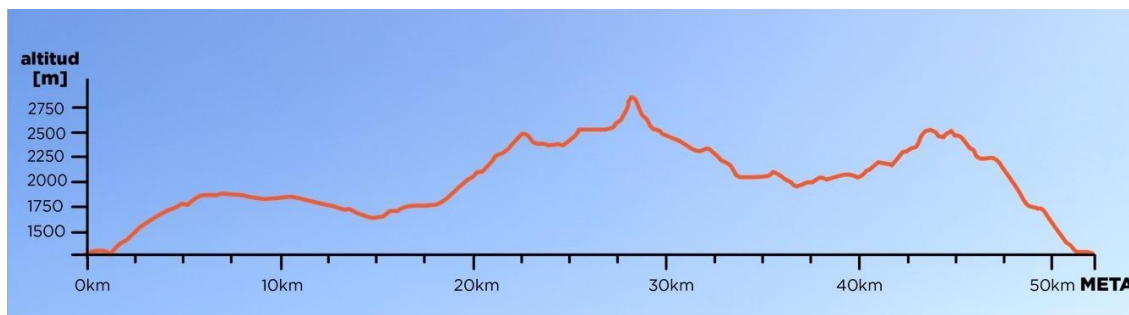


Figura 31. Recorregut Trail Naut Aran

Per poder participar en aquesta cursa calia portar un material obligatori que va ser revisat just abans de començar el recorregut.

MATERIAL NECESSARI

got o un bidó de plàstic

sistema d'hidratació d'un litre mínim

paravent transpirable

una primera capa de roba tèrmica

Gorra

telèfon mòbil carregat i activat

manta tèrmica de 220 X 140 cm

Xiulet

sabates esportives de Trail running

motxilla o un equivalent

crema solar (recomanat)

reserva d'aliments

pals de muntanya (recomanat)

antisèptic (recomanat)

material per fer embenatges (recomanat)

ulleres de sol (recomanat)

guants (recomanat)

Taula 1. Material necessari

3.3. LA SELECCIÓ DELS PARTICIPANTS EN L'ESTUDI

Els possibles corredors havien de satisfer una sèrie de requisits.

Havien de ser preferiblement homes, d'entre 25 i 45 anys, amb un entrenament d'una mitjana de 10 hores setmanals durant els últims 5 anys en carrera a peu o de muntanya i no podien participar-hi si havien patit una lesió recent, tenien antecedents de malalties cardiovasculars o si no havien fet una prova d'esforç durant els últims 2 anys.

Es buscaven preferentment homes per un tema de comoditat a l'hora de dur posat durant tota la cursa un nuubo, a més a més del top. El nuubo, que ha d'estar en contacte amb la pell, resulta més incòmode per a les dones que per als homes, sobretot si cal posar-lo i treure'l repetides vegades.

Finalment, entre tots els participants que van contactar amb nosaltres, se'n van elegir 12, descartant-ne 4 que no complien les condicions mencionades anteriorment.

Tot i això, un cop allà, vam haver de triar-ne 2 més a causa de dues baixes d'última hora.

Tots els participants van haver de firmar un consentiment informat després d'informar los de l'estudi.

3.4. EL MATERIAL NECESSARI

3.4.1. ELS AURICULARS

Els auriculars utilitzats per a l'estudi han estat el SONY NW-WS413.

Aquest model va ser triat perquè es fabrica especialment per a l'ús que els volíem donar. Per tant, era la millor opció.

Són perfectes per la pràctica esportiva en disposar de totes les comoditats necessàries per a una cursa: són inalàmbrics, no precisen d'un altre aparell per posar la música ja que des de l'ordinador s'insereix directament, són molt lleugers, solament pesen 32 g, tenen una durada de 12 h de funcionament amb 1,5 h de recàrrega, disposen de 4 GB de memòria i tenen una funció que fa que puguis triar entre sentir el que passa al teu voltant o aïllar-te totalment. A més, són resistents a l'aigua.



Figura 32. Auriculars SONY NW-WS413

3.4.2. EL NUUBO

Els nuubos són uns tops molt lleugers i senzills amb uns elèctrodes tèxtils incorporats i un holter o gravadora, que va realitzant un electrocardiograma en continu durant tota la cursa. Estan fets d'un teixit que s'adapta perfectament a l'exercici sense estar limitat per cables o haver de dependre d'un professional.



Figura 33. Nubbo

3.4.3. LA SELECCIÓ DE LA MÚSICA

La música que els corredors van dur, en uns trams en concret de la cursa, comprèn una llarga varietat de música, de molts gèneres diferents, des de "ska" (música molt ràpida i moguda) a pop, rock, bandes sonores...

Per tal de fer la tria vaig basar-me inicialment en el meu criteri d'allò que considero música motivadora, però, a més, per disposar d'opinions diverses i més varietat de cançons, vaig demanar, mitjançant una història d'Instagram, noms de cançons utilitzades per fer esport i vaig rebre més de 50 respostes que em van ser de gran ajuda.

instagram

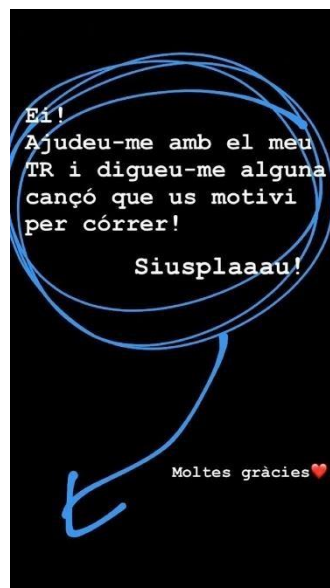


Figura 33. Imatge

També, gràcies a l'Emma Roca que va contactar amb el Kilian Jornet i li va explicar el projecte, vaig poder accedir a la llista de reproducció que ell fa servir durant els seus entrenaments.

Per tant, finalment, la llista inicial va anar augmentant fins a ser de 129 cançons, amb una durada total d'unes 7 hores aproximadament.

A continuació hi ha la llista de totes les cançons triades per a l'assaig, amb l'artista corresponent.

LLISTA FINAL DE LES 129 CANÇONS SELECCIONADES

- * Baila Morena- Zucchero * Viva la vida- Coldplay
- * Esbarzers- ZOO * Sent la nit- Kabul Babá
- * Yanez – Davide Van de Sfroos * Chariots of fire- Vangelis
- * Run boy run - woodkid * Vals del obrero- Ska-p
- * Walking on sunshine * Resiste y grita- Txarango
- * Volcans- Buhos * Turnedo- Ivan Ferreiro

- * Trois nuits par semaine-Indochine
- * Toto Africa
- * Todos los días sale el sol – Bongo Botrako
- * Do it – The Sunday drivers
- * I'll be there for you – The Rembrandts
- * So lonely- The Police
- * Message in a bottle – The Police
- * Human – The killers
- * This is me – The Greatest Showman
- * The other side – The Greatest Showman
- * Zombie – The Cranberries
- * Paris – The Chainsmokers
- * Temerario – Itaca Band
- * Téléphone – Un autre monde
- * La torre – Talco
- * Superman – Goldfinger
- * Stromae – Formidable
- * Podré tornar enrere – Sopa de Carbra
- * Som - Obrint Pas
- * Som de l'oest – República Ska
- * Nit salvatge – Smoking Souls
- * Niño soldado – Ska-p
- * A la mierda – Ska-p
- * Hips don't lie – Shakira
- * Salta – Tequila
- * Resistiré – Cançó grupal gala 10 OT
- * We will rock you – Queen
- * Que te vaya bién – El niño de la hipoteca
- * Come on people – pulp
- * Problem – Ariana Grande
- * So What – Pink
- * Raise your glass – Pink
- * Because the night – Patti Smith Group
- * Face à la mer – Passi
- * Man on a mission – Oh The Larceny
- * NOFX – Champs Elysees
- * 99 luftballons – Nena
- * The streets ehere i'm líving – Mr Review
- * Cómo te atreves – Morat

- * Mis colegas – Ska-p
- * Hay algo en mi – Miriam Rodriguez
- * El secreto de la tortuga – Maldita Nerea
- * Molino de viento – Rel mago de Oz
- * Like a prayer – Madonna
- * Disperato erotico Stomp – Lucio Dalla
- * Siete Mares – Los Zopilotes Txirriaos
- * Al amanecer – Los fresones rebeldes
- * Cada nit
- * Rimini – Les wampas
- * C'est toi que je t'aime – Les inconnus
- * Les nits del liceu – Lax'n busto
- * Gat rumberu – La pegatina
- * Nómadas – La M.O.D.A
- * Historia triste – La M.O.D.A
- * P'aquí p'allá – La Fuga
- * Buscando en la basura – La Fuga
- * Killer Barbies – Love Killer
- * J'ai Demandé à la lune paroles – Kids United
- * Hansel i Gretel – Joan Miquel Oliver
- * Bang Bang – Jessie J, Ariana Grande, Nicki Minaj
- * Instruction – Jax Jones ft. Demi Lovato, Stefflon Don
- * Grita – Jarabe de palo
- * Insurrección – Alfred (Gala 9)
- OT
- * Dernière Danse – Indila
- * I gotta feeling
- * Hall of fame – The script
- * Baket case – Green Day
- * Holliday boulevard of brokem Dreams – Green Day
- * Ama ama ama y ensancha el alma- Extremoduro
- * A la sombra de mi sombra – Extrechinato y tu
- * The final Countdown – Europe
- * Lose yourself – Eminem
- * Martina – Els Catarres
- * Fins que arribi l'alba – Els Catarres
- * Libre – El chaval de la peca

- * El capitan cobarde
- * Besos – El canto del loco
- * New rules – Dua Lipa
- * Tormenta de arena – Dorian
- * Les teves pigues – Doctor Prats
- * Ara ve ara se'n va – Doctor Prats
- * Cualquier otra parte – Dorian
- * Clip et parole noir desir comme elle vent
- * Ho visto anche degli zingare felice – Claudio Iolli
- * Cumbawamba – Tubthumping
- * Gyal you a party animal – Charly Black, Daddy Yankee
- * Esta vez – Cepeda
- * Camals mullats- La gossa sorda
- * Gol – Cali y el Dandee
- * 24K màgic – Bruno Mars
- * You give Love a bad name – Bon Jovi
- * It's my life – Bon Jovi
- * Ines – Boikot
- * Cualquier día – Boikot
- * Song 2 – Blur
- * Pa amb oli i sal – Blaumut
- * Run the world – Beyoncé
- * Sols el poble salva el poble Berri Txarrak
- * En blanco y negro – Barricada
- * BSO Piratas del Caribe
- * The nights – Avicii
- * Aux sombres héros de lamer noir désir * One day – Asaf Avidan
- * Side to side – Ariana Grande ft. Nicki Minaj
- * Ara – Doctor Prats
- * Viure sense tú – Antonia Font
- * Ni la hora – Ana Guerra, Juan Magan
- * El remedio – Ana Guerra
- * Lo malo – Ana Guerra, Aitana Ocaña
- * Teléfono – Aitana Ocaña
- * Thunderstruck – AC/DC
- * Shoot to thrill – AC/DC
- * A quin le importa – Cançó grupal gala 7 OT
- * A la sombra de la Sierra- La raíz
- * Rebélate – Itaca Band

*

* Tormenta de arena – Dorian

- * Les teves pigues – Doctor Prats
- * Ara ve ara se'n va – Doctor Prats
- * Cualquier otra parte – Dorian
- * Clip et parole noir desir comme elle vent
- * Ho visto anche degli zingare felice – Claudio Iolli
- * Cumbawamba – Tubthumping
- * Gyal you a party animal – Charly Black, Daddy Yankee
- * Esta vez – Cepeda
- * Camals mullats- La gossa sorda
- * Gol – Cali y el Dandee
- * 24K màgic – Bruno Mars
- * You give Love a bad name – Bon Jovi
- * It's my life – Bon Jovi
- * Ines – Boikot
- * Cualquier día – Boikot
- * Song 2 – Blur
- * Pa amb oli i sal – Blaumut
- * Run the world – Beyoncé
- * Sols el poble salva el poble
- * Berri Txarrak
- * En blanco y negro – Barricada
- * BSO Piratas del Caribe
- * The nights – Avicii
- * Aux sombres héros de lamer noir désir
- * One day – Asaf Avidan
- * Side to side – Ariana Grande ft. Nicki Minaj
- * Ara – Doctor Prats
- * Viure sense tú – Antonia Font
- * Ni la hora – Ana Guerra, Juan Magan
- * El remedio – Ana Guerra
- * Lo malo – Ana Guerra, Aitana Ocaña
- * Teléfono – Aitana Ocaña
- * Thunderstruck – AC/DC
- * Shoot to thrill – AC/DC
- * A quin le importa – Cançó grupal gala 7 OT
- * A la sombra de la Sierra- La raíz

*

—

Tormenta de arena – Dorian

* Les teves pigues – Doctor Prats

* Ara ve ara se'n va – Doctor Prats

* Cualquier otra parte – Dorian

* Clip et parole noir desir comme elle vent

* Ho visto anche degli zingare felice – Claudio Iolli

* Cumbawamba – Tubthumping

* Gyal you a party animal – Charly Black, Daddy Yankee

* Esta vez – Cepeda

* Camals mullats- La gossa sorda

* Gol – Cali y el Dandee

* 24K màgic – Bruno Mars

* You give Love a bad name – Bon Jovi

* It's my life – Bon Jovi

* Ines – Boikot

* Cualquier día – Boikot

* Song 2 – Blur

* Rebélate – Itaca Band

* Pa amb oli i sal – Blaumut

* Run the world – Beyoncé

* Sols el poble salva el poble Berri Txarrak

* En blanco y negro –

Barricada

* BSO Piratas del Caribe

* The nights – Avicii

* Aux sombres héros de lamer noir désir

* One day – Asaf Avidan

* Side to side – Ariana Grande ft. Nicki Minaj

* Ara – Doctor Prats

* Viure sense tú – Antonia Font

* Ni la hora – Ana Guerra, Juan Magan

* El remedio – Ana Guerra

* Lo malo – Ana Guerra, Aitana

Ocaña

* Teléfono – Aitana Ocaña

* Thunderstruck – AC/DC

*

- * Shoot to thrill – AC/DC
- * A quin le importa – Cançó grupal gala 7 OT
- * A la sombra de la Sierra- La raíz
- * Rebélate Band – Itaca

3.5. ELS TRAMS DE MÚSICA

Durant la cursa els participants van escoltar la música seleccionada, amb els auriculars, en 2 trams del recorregut.

Per saber en quins moments calia escoltar música per afavorir els corredors, vaig contactar amb un participant que havia realitzat la cursa l'any anterior. A partir de la informació que em va donar, i atenent als trams que li havien costat més, tant psicològicament com físicament, vaig poder determinar els punts on la música podia incrementar el desig de continuar corrent.

D'aquesta forma vaig establir que el primer punt de connexió de la música seria al Llac de Montoliu, que coincidia amb l'avituallament 3, al km 23,6, fins al Planheth deth, pas estret de l'avituallament 4, al km 33,5, on calia desconnectar la música.

El segon punt, realitzant el mateix procediment, seria des de la Collada de Varradós a l'avituallament 5, al km 39,7, fins a Serra de Vilac, avituallament 6, al km 46,1.

3.6. PARÀMETRES ANALITZATS DURANT LA CURSA

Abans i després de la cursa es van analitzar diferents paràmetres tals com; la pressió, el pols, la saturació d'oxigen el pes i l'orina.

Tot seguit explicaré en què consisteix cada anàlisi per tal d'entendre el perquè i els resultats obtinguts.

3.6.1. LA PRESSIÓ ARTERIAL

La pressió arterial, PA, és la pressió exercitada per la circulació de la sang a les parets dels vasos sanguinis. És un dels principals signes vitals.

En cada batec, la pressió arterial varia entre un màxim, la pressió sistòlica, i un mínim, la pressió diastòlica.

La pressió sistòlica és la pressió màxima que registren les artèries del sistema circulatori, coincidint amb la sístole del ventricle esquerre, en

canvi, la pressió diastòlica és la pressió mínima de les artèries coincidint amb la diàstole del ventricle dret.

La PA disminueix a mesura que la circulació sanguínia va des del cor per les artèries fins arribar als capil·lars i tornar al cor per les venes.

Classificació de la pressió arterial en els adults		
Categoria	Sistòlica, mmHg	Diastòlica, mmHg
Hipotensió	<90	<60
Normal	90 – 119	60 – 79
Normal-Alta	120 – 139	80 – 89

Taula 2. Classificació de la PA

L'aparell que s'utilitza per mesurar la pressió arterial és esfigmomanòmetre o tensiòmetre.



Figura 35. Esfigmomanòmetre

3.6.2. EL POLS ARTERIAL

El pols arterial és la pulsació provocada per l'expansió de les artèries com a conseqüència de la circulació de la sang bombejada pel cor.

Es pot detectar en general en parts del cos on les artèries es troben més properes a la pell, com els canells o el coll, utilitzant els dits índex i del mig.

Un pols normal en un adult en repòs varia entre les 60 i les 100 pulsacions per minut. El seu nombre pot variar en diferents situacions, com en algunes fases del son en les quals poden reduir-se fins a 40, o al realitzar un exercici físic intens, moment en el qual es pot arribar a les 200.

Normalment, el pols és més ràpid en persones més joves. Així per exemple, en un nadó, el pols en repòs pot arribar a ser tant o més alt que el d'un adult fent un exercici intens.

La freqüència cardíaca màxima es calcula de la forma següent:

220 pulsacions per minut – edat en anys



Figura 36. On detectar el pols

3.6.3. LA SATURACIÓ D'OXIGEN

La saturació d'oxigen és la quantitat d'aquest al corrent sanguini.

Quan la sang és bombejada pel cor al cos, primer passa pels pulmons, on les molècules d'oxigen s'uneixen als glòbuls vermells o eritròcits, amb la finalitat de ser distribuït a la resta del cos.

El percentatge d'eritròcits que estan completament saturats amb oxigen es el que es coneix com a saturació arterial d'oxigen o nivell d'oxigen a la sang.

La saturació d'oxigen en sang normal és d'entre un 95 % i un 100 %.

Per mesurar la saturació d'oxigen es fa servir un aparell anomenat pulsioxímetre.



Figura 37. Pulsioxímetre

3.6.4. EL PES I L'ÍNDEX DE MASSA CORPORAL

L'Índex de Massa Corporal, IMC, és una xifra que permet avaluar la corpulència d'una persona relacionant el seu pes amb la seva altura. Va ser desenvolupat per un investigador Belga i per aquest motiu se l'anomena també amb el seu nom: índex de Quételet.

La seva fórmula és la massa dividida per l'altura al quadrat, emprant sempre unitats del SI, kg i m.

$$IMC = \frac{\text{peso (Kg)}}{\text{altura}^2 (\text{m})}$$

Aquest índex s'indica com a mesura de la obesitat i de l'estat nutricional, tot i que no és una eina diagnòstica exacta.

Una persona pot tenir un IMC alt fruit de tenir molta massa muscular. Tot i això, habitualment els IMC alts són conseqüència d'un excés de greix per obesitat.

La interpretació de la classificació en funció del resultat d'aquest índex és la següent:

IMC (Kg/m ²)	Interpretació
<18	Prim
18-25	Normal
25-30	Sobrepès
30-40	Obesitat
>40	Obesitat mòrbida

Taula 3. Interpretació IMC

Per tal d'avaluar si els nostres corredors es deshidraten o no durant la cursa, hem decidit mesurar el % de pèrdua de pes abans de començar i al finalitzar.

Es considera deshidratació quan la pèrdua de pes està per sobre del 3 % . Quan la pèrdua està entre l'1 i el 2% ja apareix la set intensa.

Els símptomes de la deshidratació poden ser molt variats, però habitualment es caracteritza per sequedat de pell i a la boca, sensació de

set, nàusees, falta de força, disminució del rendiment, fatiga mental, reducció de la quantitat d'aigua eliminada i orina més concentrada. Si aquesta deshidratació es manté, pot aparèixer insuficiència renal.

Xifres de pèrdua de pes per sobre el 6 % es consideren greus i poden donar augment de temperatura corporal, augment de la freqüència cardíaca, dificultats per respirar i símptomes neurològics com confusió mental.

Finalment, amb pèrdues superiors al 9 % la situació pot ser extrema i pot aparèixer col·lapse circulatori, insuficiència renal i fins i tot la mort.

3.6.5. L'ANÀLISI D'ORINA

Com s'ha pogut veure a la introducció, les adaptacions fisiològiques a l'exercici i, en especial a l'exercici extrem, és complexa i afecta a tots els òrgans i sistemes, també al ronyó.

Per tal de valorar que passa a nivell renal en una ultra trail, hem pensat que seria interessant poder fer un examen bàsic d'orina per mitjà de tires reactives basades en reaccions químiques.

És un mètode fàcil de fer, ràpid i transportable, que es pot fer a peu de cursa abans i després de la mateixa i que ens dona molta informació.

Aquestes tires consten d'una cinta de plàstic o paper, d'aproximadament 5 mm d'ample, formades per uns coixinets impregnats de substàncies químiques que reaccionen amb els compostos presents a l'orina canviant de color.



Figura 38. Anàlisi d'orina



























































Test	Results/Resultats / Resultados / Ergebnisse						
Leukocytes/Leucocytes Leucocitos/Leukozyten	 neg.	 trace	 +70	 ++125	 +++500	 WBC / μ L	
Nitrite/Nitrits Nitrit	 neg.	 trace	 pos.				
Urobilinogen/Urobilinogène Urobilinógeno	 0.1	 Normal \rightarrow 1(16)	 2(33)	 4(66)	 8(131)	 neg/d (μ mol/L)	
Protein/Protéines Proteínas	 neg.	 trace	 +30(0.3)	 ++100(1.0)	 +++300(3.0)	 ++++1000(10)	mg/d/ (μ g/L)
pH	 5	 6	 6.5	 7	 7.5	 8	 8.5
Blood/Sang Sangre/Blut	 neg.	 Hemolysis trace	 +25	 ++50	 +++200	 Non Hemolysis +10	 ++80 RBC/ μ L
S.G/ Densité Densidad/ Spez. Gew.	 1.000	 1.005	 1.010	 1.015	 1.020	 1.025	 1.030
Ketones/Cétones Cetonas/ Ketonkörper	 neg.	 \pm 5(0.5)	 \pm 15(1.5)	 ++40(3.9)	 +++80(8)	 ++++160(16)	mg/d/ (mmol/L)
Bilirubin/Bilirubine Bilirubina	 neg.	 +	 ++	 +++			
Glucose/Glucosa	 neg.	 \pm 100(5.5)	 +250(14)	 ++500(28)	 +++1000(55)	 ++++2000(111)	mg/d/ (mmol/L)

Figura 39. Resultats tira reactiva

Aquestes tires mesuren la presència de:

- Leucòcits, signe d'infecció si n'hi ha més de 3-5 per camp.
- Nitrits, signe indirecte d'infecció.
- Proteïnes, signe de disfunció renal.
- Hemoglobina, signe de presència de sang i de disfunció renal.
- Glucosa, signe d'eliminació de glucosa en orina probablement a causa d'una diabetis mal controlada.
- Cetones, fruit de l'eliminació de cossos cetònics dels àcids grassos, dada significativa de la diabetis mal controlada.
- pH urinari.

Totes aquestes mesures han de sortir negatives per ser normals.

3.7. DIARI DE L'ASSAIG DURANT LA CURSA

Vaig pensar que seria interessant fer un diari de totes les actuacions i les sensacions que vaig experimentar els dies 3 i 4 d'agost, durant la preparació i la realització de la cursa.

Aquest és el relat:

3 AGOST

Vaig arribar a Salardú, amb la meva família, cap a les 4 de la tarda, després d'un llarg viatge amb cotxe.

El meu germà Jordi, la meva germana Clara, el meu pare Jordi, la meva mare Glòria i jo mateixa, ens vam instal·lar al Refugi Juli Soler i Santaló.

Uns minuts després ens vam trobar amb l'Emma Roca i dos dels seus fills, la Mariona i el Martí, bessons de 8 anys. Tots plegats, inclús els més petits, vam formar un gran equip.



Tot seguit, vam parlar amb l'organitzador de la cursa, que ja ens havia donat el permís per realitzar l'estudi, i vam acabar d'explicar-li els detalls. Li vaig facilitar els cartells que prèviament havia preparat perquè els corredors sabessin quan havien d'iniciar o **Figura 40. Cursa 4 agost** interrompre la música, per col·locar-los als punts que havíem acordat prèviament.

Teníem el temps una mica just perquè el briefing o sessió informativa de la cursa, era tot just en unes hores i volíem anar a veure alguns dels camins que hauríem de fer el dia següent per anar als avituallaments.

Vam agafar els cotxes i ens vam endinsar entre les muntanyes de la Vall d'Aran.

Després de seguir una pista estreta de pujada amb pedres i algun riu, vam parar i vam decidir donar la volta cap a Salardú altre cop. Poc després vam acabar descobrint que no havíem realitzat ni la meitat del camí que arribava fins a l'avituallament.



La sala on es feia el briefing estava plena fins dalt dels participants dels diferents recorreguts.

L'organitzador va explicar cada una de les curses amb tot de detalls i finalment va

Figura 41. Cursa 4 agost presentar

el nostre projecte.

L'Emma va explicar en què consistia i va oferir als corredors l'oportunitat de participar-hi, ja que dos se n'havien desdit a última hora.

Quan la presentació es va acabar, van venir molts interessats en participar però, com que només disposàvem de material per a dues persones més, vam acceptar els dos primers.

Tot seguit vaig reunir tots els participants en l'estudi. Tots ells van signar el full d'informació i el seu consentiment, tot i ser una participació voluntària, amb el compromís per la meua part que les dades que n'obtingués serien totalment confidencials. També els vaig donar i explicar com funcionaven els auriculars.



Figura 42. Cursa 4 agost

Finalment, durant el sopar, ens vam repartir la feina del dia següent entre tot l'equip.

La primera qüestió va ser decidir en quin punt estaria situat cadascú de nosaltres durant la cursa per iniciar la música.



Figura 43. Cursa 4 agost

També hi havia altres tasques a repartir: el Jordi faria les preguntes del control de la ingesta, la Clara i la Mariona marcarien i guardarien les orines dels corredors, jo els pesaria, el meu pare i la meva mare prendrien la pressió i finalment l'Emma els posaria els nubbos i el Martí els faria les fotografies.

Per controlar la música durant la cursa, el meu germà Jordi i l'Emma anirien corrent fins a l'avituallament 3 des del punt en què els deixaríem

amb el cotxe, i tots els altres aniríem a l'avituallament 5, seguint el camí que havíem provat tot just unes hores abans.

Per acabar vam anar a dormir, després de posar 5 despertadors diferents a la mateixa hora per assegurar-nos que ens despertàvem al matí següent.

4 AGOST

A les 6.15 h del matí apareixia el primer corredor a la plaça on havíem muntat tot allò que necessitàvem per recollir tots els paràmetres que volíem analitzar abans de la cursa.

A mesura que anaven arribant els participants, el Jordi els passava l'enquesta de la ingesta, preguntant què havien dinat, sopat i esmorzat abans de la cursa, entre d'altres preguntes.

Les dues petites marcaven els pots d'orina que duïen els corredors, amb el número corresponent de cada un.

Jo els pesava, sense samarreta ni motxilla, però amb bambes i pantalons, per comoditat i per fer-ho igual a



Figura 44. Cursa 4 agost

l'acabar la cursa.

Els meus pares prenen la pressió i la saturació d'oxigen, i l'Emma els ajudava a posar-se els nubbos.

Finalment, jo mateixa els marcava el dorsal amb el dibuix d'una corxera per tenir-los controlats.

A les 7.00 h començava la cursa. Els quedaven 52 km per endavant.

Després d'haver realitzat totes les proves als corredors i veure la sortida, vam anar a esmorzar i a planificar com ho faríem per anar als avituallaments.

Vàrem necessitar els dos cotxes fins a un encreuament on vam pujar tots al nostre jeep i vam recórrer un llarg camí de pujada ple de pedres i aigua.

Va ser impressionant discórrer per un caminet, en mig de muntanyes gegants i rius, on tant ràpid tenies un arbre enorme al costat com un precipici vertiginós.



Figura 45. Cursa 4 agost

a Varradós, l'avituellament 5.

Un cop allà, vam parlar amb els membres de l'staff encarregats de l'avituellament 5 i ens van dir que no els havien donat cap cartell i que no en sabien res de l'assaig. Ens vam quedar una mica parats, però vam

Després de pujar un tros considerable, vam deixar el Jordi i l'Emma allà per què anessin corrent fins al Llac de Montoliu, on hi havia l'avituellament 3.

Tots els que quedàvem al cotxe: els meus pares, la Clara, la Mariona, el Martí i jo, vam desfer tot el camí que havíem recorregut i ens vam encarar cap al camí que havíem fet el dia anterior, fins arribar



Figura 46. Cursa 4 agost

decidir quedar-nos allà i dir personalment als corredors que havien d'engegar la música. No ens van posar cap inconvenient, al contrari, de seguida es van interessar pel projecte i vam acabar ajudant-los en l'avituellament.

Estàvem situats en un lloc espectacular, era un espai en mig de muntanyes amb un rierol al costat.

Quan vam arribar el dia estava molt gris i feia fred però de cop i volta va canviar i va sortir un sol radiant.

A l'avituellament 5 hi havia tot tipus de menjar i



Figura 48. Cursa 4 agost

beguda. Fruites

com: meló,

síndria, taronja..., també pa amb tomàquet, pa amb xocolata, galetes, olives, codonyat, brou, llet d'arròs, begudes isotòniques, aigua... i a l'hora de dinar van portar arròs i pasta.

De tant en tant anaven passant corredors, de la Trail i de l'Ultra.

Els diferenciàvem pel color del dorsal, els de la Trail eren de color taronja i en canvi els de l'Ultra eren de color blau.

Quan arribaven, els membres de l'staff apuntaven en un paper el dorsal i el temps. I quan arribaven un dels nostres, els ajudàvem a posar-se els auriculars i els dèiem que havien d'aturar la música al següent punt, l'avituellament 6.

Cap a les 15.00 h vam decidir baixar a Salardú, a l'arribada, ja que havien passat la majoria dels nostres corredors i pels que faltaven vam donar les instruccions als nois de l'avituellament 5 per recordar que havien de posar la música als que veiessin amb el dorsal marcat.

Vam refer el camí cap a l'arribada, que era el mateix lloc d'on havien sortit.

Quan vam arribar, ja havien acabat dos dels nostres corredors, un d'ells fent



Figura 47. Cursa 4 agost

podí, quedant 3r i entre l'Emma i el Jordi havien realitzat totes les proves, les mateixes que abans d'iniciar la cursa.

Ens vam esperar a que arribessin tots els nostres corredors, i vam tenir un altre podí, l'única noia que participava amb nosaltres va quedar segona en categoria femenina.

A cada corredor que arribava tornàvem a fer el mateix procediment que a l'inici de la cursa, pesar-lo, prendre-li la pressió, la saturació d'oxigen, el control d'ingesta durant la cursa i els donàvem un pot per a l'orina.

Tot anava rodat. Els corredors anaven arribant i els fèiem tot el procediment. Però vam tenir un petit entrebanc. Es va anar fent tard i un participant no arribava. Tant va ser així que l'Emma i els seus dos nens van haver de marxar. Tots els altres ens vam esperar fins que arribés i van anar passant les hores. Vam parlar amb membres de l'staff que no en sabien res.

Finalment, pels voltants de les 21.00 h va arribar, molt exaltat i ens va comentar que s'havia equivocat de camí i havia fet més

quilòmetres dels que havia de fer. Al principi molts nervis, però al final, quan va estar una mica més calmat, va estar molt participatiu i ens vam poder fer totes les proves sense cap problema.

Just després d'això, vaig analitzar l'orina, tal com em va ensenyar l'Emma amb l'ajuda del meu germà.

Per acabar, vam marxar de Salardú havent viscut una experiència espectacular que personalment mai oblidaré.



Figura 49. Cursa 4 agost



Figura 50. Cursa 4 agost

He de dir que, abans, durant i després de la cursa, l'ambient que es respirava era d'amor a l'esport i a la natura, amb moltes ganes de passar-s'ho bé amb la combinació de tot plegat.



Figura 51. Cursa 4 agost



Figura 52. Cursa 4 agost

4. RESULTATS

Malgrat que inicialment eren més de 10 els corredors seleccionats, en l'estudi he decidit tenir-ne en compte només 10. El motiu d'haver descartat l'única dona corredora ha estat que no va funcionar adequadament la monitorització cardíaca. També s'ha descartat un altre corredor masculí que va abandonar la cursa.

Per tant, he estudiat, un grup de 10 persones de les quals disposem de constants vitals i dades de salut prèvies i posteriors a l'esforç físic realitzat.

4.1 RESULTATS DELS PARÀMETRES MÈDICS

A la taula següent es mostren les característiques d'aquests atletes, les seves constants i les anàlisis practicades a peu de cursa abans i després d'acabar l'ultra trail.

Edat mitjana	39,2 +/- 6,2 anys (30-47)
Alçada mitjana	178,88+/-5,8 cm (171-189 cm)
Pes informat mitjana	75,2 +/- 8,9 kg (62-88 kg)
IMC mitjana	23,44+/-2,7 (19-29)
Hores entrenament mitjana	10,4+/-6,2 hores (2-24)

Taula 4. Característiques corredors

Es tracta d'un grup amb una edat mitjana de 39,2+/-6,2 anys (30-47 anys), una alçada mitjana de 178,88+/-5,8 cm (171-189 cm) i un pes informat mitjà, abans de la cursa de 75,2 +/- 8,9 kg (62-88 kg). Això ens indica que l'índex de massa corporal és de 23,44+/-2,7 (19-29). Tots els corredors tenien IMC normal. Segons les seves respostes, les hores d'entrenament a la setmana eren de 10,4+/-6,2 hores (2-24).

	INICI	FINAL	DIFERÈNCIA
PES	76,43 +/- 9,15 Kg	73,04 +/- 8,54 Kg	3,39 +/- 1,2 Kg
P.A.S	140 +/- 17,48 mmHg	109 +/- 9,11 mmHg	30,9 +/- 10,9 mmHg
P.A.D	90,6 +/- 8,4 mmHg	75,7 +/- 9,92 mmHg	14,9 +/- 7,26 mmHg
FC	62,4 +/- 9,69 puls/min	103,8 +/- 10,04 puls/min	41,4 +/- 6,46 puls/min
SAT 02	98,6 +/- 0,84	97 +/- 1,15	1,6 +/- 1,34

Taula 5. Dades cursa

Tots els corredors van ser pesats abans i després de la cursa tal com es relata en l'apartat de mètodes. El pes mitjà a l'inici va ser de 76,43 kg +/- 9,15 (67,590 kg) i el pes al final va ser de 73,04 kg +/- 8,54 (2,4-6 kg).

El descens mitjà va ser de 3,39 +/- 1,2 kg (2,4-6 kg). La pèrdua de pes entre abans i després va ser àmpliament significativa estadísticament mesurada per mitjà de la prova T Student dades aparellades ($p < 0,000001$). El descens percentual de pes mitjà fou del 4,4% +/- 1,2% (2,6%-6,8%).

Tal com hem explicat en l'apartat 3.7, es considera deshidratació quan la pèrdua de pes supera el 3 %. El 90% dels corredors analitzats patien deshidratació, la majoria entre un 3 % i un 6 % . Un d'ells, amb un 6,5 % de pèrdua de pes. Només un dels 10 corredors va estar per sota del llindar amb un 2,6 % de pèrdua de pes corporal.

Més endavant es mostra una taula amb la hidratació i les miccions de cada un dels participants.

Pel que fa a la mesura de la pressió arterial es va fer en les millors condicions possibles abans i després de la cursa. Vam buscar un lloc tranquil on poder fer seure i relaxar els corredors abans de la mesura. Es varen fer 3 mesures de pressió per mitjà d'un esfigmomanòmetre automàtic homologat i es va considerar la pressió arterial més baixa de les 3 registrades.

La pressió arterial sistòlica i diastòlica mitjana va ser de 140 +/- 17.48 mmHg (128-170 mmHg) i 90.6 +/- 8.4 mmHg (82-104). Recordem que es consideren xifres d'hipertensió arterial quan la pressió arterial sistòlica és superior a 140 i la diastòlica de 90 en repòs. Tanmateix per poder fer el diagnòstic d'hipertensió arterial cal que aquestes xifres siguin mantingudes en el temps. Cal esmentar que el 50 % dels corredors participants en l'assaig tenien determinacions de pressió arterial superiors a les normals en repòs, si bé cal considerar que era just en situació de pre-cursa, amb l'estrès que això comporta (164/104; 140/96; 170/100; 148/87; 150/99). La resta de determinacions eren normals.

Al final de la cursa la pressió arterial sistòlica registrada va ser de 109 +/- 9.11 mmHg (95-122 mmHg) i la pressió arterial diastòlica de 75.7 +/- 9.92 mmHg (62-94 mmHg).

mmHg). Cap corredor tenia xifres compatibles amb hipertensió arterial post cursa.

Es va observar un important i significatiu descens des del punt de vista estadístic entre les pressions arterials abans i després de la cursa, tant pel que fa a la pressió sistòlica com diastòlica ($p < 0,000001$; $p < 0,000001$). La mitjana de descens va ser de $30,9 \pm 10,9$ mmHg (14-48 mmHg) en la pressió arterial sistòlica i $14,9 \pm 7,26$ mmHg (1-27 mmHg) en la diastòlica, també molt significativa.

La freqüència cardíaca mitjana abans de la cursa va ser $62,4 \pm 9,69$ pulsacions per minut (53-86) i aquesta va pujar de forma molt significativa ($p < 0,000000001$) fins a $103,8 \pm 10,04$ pulsacions per minut (90-123). La mitjana d'increment ha estat de $41,4 \pm 6,46$ pulsacions per minut

Per tal de valorar la quantitat d'oxigen en sang de forma no invasiva, vam mesurar la saturació d'oxigen en sang per mitjà d'un pulsioxímetre, tal com consta en el punt 3.7. Les xifres mesurades van ser $98,6 \pm 0,84$ (97-100) abans de començar i $97 \pm 1,15$ (95-99) després de la cursa. Cap dels corredors va tenir xifres compatibles amb manca d'oxigen a la sang rellevants, però es va observar un descens significatiu estadísticament $1,6 \pm 1,34$ (03) ($p < 0,000001$).

Els resultats de l'anàlisi d'orina abans i després de la cursa es mostren en la taula següent:

Respecte a l'anàlisi d'orina cal destacar que no s'observen leucòcits en orina ni abans ni després de l'exercici. En canvi existeixen canvis rellevants pel que fa a la presència de sang microscòpica, microhematúria, i proteïnúria (pèrdua de proteïnes per l'orina). Pel que fa a l'hemoglobina present en orina, totes les mostres eren negatives abans de la cursa i 3, el 30%, positives després de l'esforç de la cursa. Respecte a la proteïnúria totes eren negatives (< 30) abans de la cursa i augmenten de forma clara i significativa posteriorment ($p < 0,0000001$) fins a $66,6 \pm 80$ (15-300). Així al final de la cursa resten 3 (30%) negatius, 4 (40%) positius molt lleus (30 mg/dl) i 3 (30%) clarament positius (100;100;300 mg/dl).

Un aspecte interessant és la clara diferència que s'observa en la presència de cossos cetònics en orina, comparant abans i després de la cursa. Abans totes les mostres són negatives (<5 mg/dl) mentre que posteriorment augmenten de forma clara i estadísticament significativa amb una mitjana de 35+/-32,5 mg/dl (5-80 mg/dl). Es considera presència lleu per sota de 20 mg/dl, moderada de 30 a 40 mg/dl i greu per sobre de 80 mg/dl. En acabar la cursa, 2 corredors (20%) van presentar cossos cetònics negatius en orina, 4 (40%) cossos cetònics de consideració lleu, 1 (10%) moderada (40 mg/dl) i 3 (30%) greu (80 mg/dl).

No s'observen diferències significatives ni anomalies valorables en leucòcits, nitrats, urobilinogen, pH, ni densitat de l'orina.

Pel que fa a la monitorització cardíaca, els 10 corredors disposem del seu perfil durant tota la cursa d'electrocardiograma continu per tal de valorar si existeixen anòmals rellevants de la freqüència cardíaca o el ritme cardíac (arrítmies) en una cursa de molt alta exigència en quan a la llargària, desnivell acumulat, altura per la qual discorre i durada d'aquesta. i evidentment en un altre apartat poder valorar l'impacte de la música en el rendiment cardíac.

Es va preguntar a tots els corredors pels antecedents personals cardíacs sent negatius en tots els casos i també pels antecedents familiars de cardiopatia o arrítmies per tal de valorar amb especial cura els electrocardiogrames d'esforç en les persones amb antecedents a la família.

No s'han observat en totes les hores de monitorització cardíaca i en cap corredor cap anomalia compatible amb isquèmia miocardiàca (manca d'irrigació coronària).

En cap corredor s'ha observat cap traçat compatible amb arrítmia ràpida ni lenta.

Durant totes les hores de registre en tots els corredors s'ha constatat ritme sinusal amb freqüències cardíacques valorables.

En un corredor s'han observat 82 episodis aïllats d'extrasístoles auriculars i 2 únics episodis de parelles que l'interessat no ha notat clínicament. També s'han

observat 27 episodis aïllats d'extrasístoles ventriculars a alta freqüència cardíaca sense ser patològicament significatiu.

La freqüència cardíaca mitjana dels corredors duran la cursa va ser de 148,71 pulsacions per minut. 3 d'aquests van superar la seva FC màxima en moments molt puntuals (< 15 segons).

La següent taula mostra en quin percentatge de temps s'han trobat les diferents zones de freqüència cardíaca.

És remarcable que molts corredors estan molt temps (fins el 74 %) per sobre de 154 pulsacions per minut.

Pulsacions / minut	% temps
< 121	3,98 %
121 – 154 (Zona 3)	53,28 %
154 – 187 (Zona 4 i 5)	42,7 %
>187	0,02 %

Taula6. Pulsacions per minut amb percentatge de temps

Anàlisi de l'estat d'hidratació dels nostres corredors

De tots els corredors es va recollir la quantitat total d'hidratació que havien fet durant la cursa i la forma que havien escollit. En tots els casos es tracta d'una combinació d'aigua i begudes isotòniques amb suplementes de sals minerals en l'aigua.

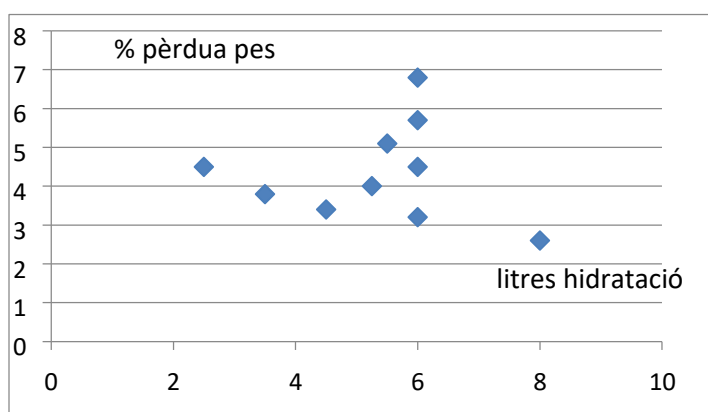
No hem pogut observar un sol patró sinó que cada un ho ha fet en funció de la set i els costums adquirits. A la taula següent es resumeixen les fórmules usades i les vegades que van orinar durant la cursa. No es van mesurar els volums d'orina per la impossibilitat física de seguir els corredors durant tota la cursa.

corredor	Volum total (l)	Tipus hidratació/miccions
1	3.5	3 l aigua l 0.5 l isotònic / miccions x2

2	4.5	3.5 l aigua amb sals minerals i 1 l isotònic / miccions 2
3	2.5	1 l aigua i 1.5 l isotònic / miccions x4
4	8	6 l aigua i sals mineral i 2 l isotònics / miccions x3
5	6	6 l aigua i sals minerals / miccions x4
6	6	3 aigua sals i magnesi i 3 isotònic / miccions x4
7	5.25	5 litres aigua i 0.5 cocacola /miccions x1
8	6	5.5 l aigua i sals minerals i 0.5 isotònic + glutamina /micció 0
9	6	3.5 l aigua i sals minerals, 2 l isotònic i 1 l cocacola / miccions 12
10	5.5	4 l aigua i sals minerals i 1 l isotonic / miccions x2

Taula 7. Hidratació

La mitjana de consum de líquids ha estat de 5,35 +/-1,57 litres (2,5-8 litres). No hem trobat cap correlació estadística ($r = 0.07$) entre la quantitat de líquid begut durant la cursa i la pèrdua de pes ni el percentatge de pèrdua de pes. Probablement el balanç depèn de les entrades, el líquid ingerit, i els líquids perduts per altres vies com la sudoració i l'orina.

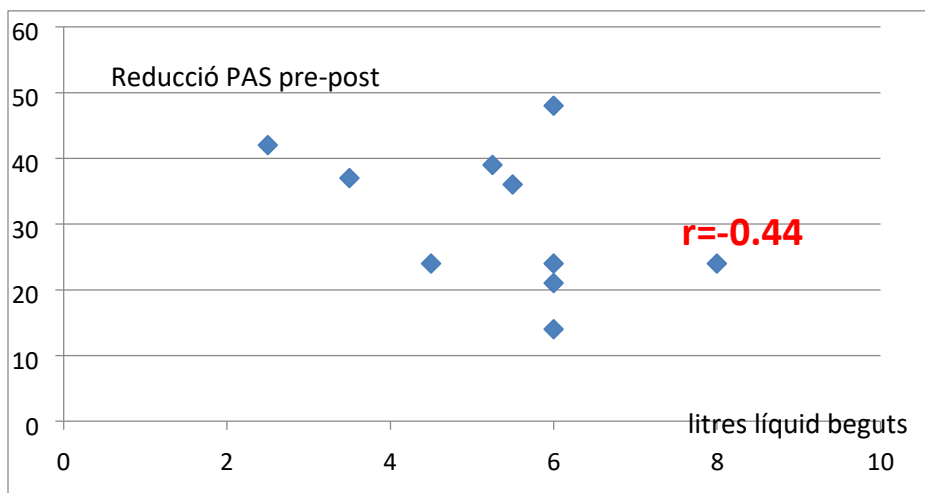


Gràfic 1. % pèrdua de pes

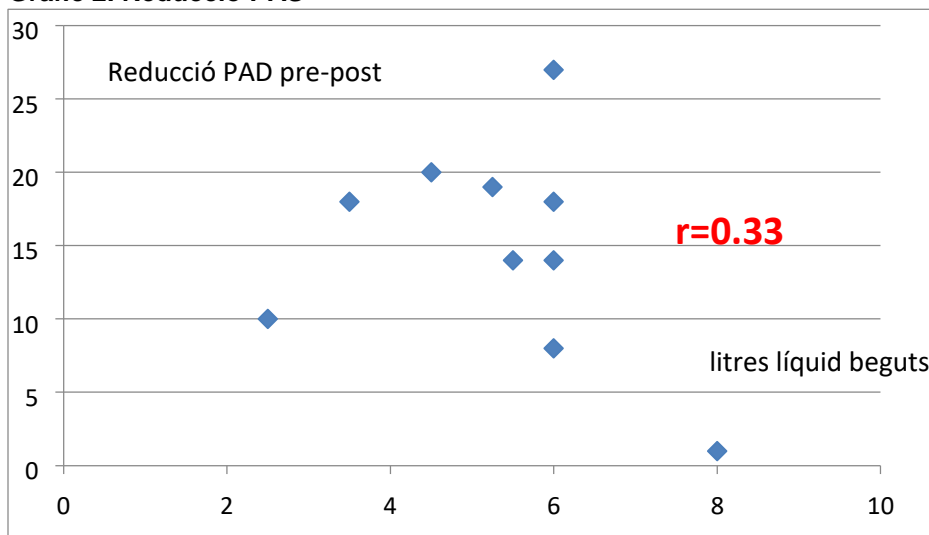
Tot i així sembla clar que en funció de la ingesta, l'estat d'hidratació i el volum intern han de variar. Per aquest motiu hem volgut mirar si hi ha relació entre la quantitat de líquid begut durant la cursa i el descens de pressió arterial sistòlica i

diastòlica que quasi tots els corredors tenen. Així s'ha pogut comprovar que existeix una correlació inversa entre líquid ingerit i descens de la pressió arterial sistòlica ($r = -0,44$) i diastòlica ($-0,33$) entre l'inici i el final de la cursa. Això vol dir que la poca ingesta d'aigua explica el 44% i el 33% de la reducció de pressió que es produeix. En canvi no hi ha relació entre la ingesta de líquids i l'increment de freqüència cardíaca d'abans i després de la cursa ($r = 0.08$)

Les taules següents mostren la correlació existent entre menys ingesta de líquids i més descens de la pressió arterial sistòlica i diastòlica.



Gràfic 2. Reducció PAS



Gràfic 3. Reducció PAD

4.2. RESULTATS DE LA INCORPORACIÓ DE LA MÚSICA

Per valorar l'efecte de la música sobre rendiment esportiu, en concret d'una trail de muntanya de 52 km, hem comparat els nostres corredors amb corredors de semblants característiques. Per fer-ho, cada corredor tenia com a control els dos classificats davant seu i els dos de darrere. Teníem en compte el temps que feien entre el control 1 i el final de la cursa, període en el qual ascendien i descendien els dos pics, Maubèrme i Pincela. Durant aquest tram els nostres corredors escoltaven música més de la meitat del recorregut, mentre que els controls no ho feien.

La comparació dels temps resultants demostra que els corredors amb música van realitzar el mateix recorregut amb menys temps que els corredors control sense música ($p < 0,01$). Aquest fet es va donar amb 7/9 corredors, amb els 2 restants no va ser així. Tot i això, és un resultat significatiu.

La mitjana dels temps dels corredors amb música va ser de 481,67 +/- 113,23 minuts, i la del grup control de 490,26 +/- 113,37 minuts. Per tant, hi ha una diferència de 8 minuts aproximadament entre els dos grups ($p < 0.01$).

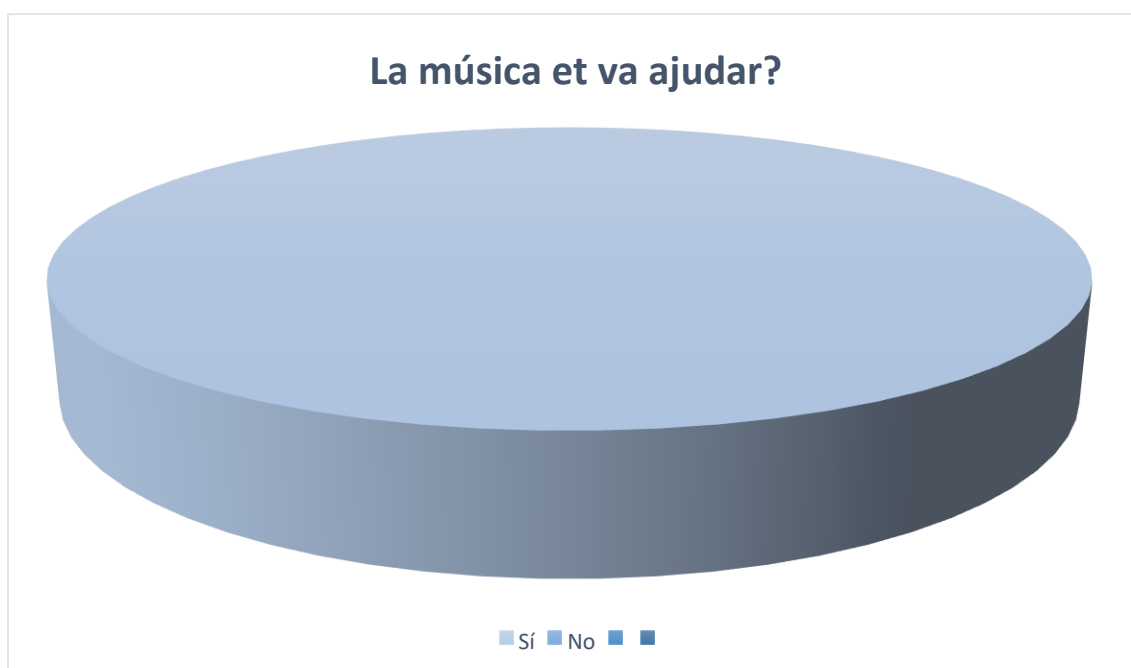
Corredors amb música	Grup control (sense música)
306 min (5,1h)	309,5 min (5,16h)
366 min (6,1h)	370,85 min (6,18h)
421,2 min (7,02h)	443,4 min (7,39h)
468 min (7,8h)	466,35 min (7,77h)
490,2 min (8,2h)	503,85 min (8,39h)
489 min (8,15h)	503,85 min (8,39h)
489 min (8,15h)	503,85 min (8,39h)
587,4 min (9,8h)	581,5 min (9,7 h)
718,2 min (11,97)	729,2 min (12,15h)
Mitjana corredors música	Mitjana grup control (no música)
481,67 min (8,02h)	490,26 min (8,17h)
+/- 113,23 min (1,88h)	+/- 113,37 min (1,89h)

Taula 8. Temps corredors amb música i sense

El mateix dia de la cursa, els corredors em van comentar les seves sensacions amb la música i que els havia semblat.

Va ser emocionant quan els vaig sentir parlar tant bé de l'experiència i que els havia agradat molt la llista i la majoria de les cançons. Un d'ells em va dir a l'acabar: "La música m'ha ajudat a no plegar". Però sens dubte, el comentari que va fer que em sentís més orgullosa del projecte va ser: "La música fa aflorar sentiments. He plorat, estant sol al sentir dues cançons de Txarango després de l'ascens al cim".

Tot i haver vist l'èxit de la música a la cursa, vaig voler conèixer les seves sensacions un temps després de la prova. Per aquest motiu vaig realitzar una breu enquesta als corredors per saber si la música els va ajudar i, en cas afirmatiu, quina música els va servir més. També vaig voler saber si normalment entrenen amb música.



Gràfic 4. Resposta enquesta

El 100% dels corredors van afirmar que la música els va ajudar a l'hora de córrer.

Corredor número	En cas afirmatiu, perquè et va ajudar?	Quin tipus de música et va ajudar més i perquè?
1	En alguns moments t'ajuda a evadir-te de l'esforç o del patiment transitori	M'agrada escoltar música de tot tipus, però trobo que les que parlen d'històries personals o que et fan recordar a algú t'ajuden molt mentalment
2	Es va fer més suportable la carrera	Con más ritmo mejor
3	Em va pujar els ànims, em va donar empena i em va donar forces	La que ja havia sentit alguna vegada, la que em portava records i alguna que no havia sentit mai però que tenia ritme "canyero" o ambient de festa tipus Txarango, ska-p...
4	Hi havia cançons motivadores que feia temps que no escoltava	Les cançons que hi havia en Euskera, no me les esperava i em van motivar molt
5	Em va estimular, em va recordar moments agradables i em va donar energia	La música que vaig reconèixer de la playlist, els hits més coneguts
6	Em va motivar en alguns moments	Diversos temes d'Ska van ser els que més em van motivar
7	Segons quina cançó em motiva qualsevol tipus de música	Potser rock
8	Em va ajudar a no pensar en l'esforç físic i distreure la ment	Música catalana i actual
9	Em distreia	La més rítmica perquè augmenta l'adrenalina
10	En moments de més patiment em va animar	Com més ritme, més motivació

Taula 9. Respostes dels corredors sobre la música

4.3. ENQUESTA REALITZADA A ALTRES PERSONES I RESULTATS

Per tal de saber què n'opinen altres persones de la relació entre la música i l'esport, vaig realitzar una enquesta, a través de "formularis de google," a tots els meus contactes.

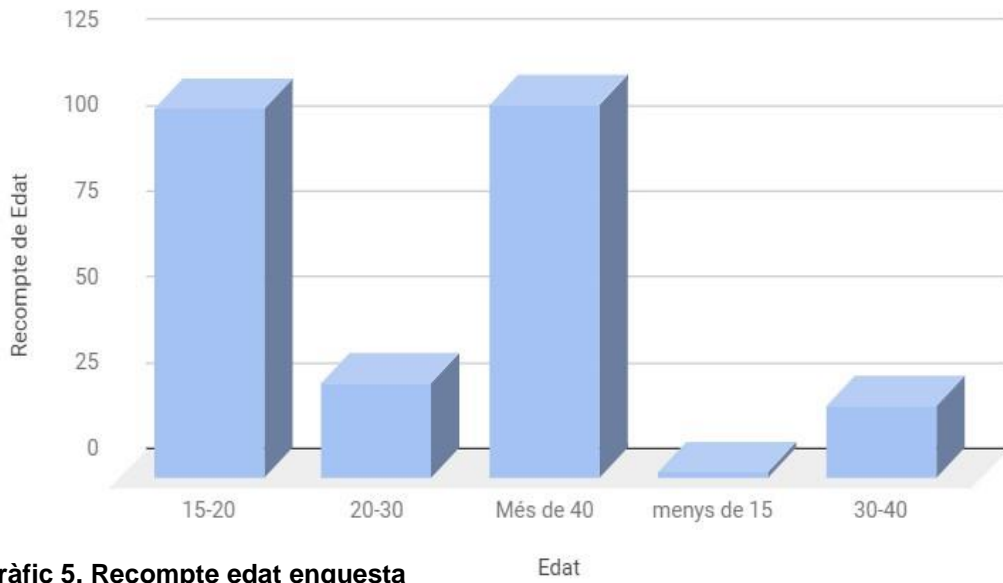
Vaig rebre 268 respostes.

Les respostes van ser molt variades i em van ajudar a veure altres punt de vista.

L'enquesta enviada constava de 8 preguntes obertes:

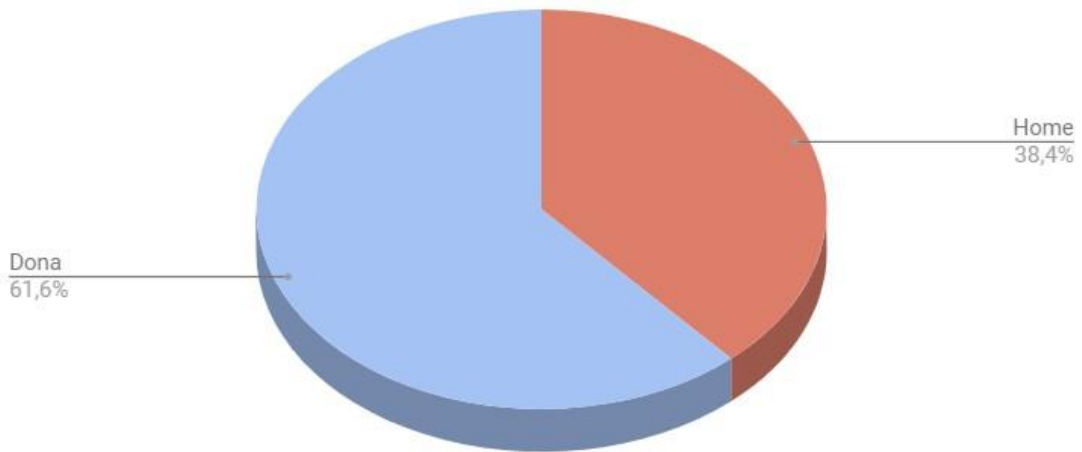
1. Sexe
2. Edat
3. Fas esport habitualment?
4. Quan en fas escoltes música?
5. Creus que la música augmenta el rendiment esportiu?
6. Per què?
7. Quin tipus de música et va millor o creus que pot anar millor per fer esport? Posa'n algun exemple
8. Per què?

Recompte de Edat



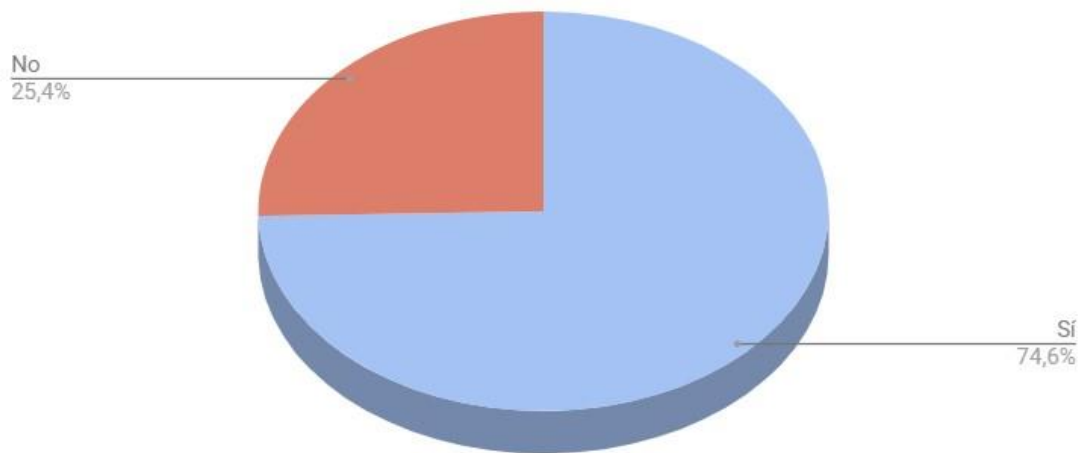
Gràfic 5. Recompte edat enquesta

Recompte de Sexe



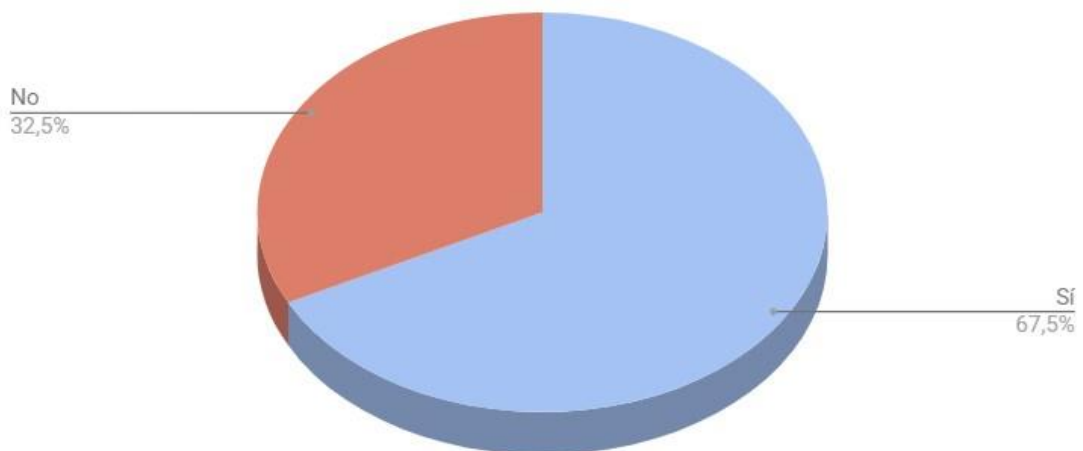
Gràfic 6. Recompte sexe enquesta

Recompte de Fas esport habitualment?



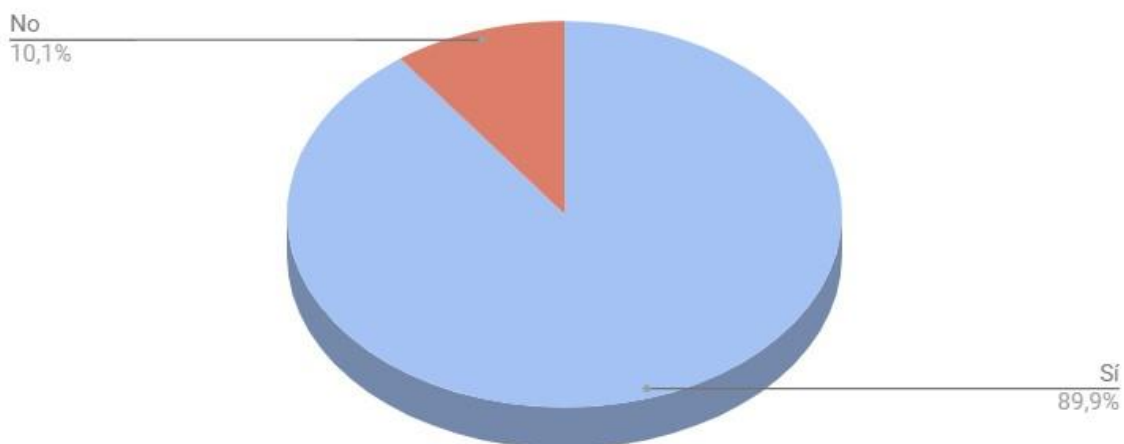
Gràfic 7. Recompte esport habitualment enquesta

Recompte de Quan en fas escoltes música?



Gràfic 8. Recompte música i esport enquesta

Recompte de Creus que la música augmenta el rendiment esportiu?



Gràfic 9. Recompte música augmenta el rendiment esportiu

Com es pot veure, a la pregunta 5, la gran majoria, un 89,9 %, opina que la música augmenta el rendiment esportiu. Tot i això, hi ha un 10,1 % que opina el contrari.

En la següent pregunta, la número 6, d'entre les 268 diferents respostes obtingudes, he escollit les que s'han repetit més vegades.

Les argumentacions a favor i en contra han estat les següents:

Augmenta el rendiment esportiu perquè:

- Motiva
- Anima
- Ajuda a concentrar-se
- Estimula a seguir fent exercici
- Distreu del cansament
- El cos s'adapta al ritme que marca la cançó
- Ajuda a desconnectar

- Ajuda a evadir-se de l'ambient extern
- Millora l'estat d'ànim

No augmenta el rendiment esportiu perquè:

- Desconcentra
- Distreu
- Ajuda a relaxar-te però no augmenta el rendiment
- No té res a veure
- Prefereixo escoltar el cos i l'entorn
- No he trobat cap cançó que s'adapti al meu ritme
- Per rendir s'ha d'estar concentrat

Per altra banda, les respostes del tipus de música preferit han estat molt variades, passant des de la música clàssica a l'electrònica. Com a fet curiós, vull esmentar que un percentatge força elevat d'enquestats ha recomanat la cançó "The eye of the tiger" com a música més motivadora.

Els tipus de música més mencionats han estat: el Pop, l'electrònica, el trap, la música clàssica, el rock, bandes sonores de pel·lícules, el reggeton, el folk, el rap, el House i la música catalana.

5. DISCUSSIÓ

D'uns anys cap aquí la pràctica de l'esport s'ha generalitzat d'una manera important i cada vegada hi ha mes gent conscienciada dels efectes beneficiosos que té practicar-ne a nivell de salut.

A la vegada, les proves d'alta exigència també han guanyat molts seguidors. On abans la marató n'era la reina, en l'actualitat ha quedat eclipsada per altres proves molt més exigents com les triatlons, iron mans o les trails de muntanya de llarga distància (50, 100 km...) realitzades a zones naturals que comporten un nivell de tècnica i dificultat molt més gran. Les condicions climàtiques també juguen un paper molt important en aquestes ja que solen ser climes molt extrems. Tot això porta a posar el cos al límit tant mèdica com psicològicament parlant. D'aquests temes és dels que he volgut tractar el meu treball de recerca.

He volgut tenir informació sobre els canvis que experimenta el cos i la seva fisiologia durant una ultra de muntanya. Saber si des del punt de vista de seguretat dels corredors el cor és capaç d'aguantar l'esforç i de quina manera es reflexa en un electrocardiograma. També com la música ens pot ajudar psicològicament i físicament en una situació límit pel cos.

Per començar cal destacar que hi ha molts treballs que analitzen els mateixos paràmetres que jo he analitzat durant l'esforç o fins i tot durant maratons però cap en una ultratrail.

Tal i com esperàvem hem pogut observar que la pressió arterial sistòlica i diastòlica baixa i la freqüència cardíaca puja. Aquest fet també es veu clarament en altres treballs publicats en esforços de llarga distància com maratons o ultramaratons i en magnituds molt semblants.

Per altra banda es produeix una important pèrdua de pes que en quasi tots els casos supera el 3% i que es considera provocada per un cert grau de deshidratació, malgrat tots els líquids que ingereixen els corredors durant la cursa. Aquesta pèrdua de pes és molt semblant a l'observada en altres treballs en diferents distàncies i disciplines.

Hem pogut observar que no existeix una correlació entre el descens de la pressió i la pèrdua de pes però sí que hem pogut veure que els que beuen menys líquids són els que més els baixa la pressió. Per tant podem arribar a la conclusió que per acabar una cursa de llarga distància i reduir les possibilitats de tenir problemes cardiovasculars és imprescindible una bona hidratació. Les referències dels articles publicats diuen que cal beure entre 0,7 i 1 litre de beguda cada 10 km aproximadament. En el nostre cas la hidratació ha estat d'1 litre cada 10 km de mitjana.

Sobta una dada que penso que val la pena destacar. Tot i que per diagnosticar algú d'hipertensió arterial calen diferents mesures en diferents moments per sobre de 140/90, nosaltres hem vist que una proporció important dels corredors abans de la cursa tenien xifres superiors a aquest llindar. Hi ha diferents explicacions possibles: La cursa començava a les 7 am i sabem que la pressió arterial no es constant al llarg del dia i que el moment en que tenim la pressió arterial més alta es en el moment del despertar i la cursa començava a mes de 1500 m. Altres investigacions també s'han trobat amb aquest fet.

Una part molt important del treball era poder analitzar què passava amb la freqüència cardíaca durant una cursa que té un desnivell acumulat de més de 3000 metres. Per poder-ho fer vam disposar de nubbos que van registrar l'activitat al llarg del 52 km. No és senzill córrer amb un dispositiu que t'estreny durant la cursa i tampoc ho és analitzar els resultats. Hem tingut la col·laboració d'un grup de cardòlegs que han mirat els resultats i ens han ajudat a entendre'ls i interpretar-los però, a causa de la poca experiència treballant amb aquests dispositius, hem tingut moltes dificultats per tenir-los a temps. Hi ha algun estudi de monitorització cardíaca en maratons però cap en ultratrails ni curses de muntanya, de manera que aquests resultats són una primícia!

Hem pogut veure que tots els corredors mantenen el ritme normal durant tota la cursa amb acceleracions i desacceleracions que corresponen als moments de més intensitat i descans respectivament. Només en un cas hem pogut veure alguna extrasístole supraventricular i ventricular, sobretot en els moments de FC molt alta, que no tenen cap significació clínica.

La freqüència cardíaca que s'ha analitzat mostra que és una prova amb una exigència molt alta, ja que la mitjana està entre 140-150 pulsacions per minut, un 75-80% de la FC màxima. Aquestes dades no les podem comparar amb altres estudis ja que no n'hi ha cap que hagi realitzat aquest treball amb atletes no professionals i en una ultratrail. Tot i així cal destacar que una part molt important d'hores de cursa estan en zones de freqüència cardíaca altes com són la zona 4 i 5. Tanmateix pràcticament ningú supera el llindar de seguretat cardíaca i els que ho fan és per molt poc temps.

Finalment, respecte a la part fisiològica cal destacar que aquest esforç extrem i l'energia que consumeix el múscul durant tota la cursa fa que sigui necessari tenir uns bons nivells d'oxigen a la sang i una aportació d'energia suficient. Per aquest últim motiu els corredors mengen als diferents avituallaments. És molt freqüent la ingesta de fruita com el meló i la síndria que aporten sucres i líquids.

Amb l'anàlisi d'orina hem pogut veure un altíssim nivell de cossos cetònics. Aquests compostos es solen veure en situació de dejú o quan l'energia s'ha de treure de la degradació de greixos per culpa de la manca d'hidrats de carboni disponibles per generar energia. Hi ha pocs treballs que parlin sobre aquest fet però hem pogut trobar-ne un amb els mateixos resultats que donava aquests arguments que nosaltres compartim. Això vol dir que els atletes haurien d'augmentar la ingesta d'hidrats de carboni abans o durant la cursa? Es nutreixen malament o seria possible fer-ho millor? De moment aquestes preguntes no tenen resposta.

Respecte al paper de la música hem pogut demostrar que els corredors que van portar música van fer el recorregut més ràpid que els que no en portaven. Tal i com hem vist a la introducció teòrica hi ha uns quants articles en diferents modalitats esportives que ens indiquen la mateixa tendència a la millora del rendiment a partir de la música però fins ara no n'hi ha cap que ho demostrï en corredors d ultratrails. Cal destacar que aquest efecte, tal i com també queda demostrat en altres investigacions, és més important en els corredors que han fet pitjors temps i per tant tenen menor nivell d'entrenament. Després de saber les opinions respecte la música dels corredors el mateix dia de la cursa i als comentaris de l'enquesta queda clar que aquesta fa més agradable i suportable

la cursa, redueix la sensació de fatiga i ajuda a mantenir-se optimista i a no abandonar en nivells difícils.

Aquest és un primer estudi sobre l'impacte de la música al rendiment esportiu en la llarga distància que ens dona resultats molt positius i esperançadors, però, queden moltes preguntes sense resposta encara. Tota la musica ajuda igual o només aquella que et motiva i t'agrada? En el nostre cas la selecció de musica es va fer a partir d una enquesta per instagram sobre la musica que usava la gent a l'hora de fer esport combinat amb els meus gustos musicals i la play list del Kilian Jornet a la que vam poder tenir accés i utilitzar. No sabem quina és la resposta a aquesta pregunta com tampoc sabem si els ritmes ràpids son millors que els lents tal i com suggereix algun article, si és més útil en esports explosius i curta distancia o té més utilitat en la molt llarga distancia on la fatiga mental i física juguen un paper molt important.

Finalment, nosaltres preteníem veure quins efectes produïa la música sobre l' electrocardiograma. Aquest punt ha estat de tanta complexitat que el grup de recerca de l Emma se l'ha quedat per seguir treballant amb les dades i els resultats han permès començar una línia de recerca sobre música i esport que esperem que en el futur ens ajudi a aportar respostes en aquest apassionant camp.

6. CONCLUSIONS

Mesurar els canvis fisiològics que pateix el cos humà en una ultra trail de muntanya, fixant-nos en diferents paràmetres: pressió arterial, pols, pes, saturació d'oxigen, suplementos nutricionals necessaris, modificacions de l'orina i estat d'hidratació ha estat tot un repte.

En una trail com l'anitzada es produeixen canvis fisiològics molt importants com un descens de pes remarcable, en molts casos determinat per un estat de deshidratació important, un descens de pressió arterial sistòlica i diastòlica, un augment de la freqüència cardíaca i una reducció de la saturació d'oxigen.

Els descensos de la pressió arterial són més intensos quan menys líquid s'ha ingerit durant la cursa.

Per primera vegada s'ha fet un estudi de monitorització cardíaca en una cursa d'aquesta longitud i desnivell.

En corredors ben preparats no s'observen arrítmies greus ni altres alteracions a l'electrocardiograma. Tot i així, sí que s'han vist extrasístoles en un corredor (1/10 10%). No coneixem el significat que poden tenir, però sí que hem vist que moltes d'elles apareixen a alta freqüència cardíaca.

En aquest tipus de cursa el cor es posa al límit com ho demostra la freqüència cardíaca mitjana de 148 pulsacions / minut i un alt percentatge de temps estan en les zones 4 i 5 de freqüència.

L'assaig amb la música realitzat per comparació, ha determinat que aquesta augmenta el rendiment esportiu en una cursa tipus trail i en redueix el temps. A més cal assenyalar la bona acollida que ha tingut entre els participants.

Els corredors han reconegut l'ajuda psicològica que els ha proporcionat la música en determinats trams.

Pel que fa a l'enquesta sobre la música i l'esport a altres persones, la gran majoria considera que els ha estat útil en la pràctica esportiva i els ha ajudat a augmentar el rendiment.

7. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

1. <http://monrasin.blogspot.com/2018/03/ultra-trail-llastres.html>
2. <https://ultra-trailnautaran.cat/carreras/trail>
3. <https://www.sony.es/electronics/walkman/nw-ws410-series/specifications>
4. <https://www.nuubo.com/producto>
5. <https://amamedicalproducts.com.au/products/nuubo-size-iii-necg-l1-sport-shirt>
6. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Cor>
7. <http://www.fundaciondelcorazon.com/informacion-parapacientes/metodos-diagnosticos/electrocardiograma.html>
8. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Electrocardiograma>
9. <http://www.my-ekg.com/generalidades-ekg/derivaciones-cardiacas.html>
10. https://ca.wikipedia.org/wiki/Pols_arterial
11. https://ca.wikipedia.org/wiki/Pressi%C3%B3_arterial
12. https://www.gasometria.com/saturacion_de_oxigeno_en_sangre
13. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000183.htm>
14. https://ca.wikipedia.org/wiki/Extras%C3%ADstole_ventricular
15. <https://www.cardiofamilia.org/arritmiassupraventriculares/extrasistolia.html>

16. <https://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0183766.xml>
17. <https://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0183765.xml>
18. <https://ca.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsica>
19. https://ca.wikipedia.org/wiki/Llista_de_g%C3%A8neres_musicals
20. <https://sites.google.com/a/terrassa.epiaedu.cat/la-influencia-de-lamusica-per-canviar-el-mon/evolucio-de-la-musica-en-la-societat>
21. https://support.polar.com/e_manuals/A360/Polar_A360_user_manual_Espanol/Content/Heart_rate_Zones.htm
22. Cole Z, Maeda H (2015): Effects of Listening to Preferential Music on Sex Differences in Endurance Running Performance
23. Stork MJ, Kwan MY, Gibala MJ, Martin Ginis KA (2015): Music enhances performance and perceived enjoyment of sprint interval exercise. *Med Sci Sports Exerc* May;47(5):1052-60.
24. Baldari C, Maccone D, Bonavolonta V, Guidetti L (2010): Effects of music during exercise in different training status. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50, 281–287.
25. Atkinson G, Wilson D, Eubank M (2004): Effects of music on a work-rate distribution during a cycling time trial. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 611–615.
26. Brownley K, McMurray R, Hackney A (1995): Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners. *International Journal of Psychophysiology*, 19(1), 193–201.
27. Fabienne Durand i Kilian Jornet. *Fisiologia dels esports de resistència a la muntanya*. 9 Grup Editorial Cossetània Edicions. Primera edició. 2013

28. Atkinson G, Wilson D, Eubank M. Effects of music on work-rate distribution during a cycling time trial. *Int J Sports Med.*(2004);25:611-5.
29. Copeland B, Franks D. Effects of types and intensities of back-ground music on treadmill endurance. *J Sports Med Phys Fit-ness.* (1991);31:100-3.
30. Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med.* (1998);19:32-7.
31. Szabo A, Small A, Leigh M. The effects of slow and fast-rhythm classical music on progressive cycling to voluntary physical ex-haustion. *J Sports Med Phys Fitness.* (1999);39:220-5.
32. Hoffman MD et al. Urine dipstick analysis for identification of runners susceptible to acute kidney injury following an ultramarathon. *Jsports Sci.*(2013); 31 (1) 20:31
33. Berge HM et al. Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review. *Br J SportsMed* (2015); 49(11): 716-723
34. Holtzausen LM. The prevalence and significance of post-exercise (postural)hypotension in ultramarathon runners. *Med sci Sports exerc.* (1995); 27(12):1595-1601
35. Glace BW, Murphy CA et al. Food intake and electrolyte status of ultramarathoners competing in extreme heat. *J Am Coll Nutr* (2002); 21(6):553-559
36. Wardenaar F et al. Real-time observations of food and fluid timing during a 120km ultramarathon. *Front Nutr* (2018) 5-32
37. Mydi KM et al. Renal function anomalies after marathon run and 16-km long-distance. *Prezegl Lek* (2012); 69 (1) 1-4

FIGURES

- ❖ **Figura 1. Marató de Barcelona**

Font: <https://edreamsmitjabarcelona.com/recorrido/>

❖ **Figura 2. Marató de Nova York**

Font: <https://siemprecorriendo.com/2017/11/08/cronica-del-new-yorkmarathon/>

Figura 3. L'anatomia de l'aparell respiratori

Font: <http://www.xtec.cat/~fmarquin/continguts/respiratori3.htm> ❖ **Figura**

4. Barrera alveolo-capil·lar

Font: <http://tap3b2012g4.blogspot.com/2012/06/com-es-falintercanvi-de-gasos.html>

❖ **Figura 5. Hemoglobina**

Font: http://www7.uc.cl/sw_educ/biologia/bio100/html/portadaMlval2.1.1.4.1.html

❖ **Figura 6. El cor**

Font: <http://www.femexer.org/12767/cardiomiopatia-histiocitoide-2/>

❖ **Figura 7. L'anatomia del cor**

Font: <https://sites.google.com/site/lesionsesportives/cor>

❖ **Figura 8. Sistema de conducció elèctrica del cor**

Font: https://ca.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_conducci%C3%B3_el%C3%A8ctrica_del_cor

❖ **Figura 9. Batec del cor durant un ECG**

❖ **Figura 10. ECG rítmic**

Font: <http://hqmeded-ecg.blogspot.com/2016/12/persistent-chestpain-elevated-troponin.html>

❖ **Figura 11. ECG arrítmic**

Font: http://heliconhealth.co.uk/patient_scenario/illustrating-ecgaccess-advisory-af-elements-risk-assessment-ofanticoagulation/

❖ **Figura 12. Càlcul de l'eix elèctric**

Font: <http://www.abel.cat/casos-clinics/ecg/lectura-sistemica-delecg/3-eix-electric/>

❖ **Figura 13. Extrasístole supraventricular**

Font: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/APS/4077>

❖ **Figura 14. Extrasístole ventricular**

Font: <http://www.my-ekg.com/arritmias-cardiacas/extrasistolesventriculares.html>

- ❖ **Figura 15. Taquicàrdia paroxística supraventricular**
Font: https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Fibrilacion-auricular-Taquicardia-supraventricular-paroxistica-taquicardiapor_fig4_309033819
- ❖ **Figura 16. Arrítmia**
- ❖ **Figura 17. Fibril·lació ventricular**
Font: https://es.wikipedia.org/wiki/Fibrilaci%C3%B3n_ventricular
- ❖ **Figura 18. Isquèmia miocàrdica**
Font: <https://activitatisalut.wordpress.com/2013/09/30/cardiopatia-isquemica/>
- ❖ **Figura 19. L'anatomia del múscul**
Font: <https://www.istockphoto.com/es/vector/diagrama-deanatom%C3%ADa-muscular-humana-gm1010791366-272412430>
- ❖ **Figura 20. Sarcòmer vist al microscopi**
Font: <http://cienciaeacupuntura.blogspot.com/2016/10/o-mecanismo-da-contracao-muscular-na.html>
- ❖ **Figura 21. Contracció sarcòmer**
Font: https://www.researchgate.net/figure/Figura-10-Diferencias-estructurales-entre-un-sarcomero-relajado-y-contraido-Sepuede_fig8_270584782
- ❖ **Figura 22. Tipus de fibres musculars**
Font: https://www.tiposde.com/fibras_musculares.html
- ❖ **Figura 23. Via de la glicòlisi**
Font: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Glic%C3%B2lisi>
- ❖ **Figura 24. Cicle de krêbs**
Font: https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Citric_Acid_Cycle.png
- ❖ **Figura 25. Via de la fosfocreatina**
Font: <http://www.nutricionenforma.com/la-creatina-monohidrato/>
- ❖ **Figura 26. La fermentació làctica**
Font: <https://sites.google.com/site/iesterrassaqigrup1/introduccio1/fermentacio>
- ❖ **Figura 27. La beta-oxidació**
- ❖ **Figura 28. El concepte d'encreuament segons Brooks i Mercier**

- ❖ **Figura 29. Música i estudi**
Font: <https://news.usc.edu/71969/studying-for-finals-let-classical-music-help/>
- ❖ **Figura 30. Logo naut aran**
Font: <https://ultratrailnautaran.cat/carreras/trail>
- ❖ **Figura 31. Recorregut trail naut aran**
Font: <https://ultratrailnautaran.cat/carreras/trail>
- ❖ **Figura 32. Auriculars SONY NW-WS413**
- ❖ **Figura 33. Nubbo**
Font: <https://amamedicalproducts.com.au/products/nuubo-size-iiinecg-l1-sport-shirt>
- ❖ **Figura 34. Imatge instagram**
- ❖ **Figura 35. Esfigmomanòmetre**
Font: <https://www.quvitec.com/producte/esfigmoman%C3%B2metre%20ensi%C3%B2metre>
- ❖ **Figura 36. On detectar el pols**
Font: <https://aptavs.com/articulos/frecuencia-cardiaca-deportista>
- ❖ **Figura 37. Pulsioxímetre**
Font: <http://blogscat.com/a/catalinatapsd/2017/03/03/signes-vitals/>
- ❖ **Figura 38. Anàlisi d'orina**
Font: <https://diagnosticoencasa.com/como-saber-si-tenes-infeccionde-orina/>
- ❖ **Figura 39. Resultats tira reactiva**
Font: <https://healthypets.mercola.com/sites/healthypets/archive/2015/07/29/dog-urinalysis.aspx>
- ❖ **Figures 40-52. Cursa 4 agost**