

# **Lactat i fatiga**

## **en la natació**



**Alumne: Pol San Gregorio Gispert**  
**Tutora: M. Dolors Botanch**  
**INS Antoni de Martí i Franquès**  
**Curs 2018-2019**



*No podem posar  
límits als somnis.  
Com més somniem,  
més lluny hi ha la meta.*

*Michael Phelps*

## RESUM

La natació d'alt nivell requereix un gran esforç físic basat en entrenaments molt durs. La millora del rendiment i l'optimització de les sessions d'entrenament ha de passar necessàriament per una recuperació ideal de l'esforç.

El treball de recerca tracta sobre la fatiga i la seva recuperació en nedadors entrenats i es basa en com s'acumula de lactat en sang i en com varia la freqüència cardíaca a mesura que s'incrementa la intensitat de l'exercici.

Com a hipòtesi es parteix del fet que potser hi ha una relació directa entre l'aparició de fatiga i l'increment d'àcid làctic generat.

L'objectiu principal és fer una recerca de la variació dels nivells de lactat durant un entrenament.

Consta d'una primera part teòrica dels conceptes relacionats amb la fatiga, la producció de lactat, la recuperació en els nedadors i els tipus d'entrenaments i una part pràctica basada en l'anàlisi dels resultats de l'extracció de mostres de sang per mesurar el nivell de lactat en diferents nedadors.

L'assaig mostra com la millor recuperació física ve determinada pel control dels nivells de l'àcid làctic amb una bona planificació d'entrenaments.

La utilitat d'aquest treball aporta la idea que amb descans suficient i una bona recuperació de la fatiga, aconseguim millorar el rendiment personalitzat de l'esportista.

**Paraules clau:** Entrenament, esforç, fatiga, lactat, recuperació.

## **ABSTRACT**

*High-level swimming requires a great physical effort based on very hard training. Improving performance and optimizing training sessions must necessarily lead to an ideal recovery effort.*

*The study deals with fatigue and the subsequent recovery from it in trained swimmers, based on the accumulation of lactate in the blood, and the variation of the heart rate as the intensity of the exercise increases.*

*As a hypothesis, it is based on the fact that there is a direct relationship between the appearance of fatigue and the increase in lactic acid generated.*

*The main objective is to search the variation of lactate levels during a workout.*

*The first section of this paper provides a theoretical study of the concepts related to fatigue, lactate production, recovery in swimmers and types of training followed by a practical section based on the analysis of the results obtained after observing lactate levels after blood extractions in different swimmers.*

*The trial shows how the best physical recovery is determined by the control of lactic acid levels with good training planning.*

*The usefulness of this work gives us the idea that with enough rest and a good recovery of fatigue, it is possible to personalize performance of each athlete.*

**Keywords:** *Training, effort, fatigue, lactate, recovery.*

# Índex

<b>1. Introducció</b> .....	8
<b>2. L'esport de la natació</b> .....	12
<b>3. Què és la fatiga?</b> .....	17
3.1 Causes.....	23
3.1.1 Sistemes energètics i fatiga.....	24
3.1.2 Fatiga neuromuscular.....	35
3.1.3 Regulació hormonal de l'exercici.....	40
3.2 Producció de lactat .....	43
<b>4. La recuperació</b> .....	49
4.1 La recuperació de la fatiga.....	49
4.2 La recuperació de la fatiga en els nedadors .....	54
<b>5. L'entrenament de la natació</b> .....	58
5.1 Definició d'entrenament .....	58
5.2 Tipus d'entrenaments condicionals de la natació .....	59
5.3 Exemple tipus entrenament màxima producció de lactat .....	62
5.4 Exemple tipus entrenament tolerància al lactat .....	63
<b>6. Recerca pràctica</b> .....	67
6.1 Metodologia de la recerca pràctica "què i com" .....	67
6.2 Protocol·lització del test (metodologia emprada).....	69
6.3 Execució del test.....	71
6.4 Resultat del test .....	76
6.5 Anàlisi del test.....	79

<b>7. Conclusions</b> .....	89
7.1 Conclusions generals.....	89
7.2 Conclusions de la part pràctica.....	90
7.3 Conclusions personals.....	92
7.4 Dificultats .....	94
<b>8. Agraïments</b> .....	96
<b>9. Bibliografia i Webgrafia</b> .....	98
9.1 Bibliografia .....	98
9.2 Webgrafia.....	98
<b>10. Annexos</b> .....	102
Annex 1: Instal·lacions utilitzades en el test de la recerca pràctica .....	102
Annex 2: Material .....	102
Annex 3: Quadres de definicions de l'entrenament .....	103
Annex 4: Periodització de l'entrenament de Matveiev .....	105
Annex 5: Planificació de l'entrenament ATR.....	106
Annex 6: Model d'integració en la recuperació d'un microcicle ...	108
Annex 7: Full model d'informació i consentiment informat .....	109
Annex 8: Fulls de registre de dades del test.....	112
Annex 9: Transcripció d'entrevistes .....	116
Annex 10: Galeria fotogràfica .....	128

# 1. Introducció

---



# 1. Introducció

El treball de recerca de batxillerat és el nostre primer projecte al qual dedicarem moltes hores; durant cursos passats hem fet petits treballs, la major part en grup, de pocs dies de feina i assajàvem la presentació la nit abans, en canvi, aquest treball és molt més laboriós. A aquest projecte hem de dedicar-li hores, dies i mesos de treball amb la finalitat de treure el major rendiment, per això, l'elecció del tema és tan important, i què millor que triar algun tema relacionat amb l'esport, i més concretament amb la natació, ja que aquesta forma part de la meva vida des de fa anys.

Aquest treball està orientat a analitzar teòricament què s'entén per fatiga i recuperació d'un esforç i, a partir d'un test de camp d'extracció de sang, determinar els nivells de lactat i posterior anàlisi, realitzat amb nedadors de nivell de campionat d'Espanya, i poder arribar a determinar quins són els nivells i temps ideals i òptims de recuperació després d'un entrenament on s'hagin generat uns nivells elevats de fatiga.

Per sort, he pogut comptar amb l'ajuda de la unitat de medicina de l'esport de l'hospital Santa Tecla i amb el seu cap, el Dr. Manel González.

A partir d'aquest objectiu, en sorgeixen d'altres:

- Intentar aprendre el màxim sobre els mètodes d'entrenament, els tests de camp en natació.
- Aprendre a fer un bon treball amb tota la metodologia de recerca necessàries i a gaudir mentre faig la part de la recerca pràctica.

L'objectiu final d'aquest treball no és només intentar obtenir una bona nota per fer mitjana amb el batxillerat i intentar entrar a la universitat que desitgi, també és aprendre el màxim sobre la metodologia de l'entrenament de la natació i observar quina és la incidència de la fatiga en la recuperació d'un nedador. Així com aprendre a treballar en



autonomia, conèixer més conceptes del món de l'entrenament i recuperació de l'organisme humà.

En un principi, vaig haver d'endinsar-me en l'estudi de la fatiga i la seva repercussió al cos dels nedadors. En adonar-me que un dels factors principals era l'àcid làctic, vaig voler organitzar una pràctica per observar de quina manera el lactat estava relacionat amb el desgast físic i cansament dels esportistes.

Les classes de biologia em van despertar l'interès per saber quina repercussió tenia l'àcid en l'esforç físics dels nedadors.

Com a hipòtesi de partida vaig suposar que potser hi havia una relació directa entre l'aparició de la fatiga i l'increment d'àcid làctic generat.

Aquesta anàlisi es farà de forma pràctica. Inicialment s'escollirà un grup de nedadors, companys d'entrenament del Club Natació Tàrraco, amb nivell de campionat d'Espanya. Els serà plantejat un test de camp, a través d'un entrenament tipus i, amb l'ajuda de l'equip de medicina de l'esport de l'hospital Sta. Tecla de Tarragona i dues infermeres professionals, es faran extraccions de lactat i la posterior anàlisi de les mostres obtingudes. A partir d'aquí, es miraran els diferents factors que poden condicionar els resultats i els compararem entre els nedadors que facin el test. Veurem també l'aparició de fatiga de cadascú de diferents maneres, amb l'ajuda de l'escala de Borg<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> **Escala de Borg:** L'escala de Borg consta de 10 estats en els quals hem de dividir la nostra percepció sobre l'esforç. Sobretot funciona amb subjectes experimentats que són capaços de controlar el seu estat de fatiga d'una manera subjectiva i el porten a un control de manera objectiva.

Font: <http://www.planetatriatlon.com/escala-borg-zonas-entrenamiento-percepcion-subjetiva-del-esfuerzo/>

Es realitzarà una entrevista al cap de medicina de l'esport de l'hospital de Sta. Tecla, el Dr. Manel González i a l'entrenadora del primer equip de natació del Club Natació Tàrraco, Sílvia Díez (adjuntades als annexos).

Per la realització d'aquest treball, ha estat especialment complicat i ha suposat un gran esforç el fet d'haver de traduir molta bibliografia escrita en diferents idiomes (anglès, castellà) al català. Així mateix, ha estat difícil contactar amb personal mèdic especialitzat com ho són el Dr. González i les infermeres voluntàries pel test. Tant la recerca i coordinació dels esportistes per fer la prova com la disponibilitat de les instal·lacions del club també han sigut un factor de gran complexitat.

Finalment, amb totes les dades obtingudes podrem comprovar la hipòtesi de partida en la recerca pràctica i n'extrauré les conclusions del treball.

Abans de començar agraeixo el suport i la dedicació a totes les persones, família, amics i companys de club que ben segur em donaran un cop de mà.

# 2. L'esport de la natació

---

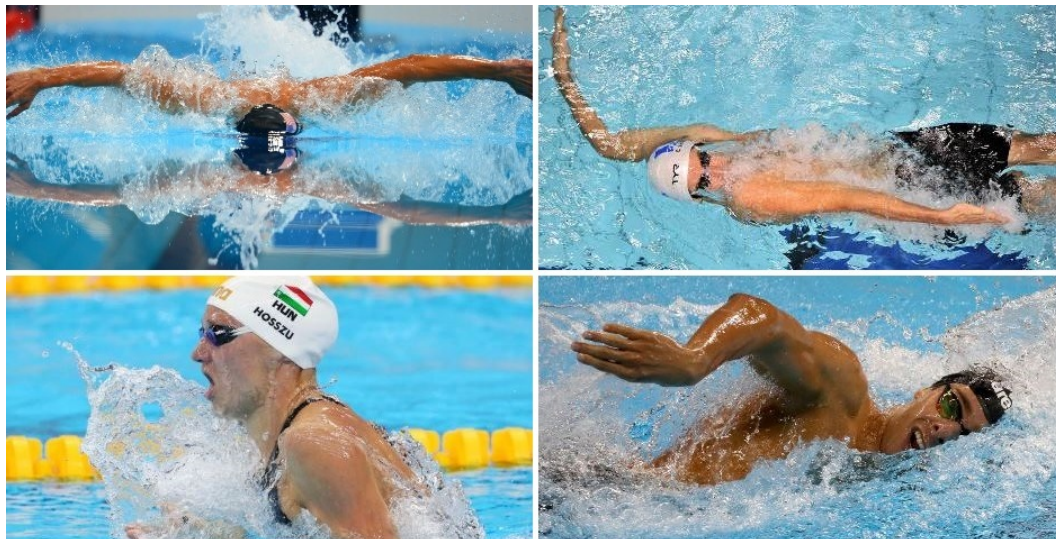


## 2. L'esport de la natació

La natació és el mètode pel qual els éssers vius es desplacen a través de l'aigua. És una activitat recreativa, popular i un esport competitiu. Amés, és una activitat física molt recomanable per a la majoria de les persones, però que requereix unes precaucions bàsiques.

Com a esport aquàtic, la natació implica la competència entre participants per ser el més ràpid sobre una distància establerta, exclusivament mitjançant propulsió pròpia. Això el fa un esport individualitzat, ja que encara que entrenin com a equip s'enfronten entre ells.

La natació és un esport olímpic, amb proves per als dos sexes. Comprèn quatre estils bàsics: Al crol el nedador mou els braços alternativament formant un molinet. És la modalitat més ràpida. L'esquena és el mateix estil però el nedador no mira l'aigua. La braça consisteix a impulsar-se movent els braços de forma horitzontal, en paral·lel a la superfície de la



**Figura 1:** Els quatre estils de la natació

Font: <http://www.planetatriatlon.com/5-razones-entrenar-los-cuatro-estilos-natación>

piscina, formant cercles. La papallona és un molinet però els dos braços es mouen alhora, formant cercles perpendiculars a l'aigua (és el més exigent físicament).

Les diferents distàncies a recórrer s'estableixen segons els diferents nivells de competència. Per exemple, l'actual programa olímpic de natació conté estil lliure de 50 m, 100 m, 200 m, 400 m, 800 m i 1500 m; papallona, dors i pit de 50 m; 100 m; i 200 m; Estils: 200 m (és a dir, papallona de 50 m, 50 m esquena, 50 m braça i 50 m crol); 400 m estils (100 m papallona, 100 m esquena, 100 m braça, i 100 m crol), i relleus combinats, la qual cosa vol dir que cada participant realitza una prova ja sigui de 100m o 200m.

La majoria d'escoles de natació cobreixen les següents distàncies: 50, 100, 200 i 400 m lliure; 100 i 200m esquena, braça i papallona; i 200 m estils.

També hi ha relleus combinats en equip, que inclouen carreres de diferents estils intercalats.

Les diferents competències s'hauran de realitzar en piscines especials perquè puguin tenir validesa nacional o internacional.

Existeixen dos tipus de piscines: piscina semi-olímpica o olímpica. La piscina semi-olímpica és exactament la meitat d'una piscina olímpica. Les mesures són de 25 metres de longitud per 12.50 m d'ample. La profunditat varia de 0.80 m fins als 2.70 m. Les piscines olímpiques mesuren 50 m de longitud i 25 m d'amplària. La seva profunditat, igual que les piscines semi-olímpiques, pot variar de 0.80 m fins a 2.70 m. En ambdues piscines és necessari que existeixin entre 8 i 10 carrers que permetran els nedadors estar separats amb una mateixa distància.

Tota piscina d'ús competitiu necessita comptar amb: bancs de sortida situats al principi de cada carrer, dues banderoles que estaran col·locades cadascuna en un extrem de la piscina (aquestes són de molta utilitat en l'estil d'esquena), amb una altura d'entre 1.80 m - 2.5 m a partir de la superfície de l'aigua i amb una separació de 5 m de l'extrem final de la piscina; corda de sortida en fals col·locada als 15 m que servirà per detenir els nedadors en cas que s'hagi produït una sortida en fals.

Durant molts anys s'ha especulat i parlat dels factors que possiblement poguessin afectar l'acompliment dels nedadors en una piscina. Grans experts en la matèria han conclòs que la temperatura de l'aigua n'és un, ja que si l'aigua està molt calenta, el desgast de l'organisme serà molt major. La temperatura ideal de l'aigua és al voltant de 24-28 °C. També se sap que el tipus de banyador o els casquets que s'utilitzen poden ajudar el nedador en el seu desplaçament, per la qual cosa es permet que cada participant realitzi la seva prova amb l'abillament que cregui millor. En competició, cal seguir les normes de la Federació Nacional de Natació (FINA) quant al tipus de banyador permès.

- Avui dia els nedadors es depilen i utilitzen banyadors especialitzats amb un teixit que repel·leix l'aigua. Aquesta resistència afecta la fricció amb la pell, banyador, casquet i ulleres.



**Figura 2:** Material de natació competitiva amb menys fricció amb l'aigua  
Font: <https://www.speedo.com/international/en>

En competició i entrenament el recorregut en longitud i el retorn al punt de partida es denomina volta; així es pot dir que s'ha recorregut dues voltes en lloc de 100 metres, en piscines de 25 metres. Un llarg fa referència a la longitud recorreguda sense donar la volta.

Més enllà de les carreres de natació, existeixen altres modalitats competitives, cadascuna amb característiques molt diferents. La natació

comprèn altres competicions com són les proves d'aigües obertes de 5, 10 i 25 km, una especialitat que principalment es practica a Europa, als Estats Units i Austràlia i que organitzen oficialment tant la FINA com la LEN (Lliga Europea de Natació) en els seus campionats del món i d'Europa respectivament.



**Figura 3** – Font: <https://g-se.com/test-de-campo-para-evaluar-la-resistencia-en-natacion-i-test-7-x-200-bp-L58d104c0a72b7>

A més d'aquestes proves n'hi ha d'altres de llarga distància que no pertanyen al programa oficial de FINA i LEN com pot ser la travessa del Canal de la Mànega, o la circumnavegació de l'illa de Manhattan. Aquestes proves destaquen per la seva duresa, ja que els nedadors poden arribar a estar 5 hores a l'aigua (en el cas dels 25 km) amb la sola ajuda d'algun avituallament ocasional. La natació és també part important d'altres esports, com ara: waterpolo, natació sincronitzada, el pentatló modern, triatló i salvament i socorrisme.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Font: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Natació>

# 3. Què és la fatiga?

---



## **3.1 Causes**

- 3.1.1 Sistemes energètics de fatiga
- 3.1.2 Fatiga neuromuscular
- 3.1.3 Regulació hormonal del exercici

## **3.2 Producció de lactat / l'àcid làctic**



### 3. Què és la fatiga?

S'ha de considerar la fatiga com el complex procés que abraça tots els nivells de l'activitat de l'organisme (molecular, subcel·lular, cel·lular, orgànic, del sistema i de l'organisme) i que es manifesta en el conjunt de canvis relacionats amb les transformacions de l'homeòstasi<sup>3</sup>, els sistemes reguladors, vegetatiu i executiu, com el desenvolupament del sentit del cansament i la disminució temporal de la capacitat de treball. La fatiga muscular ha estat estudiada, fonamentalment, des d'una perspectiva fisiològica, el que suposa una extraordinària aportació al tècnic esportiu. La fatiga pot ocórrer localment, és a dir, en un únic múscul o en un grup determinat de músculs, o generalment, afectant tot l'organisme de l'esportista.

Definir fatiga en l'esport resulta fàcil; segons el Dr. Emerson Ramírez Farto (agost del 2003)<sup>4</sup> indica una disminució de la capacitat de rendiment com a reacció de les càrregues d'entrenament, o sigui, davant de la presència de la fatiga es produeix un deteriorament del rendiment. Per exemple, el ritme d'un nedador es pot reduir o la força de les contraccions musculars isotòniques<sup>5</sup> màximes poden disminuir.

Hi ha múltiples definicions i causes de la fatiga durant la natació intensiva. Tot aquell que hagi competit en proves de 100 metres crol i papallona saben que la sensació de fatiga i esgotament és notablement diferent de la que s'experimenta durant proves de 1500 metres o superiors.

---

<sup>3</sup>**Homeòstasi:** és la tendència a mantenir l'equilibri i l'estabilitat interns en els diferents sistemes biològics. (Font: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Home%C3%B2stasi>)

<sup>4</sup>Extret de: <http://www.efdeportes.com/efd63/fatiga.htm>

<sup>5</sup>**Contraccions musculars isotòniques:** són aquelles en què les fibres musculars, a més de fer una contracció, modifiquen la seva longitud. Concèntriques quan el múscul s'escurça i està quiet o excèntriques quan el múscul s'allarga.

En la **figura 4** es pot observar les diferents definicions de fatiga des del punt de vista de diversos autors:

<b>Diferents definicions de Fatiga:</b>	
<b>-Asmunsen (1979):</b>	Disminució transitoria de la capacitat de treball del múscul.
<b>- Edwards (1984):</b>	Impossibilitat de mantenir la força requerida o esperada.
<b>- Bigland-Richie (1986):</b>	Fatiga neuromuscular és la reducció de la capacitat de generar tensió màxima.
<b>-Vollestad i Sejersted (1988):</b>	Disminució de la capacitat de generar força.
<b>- Scherrer (1991):</b>	Zona d'activitat d'un sistema viu per una irritació constant lligada a l'activitat d'aquest sistema i reversible per cessament transitori.
<b>-Wenoka i Stuart (1992):</b>	Disminució acusada de rendiment, que a més d'implicar un augment de l'esforç necessari per realitzar un treball de forma voluntària, produeix una capacitat eventual o momentània per realitzar treball.
<b>- Lagrange, citat per García Manso (1999):</b>	Disminució del poder funcional dels òrgans provocada per un excés de treball i acompanyada d'una sensació de malestar.
<b>-Chiller-Bert, citat per García Manso (1999):</b>	Fenomen general de defensa que es dona en els éssers vius i en tots els teixits dels éssers vius que es caracteritza per la disminució o pèrdua d'excitabilitat del teixit o de l'òrgan sobre el que es fa sentir.

**Figura 4:** Diferents definicions de fatiga segons alguns autors.

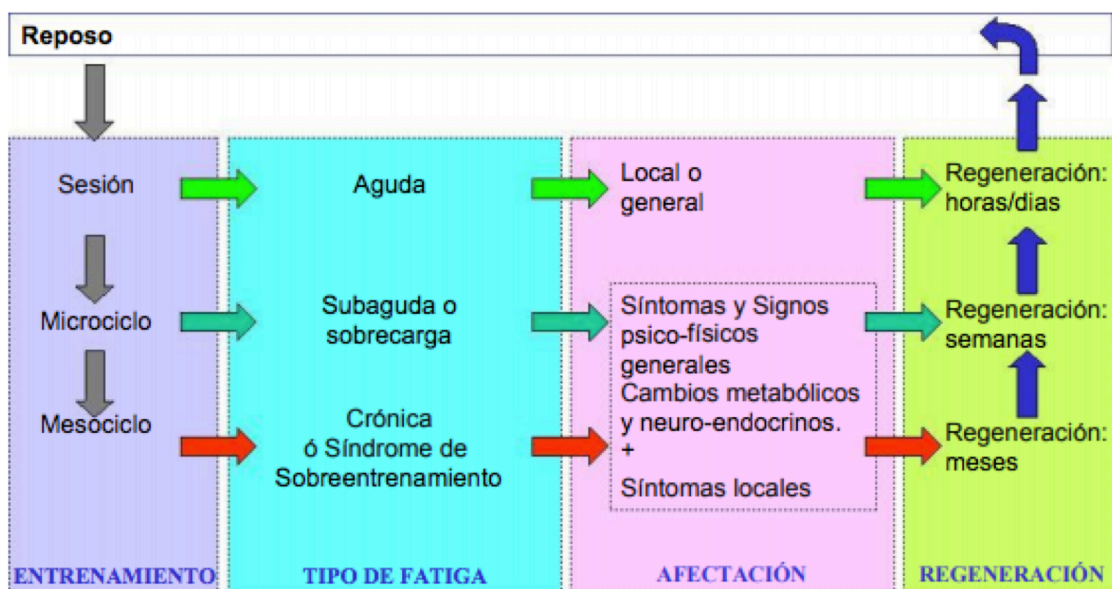
Font: <http://www.efdeportes.com/efd63/fatiga.htm>

Així doncs, en l'esport d'alt rendiment és freqüent observar una disminució del rendiment a causa de la fatiga nerviosa (mental, sensorial, emocional) o la fatiga física (motora o coordinativa). Aquestes formes de cansament no es manifesten de forma aïllada sinó en estreta combinació pels diversos efectes causats per la fatiga.

L'aparició d'aquesta depèn de la càrrega, particularment de la seva intensitat i pot ocórrer quasi immediatament a l'inici de l'aplicació de la càrrega o durant una càrrega de duració més llarga.

Tot i la complexitat fisiopatològica de la fatiga, sense deixar de pensar que és un procés continu, es pot classificar la fatiga segons el temps, moment o lloc d'aparició.

Segons el temps d'aparició, en podem diferenciar tres tipus, tal com diu Terrados i Fernández (1997):



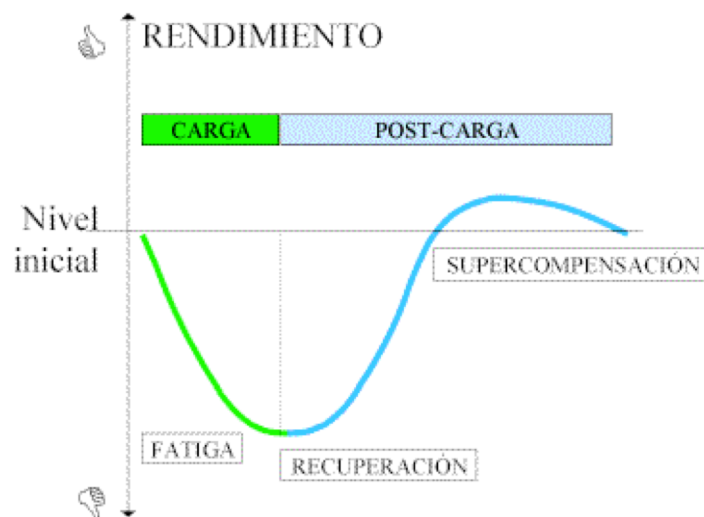
**Figura 5:** Classificació global de la fatiga, en funció del temps

Font: [http://aulavirtual.caib.es/c07013383/pluginfile.php/4286/mod\\_resource/content/1/tipos.pdf](http://aulavirtual.caib.es/c07013383/pluginfile.php/4286/mod_resource/content/1/tipos.pdf)

- **Fatiga aguda:**

L'aparició de la fatiga aguda ocorre durant i/o després d'una sessió d'exercici, bé sigui d'entrenament o de competició. Aquesta fatiga produeix una disminució del rendiment o una parada de l'exercici. La fatiga aguda afecta les diferents qualitats motrius: força, velocitat, resistència i coordinació.

Així mateix, aquesta fatiga pot afectar un grup localitzat de músculs (per exemple: extensors del genoll, flexors de l'avantbraç o del braç, espatlla, etc.) pel que podríem dir que es tracta d'una fatiga local. D'altra banda, quan la fatiga afecta a una gran massa muscular es denomina fatiga global (ens referim a tota la musculatura quan afecta aproximadament més de 2/3 dels músculs esquelètics). Això ocorre, per exemple, en natació, rem, esquí de fons, i altres esports en els quals intervenen activament molts músculs. La fatiga aguda és necessària dins del procés d'entrenament perquè es produeixen els fenòmens de compensació o sobrecompensació<sup>6</sup>.



**Figura 6:** Aparició de la sobrecompensació

Font: <http://www.efdeportes.com/efd63/fatiga.htm>

<sup>6</sup>**Sobrecompensació:** Capacitat del cos d'adaptació envers un estres a causa d'una sobrecàrrega. Els músculs milloren i es coordinen millor entre ells, són més eficients.

Els mecanismes primaris de producció de la fatiga seran diferents depenent si es tracta d'un exercici de força, velocitat, resistència, o coordinació. No obstant això, alguns dels camins finals de la fatiga són els mateixos.

- **Fatiga subaguda:**

També anomenada sobrecàrrega. Es produeix després d'un o més d'un microcicle<sup>7</sup> relativament intens, amb relativament poques sessions de regeneració. És a dir, quan l'esportista realitza nivells d'entrenament lleugerament més alts als que estava prèviament acostumat. En realitat aquest tipus de fatiga és necessària per estimular l'adaptació i la sobrecompensació de l'organisme davant l'exercici físic.

- **Fatiga crònica:**

La fatiga crònica es denomina també com a síndrome del sobreentrenament (SSE). Aquesta apareix després de diversos microcicles en els quals la relació entrenament-competició i recuperació es va desequilibrant, ocasionant un quadre sistèmic de fatiga, que sempre comporta la caiguda del rendiment. Aquest tipus de fatiga sempre és global.

La fatiga crònica es diferencia de la fatiga subaguda, en la durada i gravetat dels símptomes i en el temps necessari per a la "recuperació", més que en el quadre de símptomes. La simptomatologia dependrà del to o activitat del Sistema Nerviós Vegetatiu: del predomini del Sistema Nerviós Simpàtic o del predomini del Sistema Nerviós Parasimpàtic, com es comenta més endavant. Encara que alguns autors consideren que són

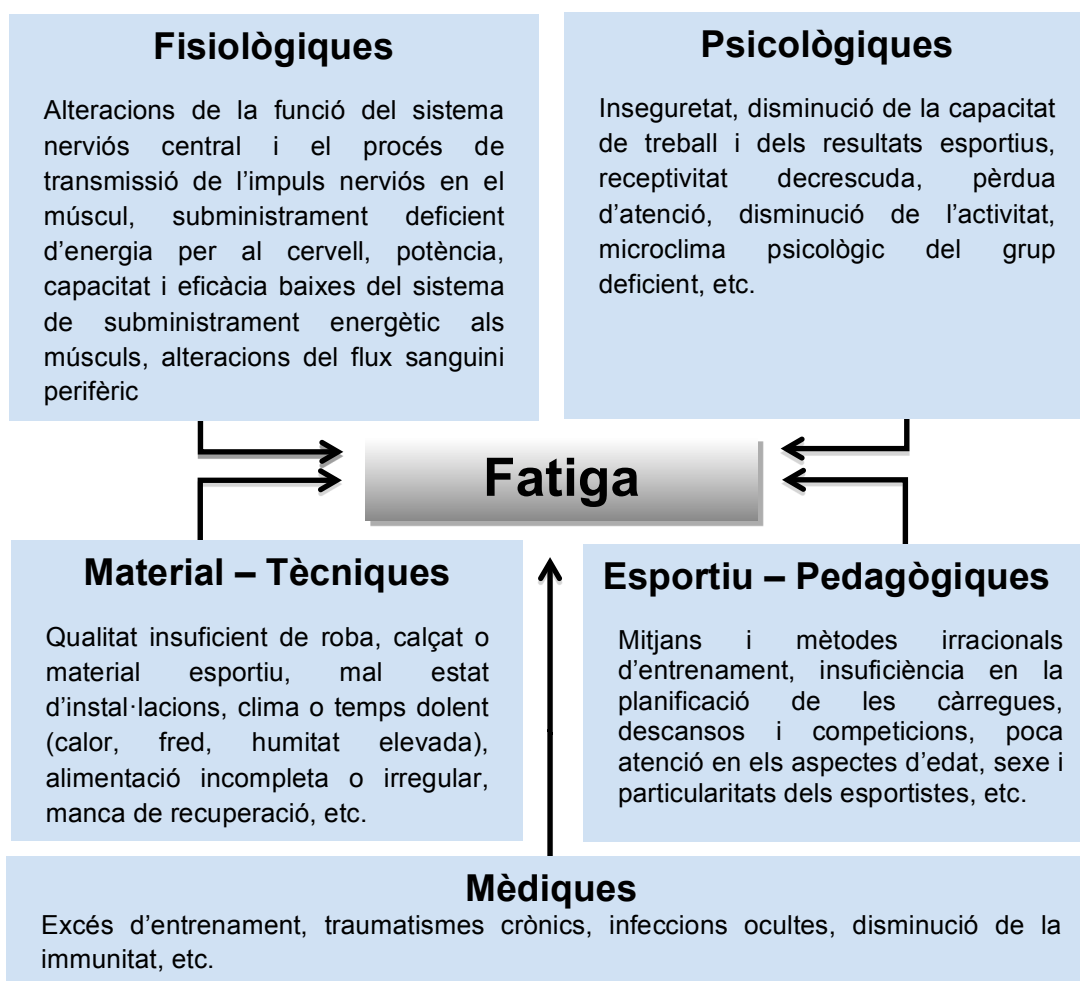
---

<sup>7</sup> **Microcicle:** És la menor unitat d'entrenament i pot variar entre 1 i 4 setmanes, Aquests es divideixen també en fases que posseeixen un objectiu concret, passant des d'entrenaments molt forts i pesats fins a entrenaments de recuperació.

Font: <https://www.vitonica.com/musculacion/organizacion-del-entrenamiento-macro-ciclo-microciclo-y-mesociclo-iii>

parts d'un mateix procés en la deterioració de la resposta neuroendocrina. El síndrome de sobreentrenament o fatiga crònica seria l'últim graó, patològic, dels processos adaptatius, que cursa amb una sèrie de símptomes i signes, que afecten l'organisme sencer.<sup>8</sup>

Les formes agudes, subagudes i cròniques de la fatiga poden estar condicionades per causes molt diverses:



**Figura 7:** Condicionants de la fatiga (Platonov, 2001)  
Font: <http://www.efdeportes.com/efd63/fatiga.htm>

<sup>8</sup>Extret de:

[http://aulavirtual.caib.es/c07013383/pluginfile.php/4286/mod\\_resource/content/1/tipos.pdf](http://aulavirtual.caib.es/c07013383/pluginfile.php/4286/mod_resource/content/1/tipos.pdf)

### **3.1 Causes de la Fatiga**

En funció dels diferents objectius de l'entrenament en la natació, les possibles causes principals de fatiga poden ser:

- **Disminució de les reserves energètiques**
- **Acumulació de substàncies intermèdies i terminals del metabolisme**
- **Insuficiència de la transmissió nerviosa**
- **Processos inhibidors a nivell del sistema nerviós central per la monotonia de les càrregues (sobrecàrrega causada per baixes exigències)**
- **Disminució de les hormones per l'esforç fort i continu (per exemple, l'adrenalina i noradrenalina com a substàncies de transmissió, la dopamina en el sistema nerviós central)**

N'existeixen d'altres que pels objectius d'aquest treball de recerca tant sols s'esmentaran. Són:

- **Inhibició de l'activitat enzimàtica per sobreacidesa o canvis de concentracions d'enzims (es comenta en l'apartat 3.2)**
- **Desplaçament d'electròlits (potassi i calci en la membrana cel·lular)**
- **Canvis en els orgànuls cel·lulars (mitocondris i nucli de la cèl·lula)**
- **Canvis en la regulació a nivell cel·lular dins de cada un dels sistemes orgànics**

### 3.1.1 Sistemes energètics i fatiga

Quan ens sentim fatigats, ho solem expressar dient: “No tinc energia”. Però aquest ús del terme energia s’allunya molt del seu significat fisiològic.

Quina funció exerceix l’energia, concretament, en la fatiga durant l’exercici?

Com bé diu José López Chicharro (2010)<sup>9</sup>, durant l’exercici, el múscul esquelètic satisfà les seves demandes energètiques fent servir substrats que procedeixen de les reserves de l’organisme gràcies a la ingesta diària de nutrients. Els substrats energètics dels quals el múscul energètic obté l’energia són, fonamentalment, els greixos i els hidrats de carboni. Les proteïnes actuen en ocasions com a substrats energètics, si bé són unes altres, molt diferents, les funcions fonamentals en l’organisme (síntesi de teixits, d’hormones, d’enzims, etc). Els substrats mencionats no són utilitzats directament per la cèl·lula muscular, sinó que tots ells han de cedir l’energia continguda en els seus enllaços químics per a la fosforilació de l’adenosina trifosfat (ATP), ja que la cèl·lula muscular només és capaç d’obtenir directament l’energia química d’aquest compost i transformar-la en energia mecànica, de manera que, el metabolisme energètic de les nostres cèl·lules musculars consistirà essencialment en una sèrie de transferències d’energia per a aconseguir que la cèl·lula disposi de les quantitats d’ATP necessàries per a satisfer les demandes energètiques en cada moment<sup>10</sup>.

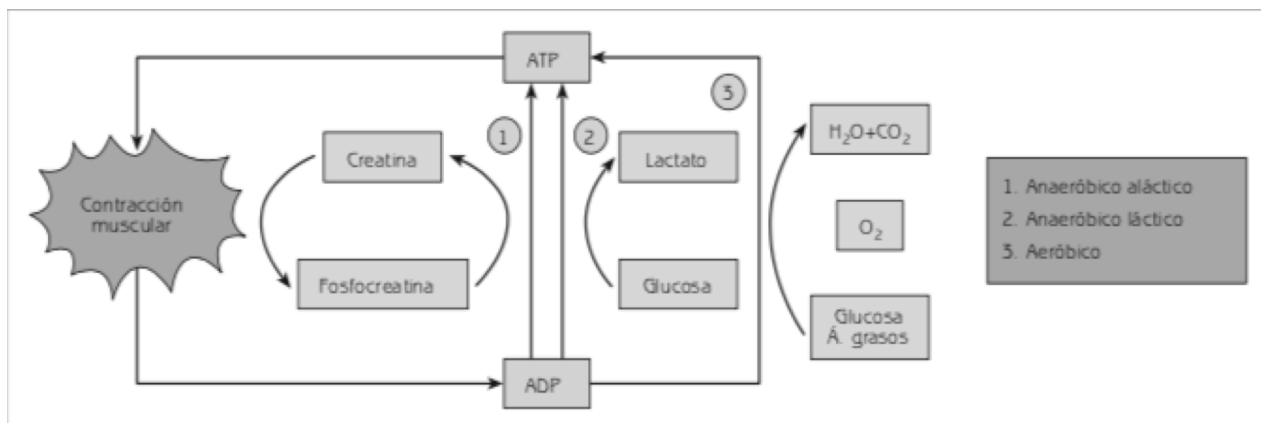
---

<sup>9</sup> Doctor en medicina i cirurgia per la Universitat Complutense de Madrid, metge especialista en Medicina de l’educació física i l’esport i catedràtic de Fisiologia de l’exercici per la Universitat Complutense de Madrid.

<sup>10</sup>Extret de: <http://media.axon.es/pdf/59703.pdf>



La cèl·lula muscular disposa de tres mecanismes principals per sintetitzar l'ATP (**Figura 8**):



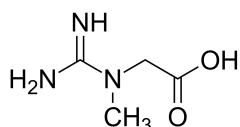
**Figura 8:** Mecanismes de producció d'ATP en el múscul esquelètic

- A partir de la fosfocreatina (PC)
  - Via anaeròbica alàctica
- A partir de la glucosa
  - Via aeròbica
  - Via anaeròbica làctica

#### ❖ Esgotament de la fosfocreatina (Via anaeròbica alàctica)

El fosfat de creatina, també conegut com creatina fosfat, fosfocreatina o PC, és una molècula de creatina<sup>11</sup> fosforilada<sup>12</sup> molt important, ja que té per funció emmagatzemar energia en el múscul esquelètic.

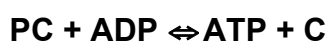
<sup>11</sup> **Creatina:** Producte que afavoreix l'increment de les reserves d'ATP a nivell muscular. Concretament el que fa és recuperar amb major rapidesa els ATP que són els responsables del suport energètic durant l'exercici de força i milloren la potencia muscular.



<sup>12</sup> **Fosforilació:** Addició d'un grup fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) a una proteïna o qualsevol altra molècula, en general petita. Extret de: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Fosforilaci%C3%B3>

Aquesta molècula és utilitzada per generar, de forma anaeròbica, ATP a partir del ADP. Joga un paper particularment important en teixits que tenen una alta demanda d'energia com el cervell o el múscul, actuant com a element de transport d'energia des dels mitocondris a la zona de les cèl·lules on es necessita l'ATP i de magatzem temporal d'energia (Buffer) per a usos intensos i curts.<sup>13</sup>

Aquest sistema de producció d'energia es realitza sense utilitzar oxigen i sense produir substàncies residuals com l'àcid làctic. És la que es produeix quan la demanda energètica és de màxim nivell i s'esgota l'ATP de reserva.



La PC cedeix una molècula de fòsfor a l'ADP per a produir ATP.

Aquest sistema aporta energia per a 20 o 25 segons en un esforç d'alta intensitat (com ara nedar uns 50m lliures a màxima velocitat).

L'estudi de biòpsies musculars de cuixes humanes ha demostrat que, durant l'execució de contraccions màximes repetides, la fatiga coincideix amb l'esgotament de PC.

Encara que l'ATP és directament responsable de l'energia utilitzada durant tals activitats, s'esgota amb menys rapidesa que la PC durant l'esforç muscular perquè l'ATP està sent produït per altres sistemes. Però quan la PC s'esgota, la capacitat del cos per a reposar amb rapidesa l'ATP gastat queda seriosament dificultada. L'ús d'ATP continua, però el sistema ATP-PC no té la mateixa capacitat per a reposar-ne. Quan s'arriba al cansament, l'ATP i la PC poden haver-se esgotat.

Per a endarrerir l'aparició de la fatiga, l'esportista ha de controlar la intensitat de l'esforç mitjançant un ritme adequat per assegurar que la PC i l'ATP no s'esgotin prematurament. Per contra, si el ritme inicial és massa ràpid, l'ATP i la PC disponibles disminuiran ràpidament, produint així una

---

<sup>13</sup> Extret de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fosfato\\_de\\_creatina](https://es.wikipedia.org/wiki/Fosfato_de_creatina)

fatiga prematura i la incapacitat per a l'esportista de mantenir el ritme en les fases finals de la prova.

### ❖ **Obtenció d'ATP a partir de la glucosa**

Les dues vies metabòliques principals per obtenir energia a partir de la glucosa són:

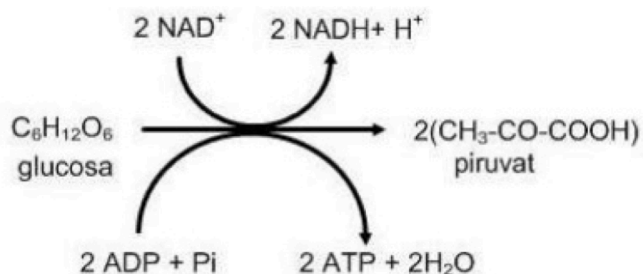
- **Via aeròbica** – La glicòlisi i la respiració
- **Via anaeròbica làctica** – La glicòlisi i la transformació fermentativa del piruvat en lactat

La primera fase del catabolisme de la glucosa, comuna a les dues vies, és la **glicòlisi**:

En aquesta fase la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) s'escindeix en dues molècules d'àcid pirúvic ( $CH_3-CO-COOH$ ) i l'energia alliberada permet sintetitzar dues molècules d'ATP. Aquesta reacció té lloc al hialoplasma i no necessita oxigen.

En la glicòlisi es distingeixen dues fases. En la primera, per cada glucosa es consumeixen 2 ATP i després, en la segona, es produeixen 4 ATP; per tant, el balanç global és que s'obtenen 2 ATP. A més, a la segona fase entren dues molècules del coenzim  $NAD^+$  que accepten 4 electrons ( $4e^-$ ) i 4 protons ( $4H^+$ ) procedents de la glucosa, i que passen a formar dos  $NADH + H^+$ . Això implica que la glicòlisi ha d'anar seguida per una via metabòlica que oxidi els  $NADH + H^+$  i regeneri els  $NAD^+$ . Aquesta via pot ser la respiració o la fermentació. Així, entre la glicòlisi i aquestes vies hi ha una interdependència respecte del coenzim  $NAD^+$ .

El balanç final de la glicòlisi és:



**Figura 9:** Balanç final de la glicòlisi

Font: <https://es.slideshare.net/montsejaen/t2-catabolisme-82062489>

En cas que encara hi hagués oxigen, vindria la respiració, de la que se'n difereixen dos processos: El **Cicle de Krebs** i la **cadena transportadora d'electrons**.

➤ **El cicle de Krebs.** El cicle de Krebs es duu a terme a la matriu mitocondrial<sup>14</sup> i és una via complexa en què se succeeixen vuit compostos diferents.

Prèviament, l'àcid pirúvic produït en la glicòlisi, per poder ser oxidat per respiració, ha d'entrar a l'interior dels mitocondris per mitjà de transport actiu. Una vegada dins, per incorporar-se al cicle de Krebs, s'ha de transformar en acetil-S-coenzim A. Aquest procés el fa un conjunt d'enzims i coenzims anomenat sistema piruvatdeshidrogenasa i s'hi distingeixen els canvis químics següents:

1. Pèrdua del grup carboxil que surt en forma de CO<sub>2</sub>.
2. Pèrdua de dos hidrògens que són acceptats per un NAD<sup>+</sup> que es redueix a NADH + H<sup>+</sup>.
3. **Unió de l'ió acetat (CH<sub>3</sub>-COO<sup>-</sup>) a un coenzim A**, donant lloc a un acetilcoenzim A que ja es pot incorporar al cicle de Krebs.

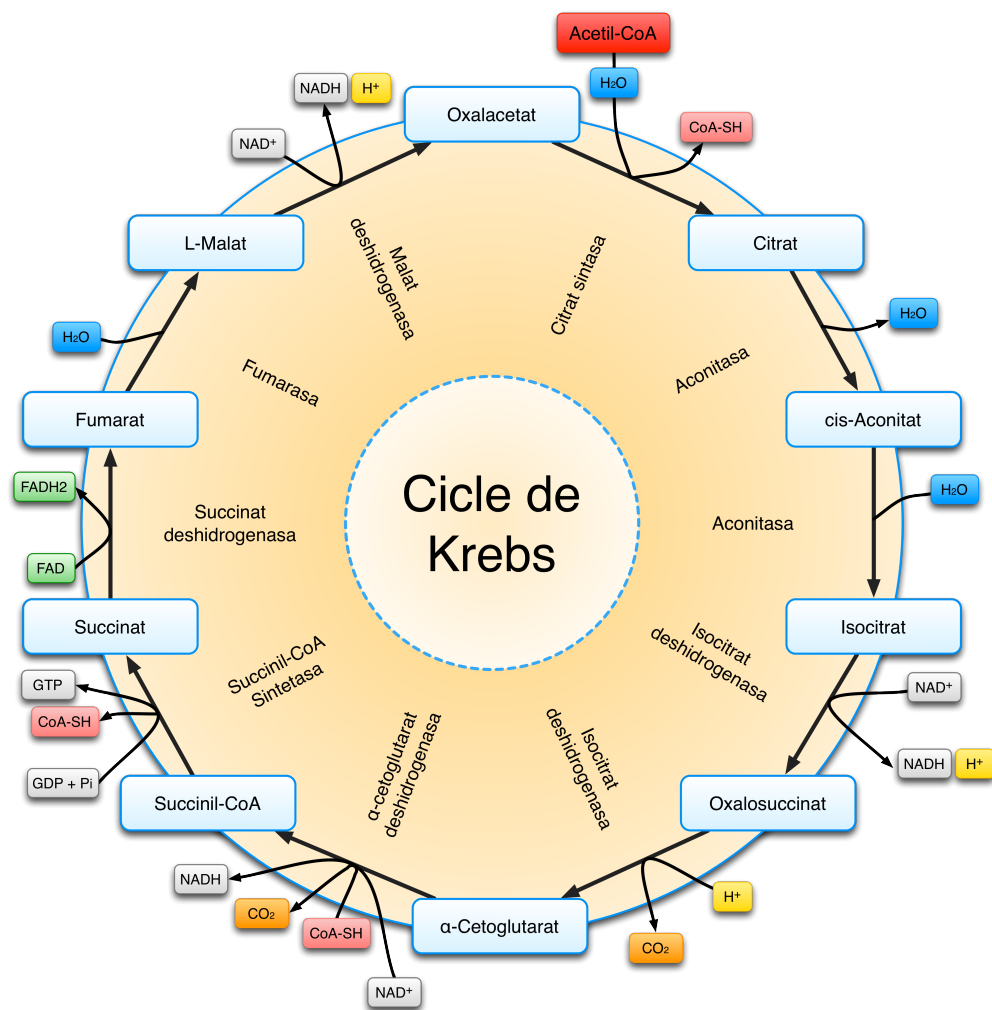
El cicle Krebs s'inicia amb l'acetilcoenzim A que transfereix el grup acetil a l'àcid oxalacètic i es forma l'àcid cítric; per aquest motiu aquesta via també rep el nom de cicle de l'àcid cítric.

Aquest és el primer compost i després se succeeixen una sèrie de transformacions en les quals es degrada completament el grup acetil i es genera un àcid oxalacètic; per això aquesta via forma un cicle.

---

<sup>14</sup>**Matriu mitocondrial:** És l'espai aquós comprès dins la membrana mitocondrial interna. Tenen lloc diverses rutes metabòliques clau per a la vida, com és el cicle de Krebs i la beta-oxidació mitocondrial dels àcids grassos.

Font: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Matriu\\_mitocondrial](https://ca.wikipedia.org/wiki/Matriu_mitocondrial)



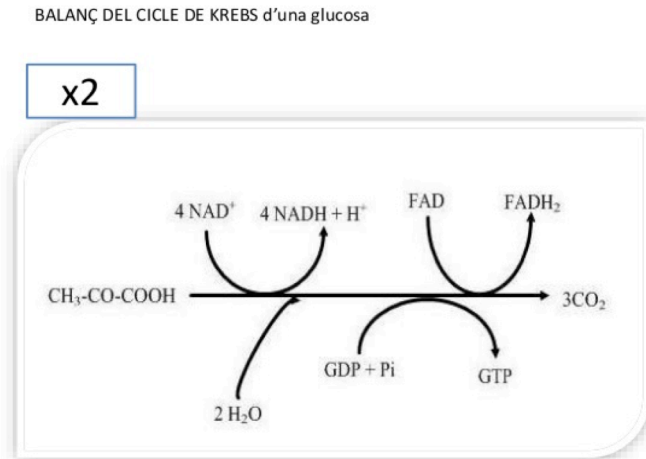
**Figura 10:** Cicle de Krebs

Font: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Citric\\_Acid\\_Cycle.png](https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Citric_Acid_Cycle.png)

Aquest necessita els coenzims oxidats  $\text{NAD}^+$  i  $\text{FAD}$ , que transforma en els coenzims reduïts  $\text{NADH}$  i  $\text{FADH}_2$ , i per això és inseparable de la cadena transportadora d'electrons, que és on es regeneren els coenzims oxidats.

El balanç energètic del cicle de Krebs aparentment és molt baix, ja que en una volta completa només es genera una molècula de GTP que equival a una d'ATP. L'explicació d'aquest baix rendiment es troba en el fet que la resta de l'energia s'inverteix a produir 3  $\text{NADH}^+$  i  $\text{FADH}_2$ , que en la cadena respiratòria alliberaran molta energia en forma d'ATP.

El balanç global de la conversió de l'àcid pirúvic en acetilcoenzim A i de la seva posterior degradació en el cicle de Krebs és el que apareix a la imatge següent.



**Figura 11:** Balanç global del Cicle de Krebs

Font: <https://es.slideshare.net/montsejaen/t2-catabolisme-82062489>

En aquest balanç, aparentment hi ha dos àtoms d'hidrogen i un àtom d'oxigen de més en els productes. Això es deu al fet que quan s'uneixen el GDP i el Pi no només es forma una molècula de GTP, sinó també una molècula d'aigua que queda incorporada en els productes. Com que en la glicòlisi, per cada glucosa es formen dues molècules d'àcid pirúvic, per a la degradació total d'una molècula de glucosa són necessàries dues voltes del cicle de Krebs.

➤ **La cadena respiratòria.** Té com a finalitat l'oxidació dels coenzims reduïts (NADH i FADH<sub>2</sub>) produïts en les etapes anteriors perquè tornin a ser utilitzats i fer servir l'energia que contenen per sintetitzar ATP. Es distingeixen els processos següents:

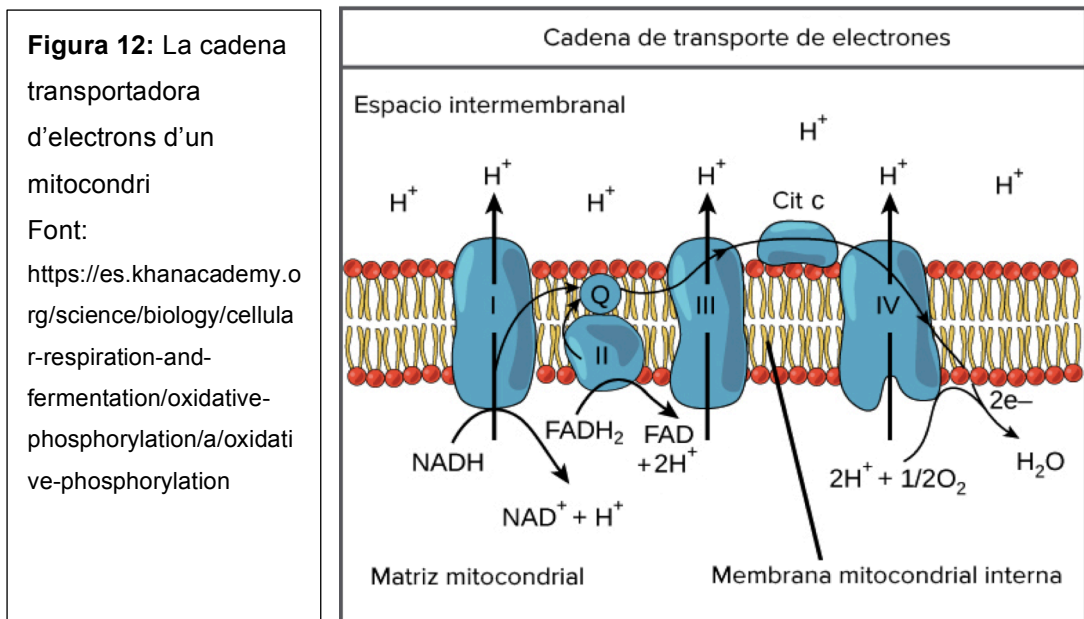
- **El transport d'electrons.** La cadena transportadora d'electrons està constituïda per una sèrie ordenada de molècules englobades en la

membrana interna dels mitocondris de les cèl·lules eucariotes. Cada una d'aquestes molècules accepta electrons de la molècula anterior, i després els transfereix a la molècula següent.

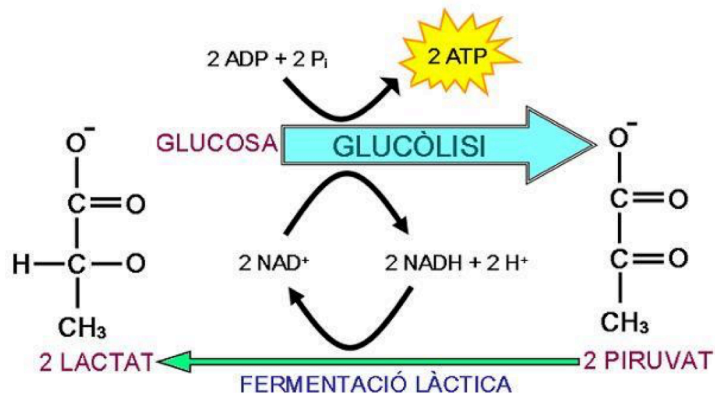
Els electrons que entren en la cadena procedeixen dels NADH i FADH<sub>2</sub> que quan els cedeixen, passen a ser els coenzims oxidats NAD<sup>+</sup> i FAD, respectivament.

- **La quimioosmosi.** L'energia perduda pels electrons s'utilitza, en tres punts concrets de la cadena, per bombejar els protons (H<sup>+</sup>) a l'exterior que, en el cas dels mitocondris, els passa de la matriu mitocondrial a l'espai intermembranar. Allà s'acumulen i, quan n'hi ha una concentració elevada, tornen a la matriu mitocondrial per mitjà d'uns canals que presenten uns enzims anomenats **ATP-sintetases**.

- **La fosforilació oxidativa.** Les ATP-sintetases estan constituïdes per quatre parts, cada una de les quals està formada per diverses subunitats de polipèptids. Les parts es mouen entre si quan els protons flueixen pel canal interior. Això provoca canvis en tres llocs catalítics que produeixen, cada un d'ells, la unió d'una molècula d'ADP i un grup fosfat, i generen així una molècula d'ATP.



Si continuem amb un esforç intens a partir dels 20-25 segons s'activa la **via anaeròbica làctica** :

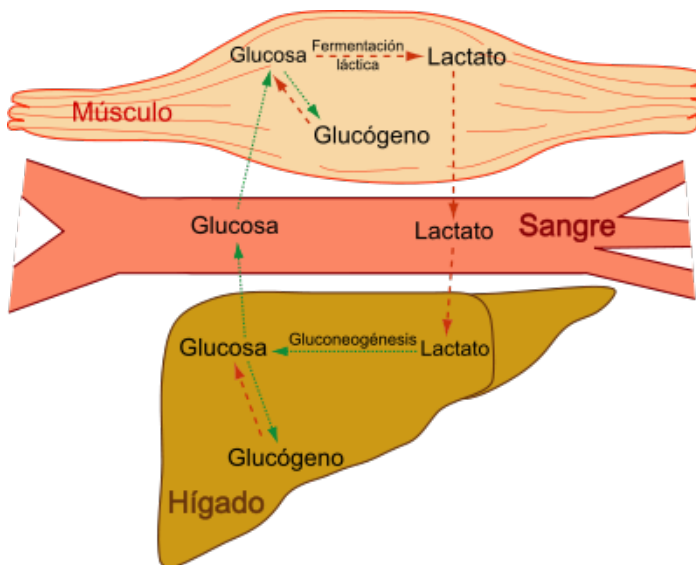


**Figura 13:** Fermentació làctica

Font: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Lactate\\_formation.JPG](https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Lactate_formation.JPG)

La fermentació és un procés catabòlic on no intervé la cadena respiratòria, ja que l'oxigen que respirem no és suficient, no es pot mantenir més de 2-3 minuts. En aquest cas:

- L'acceptor final d'electrons i protons és un compost orgànic, el piruvat.
- Només hi ha síntesi d'ATP al substrat perquè no intervenen les ATP- sintetases.
- Apart de les cèl·lules musculars, també són pròpies d'alguns llevats i bacteris.



**Figura 14:** Cicle de Cori

Font: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_de\\_Cori](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_Cori)



En la fermentació làctica es forma àcid làctic a partir de la degradació de la glucosa. Posteriorment, l'àcid làctic és transportat de manera gradual fins a les cèl·lules hepàtiques en les quals, en condicions aeròbiques, es reconverteix en àcid pirúvic. Aquest procés es diu cicle de Cori. (Figura )

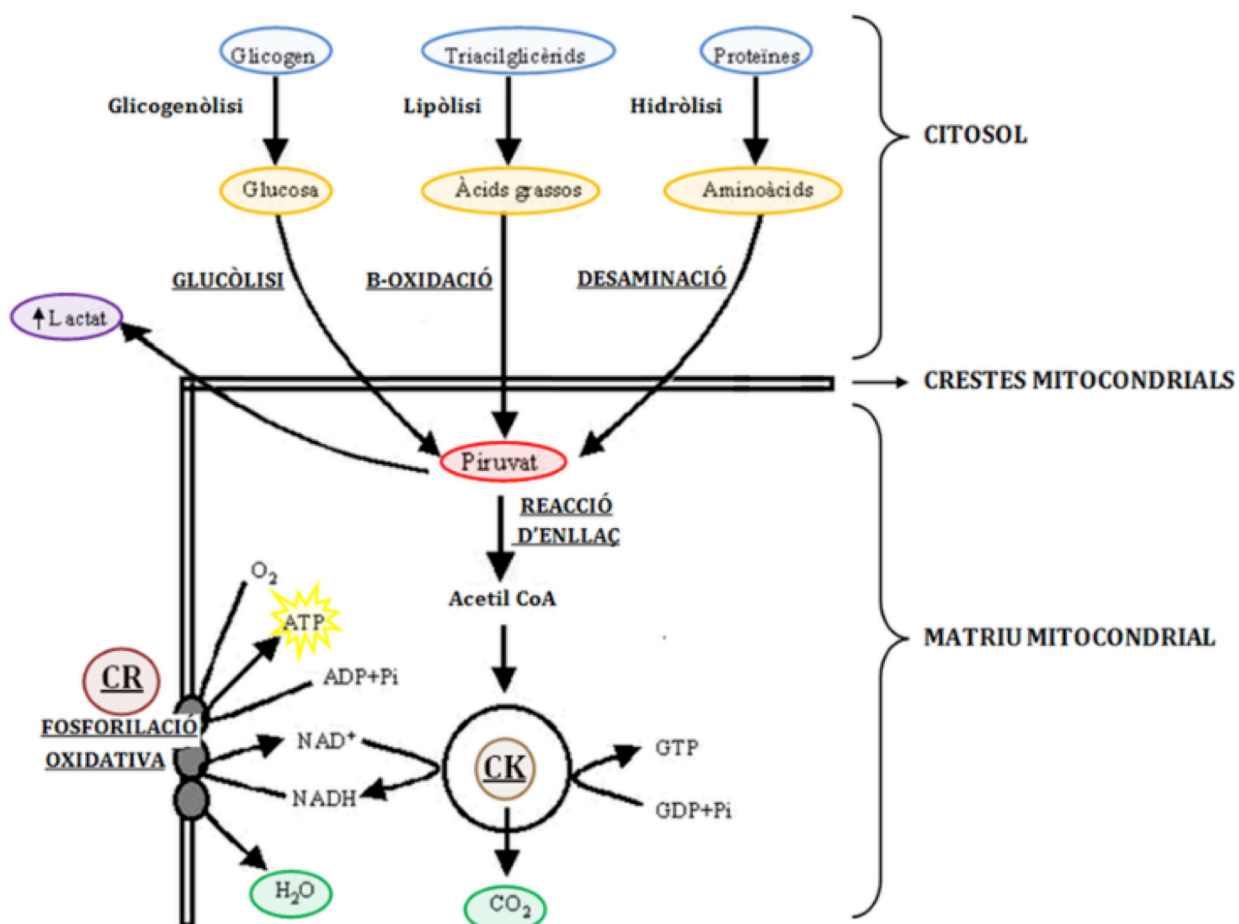


Figura 15: Procés global de les vies metabòliques

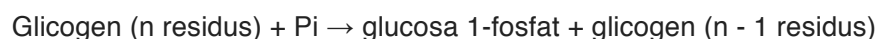
Font: <https://selectivitatbiologia.weebly.com/catabolisme.html>

Els nivells musculars d'ATP es mantenen també per la descomposició aeròbica i anaeròbica del glucogen muscular (glicogenòlisi).

El glucogen es conserva principalment en el fetge i en el múscul esquelètic. La màxima capacitat hepàtica per la reserva de glucogen se situa sobre els 100 g (un 5% del pes del fetge) i aquesta capacitat de reserva del glucogen hepàtic no és susceptible de ser incrementada amb l'entrenament. En canvi, en el múscul esquelètic humà, la reserva de

glucogen pot variar segons la condició física i l'estat nutricional de les persones (McArdle et al, 2005).

Les persones desentrenades poden emmagatzemar entre 100 i 200 g de glucogen mentre que els esportistes ben entrenats en poden emmagatzemar fins a uns 400 g. La glucogenòlisi hepàtica és un important mecanisme per mantenir els nivells de glucosa en sang (glucèmia). Si la font de glucosa és el glucogen muscular, el guany net d'ATPs per mols de glucosa degradada a piruvat és de 3 mols, ja que en aquest cas l'enzim glucogen fosforilasa no consumeix ATP en la fosforilació de la glucosa<sup>15</sup>.



En proves d'una duració no superior a pocs segons, el glucogen muscular es converteix en la principal font d'energia per a la síntesi d'ATP. Malauradament, les reserves de glucogen són limitades i s'esgoten amb rapidesa.

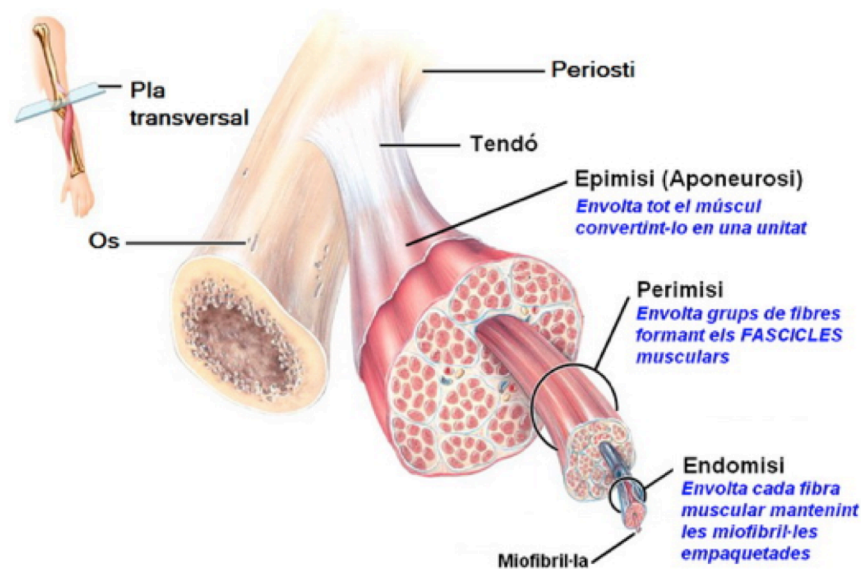
Igual que amb l'ús de la PC, el ritme d'esgotament del glucogen muscular és controlat per la intensitat de l'activitat. L'augment de la intensitat de l'esforç produeix una reducció desproporcionada del glucogen muscular. Aquest pot ser un factor limitant fins i tot la realització d'un esforç suau. Els músculs depenen d'un constant aportament de glucogen per a satisfer les altes demandes d'energia pròpies de l'exercici.

Ara per ara, s'observa que l'esgotament del glucogen i la hipoglucèmia (baix contingut de sucre en la sang) limiten el rendiment en activitats de 30 minuts de duració o superior. La fatiga, en proves més breus, és molt probable que sigui el resultat de l'acumulació de productes resultants metabòlics tals com el lactat i el H<sup>+</sup>, dins dels músculs.

---

<sup>15</sup> Extret de: McArdle W, Katch F, Katch V. *Fundamentos de Fisiología del Ejercicio*. Editorial McGraw Hill-Interamericana 2005. Bibliografia

### 3.1.2 Fatiga neuromuscular



**Figura 16 :** Estructura del múscul esquelètic

Font: <http://www.efisalut.com/apunts/batx07.html>

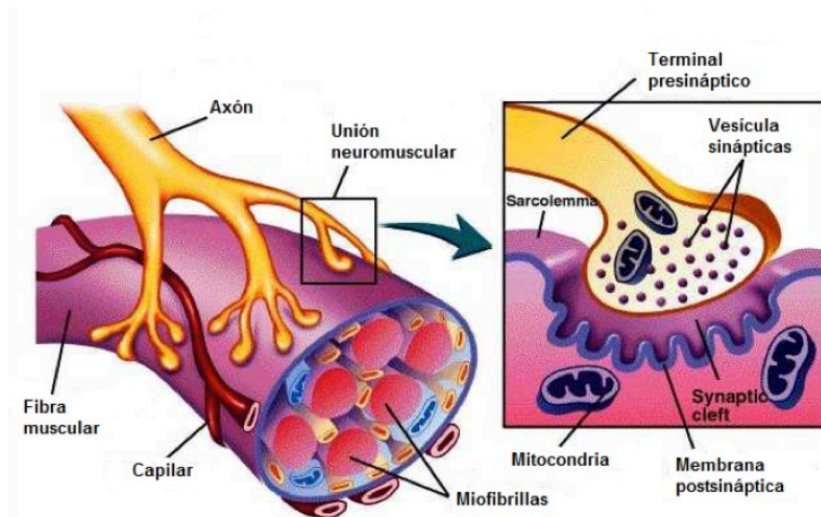
També hi ha proves que indiquen que sota determinades circumstàncies, la fatiga pot ser el resultat d'una incapacitat per activar les fibres musculars, una funció del sistema nerviós. L'impuls nerviós es transmet a través de la placa motora per a activar la membrana de les fibres i fa que el reticle sarcoplasmàtic<sup>16</sup> de les fibres alliberi calci. Aquest, al seu torn, s'enllaça amb la troponina<sup>17</sup> per iniciar la contracció muscular. Alguns mecanismes nerviosos que poden alterar aquest procés i contribuir possiblement a la fatiga són:

<sup>16</sup> **Reticle sarcoplasmàtic:** De les cèl·lules musculars es troba altament especialitzat, ja que té un paper important en el cicle contracció-relaxació muscular.

Extret de: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Reticle\\_sarcoplasm%C3%A0tic](https://ca.wikipedia.org/wiki/Reticle_sarcoplasm%C3%A0tic)

<sup>17</sup> **Troponina:** És una proteïna globular de gran pes molecular present en el múscul estriat, en el múscul cardíac i en el múscul esquelètic.

Extret de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Troponina>



**Figura 17:** Unió neuromuscular

Font:  
<https://www.lifeder.com/placa-neuromuscular/>

### ❖ Transmissió nerviosa

La fatiga pot ocórrer en la placa motora, impedit la transmissió de l'impuls nerviós a la membrana de les fibres musculars. Aquesta insuficiència pot suposar la intervenció d'un o més d'un dels processos següents:

- L'alliberació o síntesi de l'acetilcolina, el neurotransmissor que transmet l'impuls nerviós des del nervi motor fins la membrana muscular, pot veure's reduïda.
- La membrana de la fibra muscular pot desenvolupar un Umbral<sup>18</sup> més elevat.
- Algunes substàncies poden competir amb l'acetilcolina pels receptors de la membrana muscular sense activar la membrana.

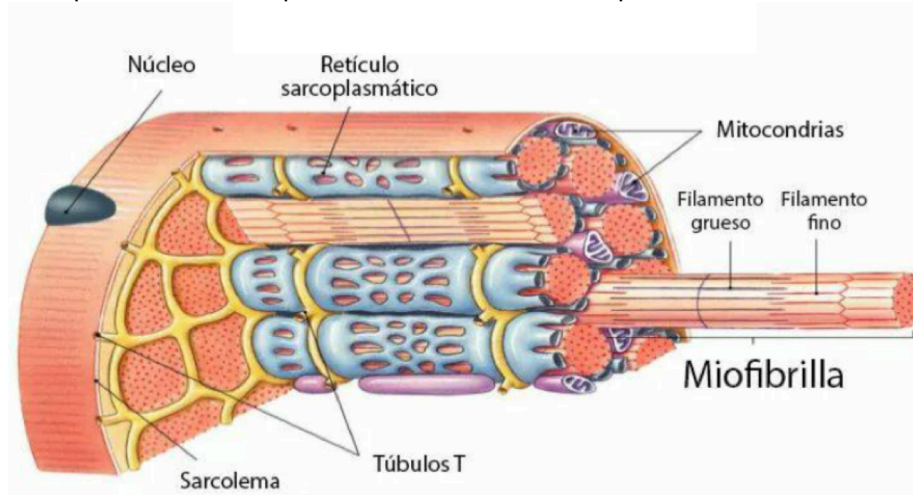
---

<sup>18</sup>**Umbral:** Segons Wasserman (1967), és la intensitat d'exercici o de treball físic per sobre de la qual comença a augmentar de forma progressiva la concentració de lactat en sang, alhora que la ventilació s'intensifica també d'una manera desproporcionada pel que fa a l'oxigen consumit. Font: <http://www.medicina-deportiva.net/umbrales-entrenamiento.html>

Encara que la majoria d'aquestes causes de bloqueig neuromuscular s'han associat amb malalties neuromusculars, també poden ser la causa d'algunes formes de fatiga neuromuscular. Hi ha algunes proves que indiquen també que la fatiga pot deure's a la retenció de calci dins dels túbuls T<sup>19</sup>, la qual cosa reduiria la quantitat de calci disponible per la contracció muscular. De fet, l'esgotament de la PC i l'acumulació de lactat poden simplement incrementar el ritme d'acumulació de calci dins dels túbuls.

**Figura 18:** Estructura fibra muscular

Font: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/de-que-esta-formado-el-musculo>



#### ❖ Sistema nerviós central

El sistema nerviós central (SNC) també pot influir en la fatiga. Quan els músculs d'un subjecte semblen estar gairebé esgotats el fet d'animar-lo verbalment, cridant-lo o fins i tot utilitzant una estimulació elèctrica directa al múscul pot incrementar la força de la contracció muscular<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup>**Túbuls T:** Són extensions del sarcolema (la membrana plasmàtica de les fibres musculars). Aquestes invaginacions corren perpendiculars a la longitud de la fibra muscular i són el punt de contacte amb l'exterior de la cèl·lula per a l'entrada i sortida de líquids.

(Font: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/3874/4/0450258.pdf>)

<sup>20</sup>L'**electroestimulació** pot ser eficaç per millorar significativament la força, la força explosiva, la capacitat de salt, la velocitat i la potència. Aquesta activa el potencial

Aquests estudis indiquen que el límits del rendiment en els exercicis més esgotadors poden, en gran mesura, ser psicològics.

Aquesta fatiga es veu fortament afectada per factors mentals com ara l'estat d'ànim, l'emoció, la pressió, l'ansietat, etc., així com per factors físics (tan interns com externs): hormones, infeccions i malalties, i, fins i tot, l'hora del dia.<sup>21</sup> Els mecanismes concrets que hi ha darrera la fatiga del SNC no es coneixen totalment.

La mobilització dels músculs depèn, en part, del control conscient. El trauma psicològic de l'exercici esgotador pot inhibir conscientment o inconscientment la voluntat de l'esportista per tolerar més dolor. El SNC pot reduir el ritme de l'exercici fins deixar-lo a un nivell tolerable per a protegir a l'esportista.

Tret que estiguin molt motivats, la majoria dels individus interrompen els seus exercicis abans que els seus músculs estiguin fisiològicament esgotats. Per a aconseguir el punt més alt de rendiment, els esportistes s'entrenen per aprendre a portar un ritme adequat i poder tolerar la fatiga.

#### ❖ **Sistema nerviós perifèric**

Quan parlàvem de la fatiga crònica mencionàvem el sistema nerviós perifèric (SNP) en forma de sistema nerviós simpàtic i parasimpàtic. Per a entendre-ho millor, veiem com es divideix el SNP i quina relació té amb el tema.

Segons el tipus de resposta que es produeix, és a dir, segons si origina actes voluntaris o involuntaris, el SNP es classifica en:

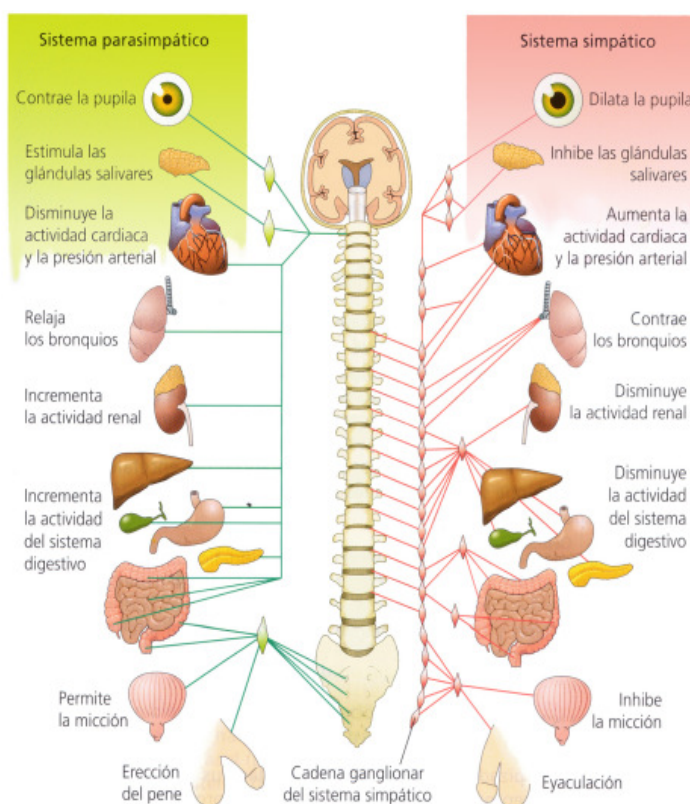
---

d'acció provinent del sistema nerviós central per generar la contracció muscular natural.

Font: <http://www.fastfitness.es/mejora-de-la-fuerza-con-electroestimulacion/>

<sup>21</sup>Extret de: <http://entrenamiento-total.com/los-diferentes-tipos-de-fatiga/>

- **Sistema nerviós voluntari o somàtic**, que controla els moviments voluntaris dels músculs.
- **Sistema nerviós autònom o vegetatiu**, que és el responsable de l'activitat involuntària dels òrgans. Els nervis del sistema nerviós autònom es classifiquen en **Simpàtics i Parasimpàtics**.



**Figura 19:** Sistema nerviós simpàtic i parasimpàtic  
 Font: <https://biolulia.wordpress.com/biolulia/3-eso/5-coordinacio-nerviosa-i-hormonal/5-2-el-sistema-nervios/>

El SNP també funciona per mitjà d'altres dos sistemes complementaris comunicats entre si: el sistema sensor i el sistema motor. El sistema sensor condueix informació sensora (les sensacions i el seu estat fisiològic) cap al SNC, que després transmet aquesta informació cap als músculs a través del sistema motor (reacció motora). És a dir, un cop el

nostre sistema neuromuscular rep la informació provinent del sensor, ha de decidir com respondre amb el cos a tota aquesta informació.

Al mateix temps, un altre sistema, conegut com a part accessòria del sistema motor, controla la freqüència cardíaca, la tensió arterial, la distribució de la sang i la respiració. Aquest sistema correspon a l'autònom o vegetatiu i com hem dit, inclou el Sistema Simpàtic, que és el nostre sistema de lluita o "fugida", perquè preparava al nostre cos per fer front a una situació límit, i el Sistema Parasimpàtic, que constitueix el nostre sistema d'economia d'esforç perquè disminueix el nivell d'estrès de l'organisme, produeix un estat de descans o relaxació del cos i dirigeix altres processos d'importància vital com la digestió.

Encara que aquests dos sistemes normalment s'oposen entre si en les seves funcions, tendeixen a treballar junts.

### 3.1.3 Regulació hormonal de l'exercici

El sistema nerviós i el sistema endocrí actuen sinèrgicament<sup>22</sup> amb la funció hormonal. El sistema nerviós central, a través de l'hipotàlem<sup>23</sup>, és el responsable del control de la majoria de les secrecions hormonals i, per altra banda, hormones específiques actuen per modificar la funció neural. Per aquesta raó es torna necessària l'anàlisi del sistema neuroendocrí en el moviment.

---

<sup>22</sup>**Sinergia:** integració d'elements que fa com a resultat quelcom més gran que la simple suma d'aquests elements, és a dir, quan dos o més elements s'uneixen sinèrgicament creen un resultat que aprofita i maximitza les qualitats de cadascun dels elements.

Font: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Sinergia>

<sup>23</sup>L'**hipotàlem** és una porció del cervell que conté una petita quantitat de nuclis amb funcions ben diverses. Una de les més importats és enllaçar el sistema nerviós amb el sistema endocrí a través de la glàndula pituïtària (la hipòfisi).



Les hormones són substàncies químiques sintetitzades per una glàndula específica que la secreta al torrent sanguini perquè siguin transportades. La funció principal de les hormones és canviar els ritmes de les reaccions cel·lulars.

Les hormones intervenen en la majoria dels processos fisiològics de l'organisme, això fa que siguin fonamentals en molts aspectes del rendiment en l'exercici i en els esports.

Com l'activitat del sistema nerviós, la secreció d'hormones ha de respondre efectivament per poder complir amb les demandes immediates de les diferents funcions corporals que es troben en contínua variació. El sistema nerviós funciona amb gran velocitat i produeix efectes de curta durada i localitzats, en canvi el sistema endocrí respon més lentament però té efectes més perllongats.

Durant l'exercici, la producció d'energia ha d'augmentar i s'han de depurar els metabòlits. Les funcions cardiovasculars i respiratòries s'han d'ajustar de manera constant per satisfer-ne les demandes i altres sistemes del cos com els que regulen la temperatura. Com més rigorós és l'exercici més difícil resulta mantenir l'homeòstasi.

Com que no es poden abastar tots els aspectes del control endocrí sobre l'exercici, ens centrarem en el control hormonal del metabolisme dels glúcids que són el combustible més important durant la realització d'activitat física. Les principals glàndules que participen en aquest procés són: les glàndules suprarenals (que secreten adrenalina, noradrenalina i el cortisol) i el pàncrees (que secreta insulina i glucagó).

La concentració de glucosa en sang en la realització de l'activitat física depèn de l'equilibri entre el consum de glucosa pels músculs i el seu alliberament pel fetge. El glucagó, l'adrenalina, la noradrenalina i el cortisol augmenten la concentració plasmàtica de la glucosa. La quantitat

de glucosa alliberada pel fetge depèn de la intensitat i de la duració de l'exercici, així per exemple després d'un esprint explosiu de curta durada, la concentració plasmàtica de glucosa pot estar entre el 40 o el 50% per sobre del nivell de repòs, a causa que el fetge allibera més glucosa de la que capten els músculs. Durant aquest exercici explosiu el múscul utilitza el propi glucogen que li és més accessible. En canvi, quan es realitzen exercicis de llarga durada, la concentració plasmàtica de glucosa, es manté constant o lleugerament per sobre del nivell de repòs.

El simple alliberament d'aptes quantitats de glucosa en la sang no assegura que les cèl·lules musculars puguin tenir la glucosa necessària per satisfer les seves demandes d'energia. D'aquesta manera, la glucosa no solament ha de ser enviada a aquestes cèl·lules sinó també capturada per elles. Aquest és el treball particular de la insulina, que ajuda que la glucosa alliberada entri a les cèl·lules perquè pugui ser utilitzada en la producció d'energia.

En absència total d'insulina només petites quantitats de glucosa poden ser transportades dins de les cèl·lules. Es considera la insulina com el mediador de la difusió facilitada (passatge ràpid d'una molècula a l'interior de la cèl·lula) per la qual la glucosa en la presència d'insulina es combina amb un portador de glucosa per ser transportada a l'interior de les cèl·lules.

És així com aquesta hormona pancreàtica realment controla el ritme del metabolisme cel·lular de la glucosa.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Extret de: <http://www.efdeportes.com/efd165/adaptaciones-generales-del-sistema-nervioso.htm>

## 3.2 Producció de lactat

L'Àcid Làctic ( $C_3H_6O_3$ ) és una molècula monocarboxílica orgànica que com hem dit, es produeix en el curs del metabolisme anaeròbic làctic (glicòlisi anaeròbica). Tenint en compte el pH dels teixits i de la sang, l'àcid làctic es troba pràcticament i íntegrament en forma dissociada (lactat). A pesar que habitualment tenim la idea que l'àcid làctic és un compost negatiu de cara al rendiment físic, i, fins i tot, en ocasions hi ha qui parla d'un producte tòxic, l'àcid làctic és un compost energètic important ja que la seva metabolització anaeròbica dóna lloc a la formació de 17 ATP.

### On es produeix?

Es pot dir que la capacitat de metabolitzar molècules de glucosa fins a àcid pirúvic és molt major que la capacitat de metabolitzar àcid pirúvic a través del metabolisme aeròbic. Quan les necessitats energètiques són baixes, es produeix pràcticament una continuïtat entre els processos anaeròbic làctic i aeròbic, de manera que la major part de l'àcid pirúvic que es produeix entra en la via aeròbica (sí que hi ha una mínima producció d'àcid làctic i es reflecteix en un mínim augment del lactat sanguini).

No obstant això, quan la necessitat d'obtenir energia per a la contracció muscular és elevada (a causa de la intensitat de l'exercici físic), augmenta de forma important la utilització de la glucosa per la via anaeròbica i hi ha un augment significatiu en la formació d'àcid pirúvic.

La capacitat de metabolització de l'àcid pirúvic a través del cicle de Krebs és molt més limitada que la seva producció i això suposa en la pràctica un "coll d'ampolla" en la continuïtat entre tots dos processos.

Com a conseqüència d'això hi ha una sobreproducció d'àcid pirúvic i aquest excés d'àcid pirúvic és convertit en àcid làctic.

### **Què succeeix amb l'àcid làctic?**

Els nivells de pH en els quals pot tenir lloc la vida i diferents processos biològics és molt limitat. Atès que les variacions de l'àcid làctic donen lloc també a modificacions en el pH cel·lular i general, l'organisme engega una sèrie de sistemes i mesures amb la finalitat de neutralitzar el propi àcid làctic i les seves conseqüències, o fins i tot arribar a disminuir la glicòlisi anaeròbica per disminuir la producció d'àcid làctic, com són:

#### **1. A nivell intracel·lular:**

- **Neutralització.** L'àcid làctic és neutralitzat, principalment a causa del bicarbonat, el fosfat i les proteïnes intramusculars.
- **Bloqueig de la glicòlisi anaeròbica.** El funcionament de les diferents reaccions químiques per passar de glucosa a àcid pirúvic amb formació d'energia, està lligat al funcionament de diversos enzims que catalitzen els diferents passos.
- Quan disminueix el pH intracel·lular hi ha un bloqueig enzimàtic (principalment de la fosfofructoquinasa) amb què la glicòlisi anaeròbica deixa de tenir lloc. Això contribueix al fet que no hi hagi un augment de l'acidesa del mitjà intracel·lular, i que en el curs del temps es normalitzi el pH (cap a la neutralitat) amb què novament la glicòlisi anaeròbica és possible i pot obtenir-se energia mitjançant la via anaeròbica làctica.

#### **2. A nivell extracel·lular:**

L'excés d'àcid làctic que es va generant en la cèl·lula muscular i que no pot ser neutralitzat, surt a l'espai extracel·lular gràcies a l'actuació del transportador MCT1, i segueix diverses vies diferents:

**Neutralització.** El lactat a través de l'espai intersticial arriba a la sang, sent d'aquesta forma distribuït de forma ràpida a tot l'organisme. La sang té una capacitat buffer (neutralitzant) que és variable i que està en relació amb el contingut en bicarbonat, proteïnes plasmàtiques, fosfat i hemoglobina.

**Energia aeròbica.** Una vegada que el lactat circula a través de la sang per tot l'organisme, és captat per diferents cèl·lules (principalment musculars) que són capaces de convertir-lo en piruvat i d'aquesta forma entrar en el cicle de Krebs per convertir-se en una font d'energia aeròbica. L'entrenament incrementa els enzims que converteixen el lactat en piruvat. D'aquesta manera, la utilització del lactat genera un estalvi de la glucosa i per tant un millor manteniment dels seus dipòsits intracel·lulars i una menor entrada de glucosa sanguínia, amb què el manteniment dels nivells de glucosa en sang en nivells normals (sense que s'arribi a produir una hipoglucèmia) és més senzill.

El lactat també pot ser utilitzat per les **cèl·lules musculars cardíques**. Es considera que en una situació de repòs, el cor obté entre un 10% i 20% de la seva despesa energètica del lactat.

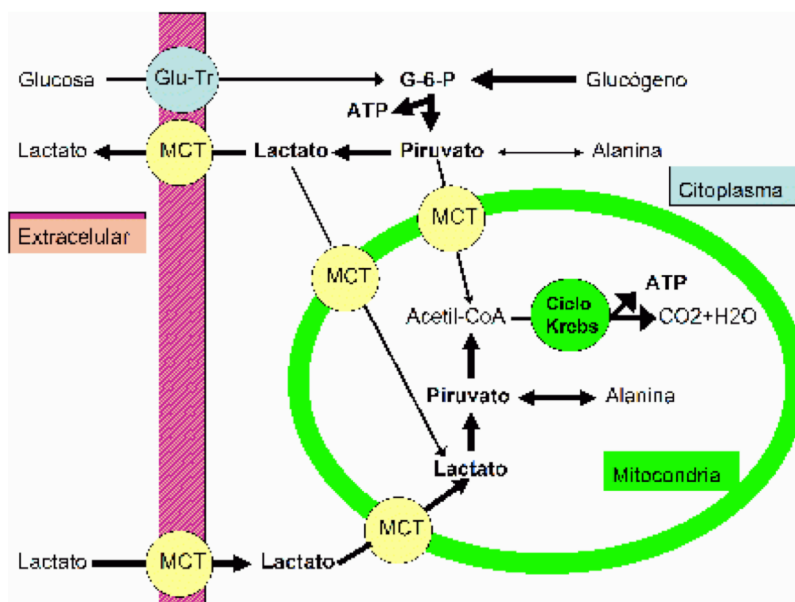
En situació d'esforç físic amb alts nivells de lactat en sang i de major treball cardíac, augmenta encara més el percentatge de participació del lactat en la formació d'energia aconseguint fins i tot nivells del 90%, en el qual el cor es converteix en un gran consumidor de lactat (entorn de 0,5 - 1 mmol/\*min).

- **Re-síntesi de Glucosa.** El lactat sanguini, a més, és captat pel fetge per entrar en la gluconeogènesi i d'aquesta forma augmentar els dipòsits de glucogen hepàtic, que és l'encarregat del manteniment dels nivells de glucosa en sang.

- **Eliminació Renal.** El ronyó intervé en el metabolisme del lactat mitjançant 2 vies, una la formació d'energia per al propi funcionament renal després de ser oxidat a piruvat i entrar en el cicle de Krebs, i la segona via és l'eliminació a través de l'orina quan les concentracions de lactat són molt elevades.
- **Suor.** La suor conté una gran quantitat d'àcid làctic, i a pesar que en el conjunt de l'eliminació del lactat sanguini aquesta via sigui molt poc important, és convenient tenir-ho en compte per evitar la contaminació en la presa de mostres sanguínies per a la posterior anàlisi del lactat en sang.

### Com trobem lactat en sang?

Els diferents processos de formació, neutralització, difusió, eliminació i utilització del lactat que hem vist amb anterioritat i que en part se sintetitza en el següent quadre, donen lloc en la pràctica a uns processos d'entrada i sortida del lactat en la sang.



**Figura 20:** Formació i reutilització del lactat

Font: <https://www.biolaster.com/productos/analisis-lactato/utilidad->

El resultat, o la diferència entre la quantitat de lactat que entra en el torrent sanguini i la quantitat de lactat que surt del torrent sanguini és la quantitat resultant que trobem en sang. Per tant, el lactat sanguini està en relació amb tots dos processos d'entrada i sortida, per la qual cosa no sempre el lactat sanguini ens mostra directament la producció de lactat a nivell muscular, sinó que és el resultat final en el qual han entrat tots els processos de neutralització, reutilització...Tot i així, cal significar que el lactat que trobem en sang està directament relacionat amb el lactat que hi ha a l'interior del múscul, com així s'ha demostrat en diferents estudis.

El lactat sanguini és un mesurament molt assequible i fiable, i està sent utilitzat a la programació de l'entrenament, en l'evolució del rendiment físic i fins i tot en la predicció del rendiment en algunes disciplines esportives.<sup>25</sup>

**Actualment, alguns entrenadors i fisiòlegs de l'esport estan intentant utilitzar mesuraments del lactat sanguini per a quantificar la intensitat i el volum d'entrenament necessari per a produir un estímul d'entrenament òptim.**

En definitiva, l'acumulació de lactat dona lloc a una disminució de formació d'energia i per tant a una disminució del nivell d'intensitat; l'esportista ja no és capaç de mantenir el nivell anterior i ha de disminuir la seva intensitat.

És el que ocorre quan un esportista realitza un exercici molt intens durant un temps mantingut, i presenta unes sensacions que relata com si els músculs se li quedessin engarrotats, unit a una impossibilitat de mantenir el nivell d'intensitat; a causa que s'ha acumulat àcid làctic en l'excés i s'ha produït el bloqueig muscular.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup>Font: <https://www.biolaster.com/productos/analisis-lactato/utilidad-acido-lactico/>

<sup>26</sup> Font: <https://www.biolaster.com/rendimiento-deportivo/metabolismo-energetico/anaerobico-lactico/>

# 4. La recuperació

---



**4.1 La recuperació de la fatiga**

**4.2 La recuperació de la fatiga en nedadors**



## 4. Recuperació

Segons Nicolás Terrados (2010)<sup>27</sup> i Julio Calleja González<sup>28</sup> (2010) un dels factors més importants en el rendiment esportiu és la recuperació de la fatiga un cop finalitzada la competició. Especialment en modalitats esportives on es competeix en ocasions successives en períodes curts de temps, amb poc temps de recuperació.

Per a poder assolir una correcta i ràpida recuperació de la fatiga, es considera fonamental conèixer el tipus de fatiga que té l'esportista.

Per tot això, la revisió pretén facilitar informació útil per a la seva posterior aplicació pràctica en el terreny esportiu, sobre la base del coneixement científic actual.<sup>29</sup>

### 4.1 La recuperació de la fatiga

El descans forma part de l'entrenament, sense aquesta recuperació no té gaire sentit tot l'esforç que fem. Això és producte dels mecanismes fisiològics que es produeixen a causa la fatiga.

Aquest descans està present **abans**, **durant** i **després** de realitzar exercici físic.

---

<sup>27</sup>Unitat Regional de Medicina Esportiva del Principat d'Astúries-Fundació Esportiva Municipal d' Avilés i Departament de Biologia Funcional Universitat d'Oviedo. Astúries.

<sup>28</sup>Laboratori de Rendiment Humà Departament Educació Física i Esportiva. Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport Universitat P. Vasc. Àlava

<sup>29</sup>Extret de:[http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Revision\\_Recuperacion\\_281\\_138.pdf](http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Revision_Recuperacion_281_138.pdf)

- **Abans**, perquè l'estat en què s'inicia l'esforç serà determinant per produir unes respostes o altres. Per exemple, els valors de la variabilitat cardíaca ens indicaran el grau de cansament quan es comença, com estan d'actius el sistema simpàtic i parasimpàtic i per tant, l'eficiència de la resposta hemodinàmica<sup>30</sup> a l'exercici.
- **Durant**, perquè les pauses que es realitzin entre les sèries i exercicis determinaran els nivells de fatiga, el rendiment en cada sèrie i per últim, la resposta fisiològica immediata. Aquesta resposta serà la base sobre la qual es produiran les adaptacions posteriors.
- **Després** perquè les adaptacions a l'exercici necessiten d'energia, de reposició de dipòsits, perquè es produeixi sobrecompensació, i evitar així un sobreentrenament. I en aquest descans és en el que ens centrarem posteriorment.

La fatiga és el motiu principal pel qual necessitem recuperar-nos, ja que s'esgoten les reserves energètiques, baixa l'activitat enzimàtica i es produeixen trastorns del metabolisme de l'aigua i els electròlits.

#### **- Perquè és tant important la recuperació post-exercici?**

- Perquè algunes persones tenen més risc de patir alguna malaltia post-esforç només acabar l'exercici.
- Perquè molts dels mecanismes responsables dels efectes beneficiosos de la pràctica de l'exercici, romanen amplificats durant el període de recuperació immediatament posterior, i això pot representar una "finestra d'oportunitat" que podria ser aprofitada per millorar les adaptacions a l'exercici, sobretot en poblacions clíniques.

---

<sup>30</sup>Fa referència a la freqüència cardíaca i a la tensió arterial.

- Perquè, a nivell individual, les respostes a l'exercici durant la recuperació poden proporcionar prediccions per conèixer com respondrà el cos.

La recuperació després de l'exercici sembla un estat vulnerable. Mostra d'això, és la mort sobtada trenta minuts després d'haver practicat exercici en homes aparentment sans, sense cap malaltia cardiovascular.

Per afavorir una recuperació segura evitant problemes cardiovasculars, o fins i tot la mort sobtada, es recomana no realitzar exercici en ambients molt calorosos, una bona hidratació i utilitzar peces compressives en els membres inferiors del cos que afavoreixin un retorn venós.

Un altre estat vulnerable després de l'exercici és el dolor muscular d'aparició tardana, anomenat habitualment "agulletes". El procés inflamatori es desenvolupa en les 48 hores següents. Aquest dolor impedeix que els moviments siguin fluïts, es redueix l'execució tècnica, repercuteix sobre el



**Figura 21:** Atletes fatigada

Font: <https://bulevip.com/blog/wp-content/uploads/2014/03/anemia.jpg>

rendiment, i activa la via del dolor modificant la percepció de l'esforç. Per això, el més correcte sembla que per eliminar les "agulletes" no és veure un got d'aigua amb sucre, sinó que el més convenient són els massatges i

l'auto-alliberament miofascial<sup>31</sup>, ja que tenen un efecte analgèsic sense impedir la reparació i recuperació dels teixits.

Però a més d'això, la recuperació pot ser usada com a part de l'entrenament per maximitzar els seus beneficis. Moltes respostes a l'exercici ocorren entre les 2-3 hores posteriors (per exemple, la baixada de la pressió arterial), i altres es mantenen fins 48 hores després (l'alteració dels lípids sanguinis).

La "finestra d'oportunitat" post-exercici es podria aprofitar per treure partit als canvis transitoris associats al mateix exercici. En el cas de persones amb el colesterol alt, una sessió d'exercici cada dos dies podria reduir progressivament els seus nivells de lípids, ja que els efectes de l'exercici romanen durant 48 hores, tal com hem dit. Exercici i fàrmacs es podrien emprar de forma sinèrgica sabent utilitzar aquests temps de manera rigorosa.

El fet que més s'ha divulgat sobre aquesta "oportunitat" fisiològica, és la optimització del rendiment a través de la ingesta de macronutrients<sup>32</sup>. Pels esportistes d'esports de resistència, els macrohidrats que es consumeixen durant la recuperació tindran incidència sobre l'emmagatzement de glucogen, i el posterior rendiment. Pels esportistes de força i potència, durant la recuperació immediata s'eleva la taxa de síntesi de proteïnes, pel que es recomanable la seva ingesta.

---

<sup>31</sup> **Alliberament miofascial:** és una teràpia que ajuda a mantenir la fàscia (teixit format per col·lagen que recobreix tots els músculs) en un estat òptim per prevenir el dolor i els problemes de mobilitat.

Font: <https://www.webconsultas.com/belleza-y-bienestar/terapias-alternativas/liberacion-miofascial-13421>

<sup>32</sup> Subministren la major part de l'energia metabòlica de l'organisme i participen en la construcció de teixits i sistemes i el manteniment de les funcions corporals (hidrats de carboni, lípids i proteïnes) Font: <https://salutfamilia.wordpress.com/tag/macronutrients/>

## **- Què podria passar si no ens recuperem correctament?**

Podríem caure en el sobreentrenament, que porta associats els diferents símptomes: lleugera propensió a la fatiga, excitació, trastorns del son, pèrdua de la gana, de pes, tendència a suar, una aurèola al voltant dels ulls, pal·lidesa, tendència a patir mal de cap, palpitations, punxades al cor, pressió intracardíaca, acceleració del pols en repòs, metabolisme bàsic accelerat, temperatura corporal lleugerament elevada, dermografisme<sup>33</sup> vermell marcat, retard en la recuperació de la freqüència cardíaca normal després d'entrenar, pressió arterial no característica, hiperapnea<sup>34</sup> anormal sota càrrega, seqüència motora poc coordinada, temps de reacció escurçat amb moltes reaccions errònies, tremolors, retard en la recuperació, inquietud interior, lleugera excitabilitat, irritació, depressió.

## **- Quant de temps hem de descansar després de l'exercici?**

Això depèn del tipus d'exercici, la durada, la intensitat, la freqüència, l'entrenament, la condició física i factors ambientals.

A nivell fisiològic, aquests són els temps que estimen els entrenadors:

- Reserves intramusculars de ATP+PC: entre 2 i 5 minuts.
- Restauració del glucogen intramuscular després d'un exercici continu concèntric: entre 10 i 46 hores.
- Restauració del glucogen intramuscular després d'un exercici intermitent: entre 5 i 24 hores.
- Restauració del glucogen intramuscular després d'un exercici amb contracció muscular excèntrica: entre 48 i 72 hores.

---

<sup>33</sup>Reacció cutània causada per un estímul mecànic després d'una compressió o d'una fricció, o bé pel frec dels vestits

Font: <https://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0096653.xml>

<sup>34</sup>L'augment anormal de la profunditat i la rapidesa de la respiració.

Font: [https://www.biodic.net/palabra/hiperpnea/#.XA2i\\_ChADvU](https://www.biodic.net/palabra/hiperpnea/#.XA2i_ChADvU)

- Restauració de les reserves de glucogen hepàtic: entre 12 i 24 hores.
- Disminució de la concentració sanguínia i muscular de l'àcid làctic: Per a la concentració sanguínia mínim 30 minuts amb recuperació activa al 50-60% del  $VO_2$ màx, màxim una hora. Per a la concentració intramuscular mínim 1 hora amb recuperació passiva, màxim 2 hores.
- Restauració de les reserves d'oxigen: entre 10-15 segons i 1 minut.

És per aquesta restauració de les reserves, i per altres factors, com la concentració enzimàtica, que després d'una sessió d'exercici necessitem entre 48 i 72 hores de recuperació. Hem de tenir en compte que per restaurar el glucogen intramuscular després d'un exercici amb contracció muscular excèntrica s'ha de respectar un mínim de 48 hores. Amb l'electroestimulació podem o no realitzar exercicis amb contraccions excèntriques, però tot i així el dany muscular és més gran, per la qual cosa la recuperació s'ha de fer en temps iguals o més grans a aquests.

## 4.2 La recuperació de la fatiga en els nedadors



**Figura 22:** Imatge de nedador en finalitzar una prova  
 Font: <http://ecos.la/LA/2/deportes/2016/09/08/7778/el-nadador-ryan-lochte-sera-sancionado-con-10-meses-sin>

La base fonamental per a una adequada organització de la càrrega de l'entrenament, durant diversos cicles, és la unitat entre la càrrega que provoca un determinat nivell de fatiga i la selecció dels mitjans generals

i específics de recuperació. Tant sols amb l'existència d'aquesta unitat és possible augmentar les capacitats de rendiment.

Actualment, els nedadors estan subjectes a programes de preparació distribuïts al llarg de set dies de la setmana amb dos o tres sessions per dia.

Fa molt temps que es va abandonar la idea que la recuperació es processava en els dies sense entrenament, anant cap a la introducció, al llarg del microcicle, dels mitjans d'accelerar la recuperació així com de la definició de les sessions per possibilitar la disminució i l'eliminació de la fatiga en el nedador.

La teoria de Raposo (2000) ens presenta una proposta de l'aplicació dels mitjans de recuperació considerant l'orientació de les càrregues en les sessions d'entrenament.

**1. Sessions amb l'objectiu de desenvolupar la velocitat:**

- Abans de realitzar la sessió, serà aconsellable l'aplicació de massatge associat a l'escalfament muscular emprant l'ús d'olis.
- Després de realitzar la sessió el nedador s'haurà de recuperar mitjançant l'aplicació de l'electroestimulació, els banys calents i l'hidromassatge.

**2. Sessions amb l'objectiu de desenvolupar la resistència específica o el sistema anaeròbic en distàncies curtes:**

- Abans de realitzar la sessió, serà aconsellable l'aplicació de massatge associat a l'escalfament muscular emprant l'ús d'olis.
- Després de realitzar la sessió el nedador s'haurà de recuperar aplicant-li dutxes amb la temperatura variable, massatge, banys de sol i radiacions ultravioletes i d'infrarojos.

**3. Sessions amb l'objectiu de desenvolupar la resistència o el sistema anaeròbic en llargues distàncies:**

- Abans de realitzar la sessió, serà aconsellable l'aplicació de massatge associat a l'escalfament muscular emprant l'ús d'olis.

- Després de realitzar la sessió el nedador s'haurà de recuperar aplicant-li dutxes amb la temperatura variable, massatge, banys de sol i radiacions ultravioletes i d'infrarojos.

#### **4. Sessions amb l'objectiu de desenvolupar la resistència general:**

- Abans de realitzar la sessió, serà aconsellable l'aplicació de massatge associat a l'escalfament muscular emprant l'ús d'olis.

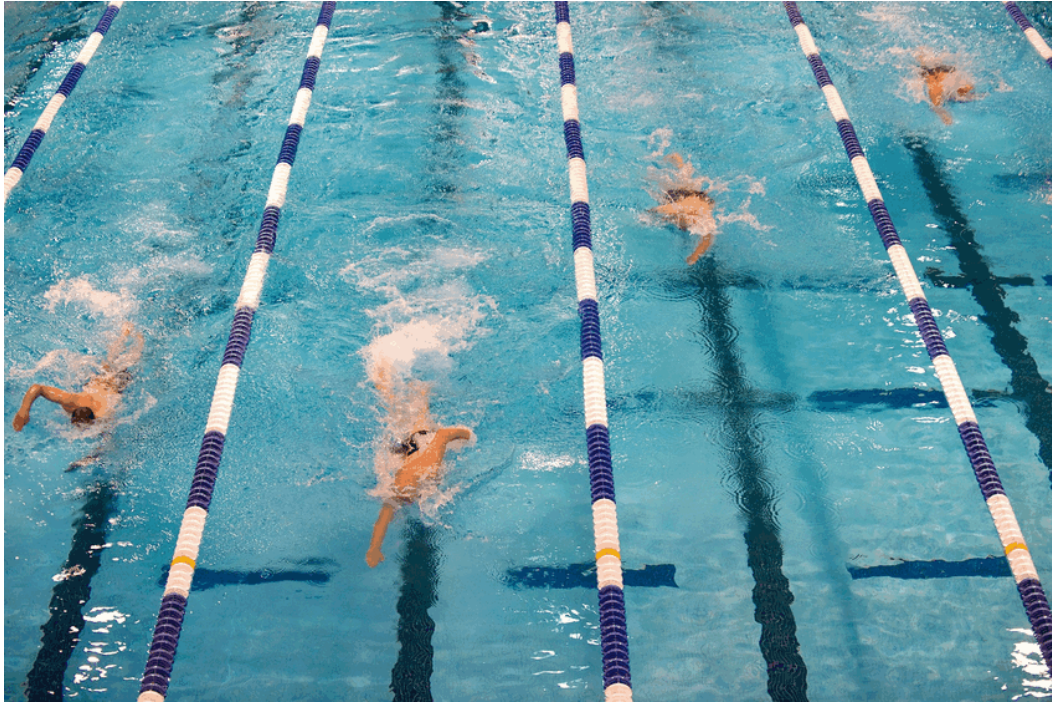
- Després de realitzar la sessió el nedador s'haurà de recuperar aplicant-li un massatge esportiu (segmentat o no) associat amb la sauna. Les radiacions ultravioletes, banys de sol i l'hidromassatge complementaran l'acceleració de la recuperació.

En la planificació, l'entrenador adaptarà aquests mitjans amb una freqüència apropiada perquè la recuperació millori el rendiment. És important no aplicar durant molt de temps seguit les mateixes sessions perquè ens portarà a una habituació que farà disminuir l'estimulació de la recuperació de l'organisme. En una taula, l'entrenador pot distribuir diferents mitjans per aconseguir un mateix objectiu al llarg de la temporada. Un exemple el podem trobar en el model d'integració de la recuperació en un microcicle presentat per Raposo (vegeu als annexos).



# 5. L'entrenament de la natació

---



**5.1 Definició d'entrenament**

**5.2 Tipus d'entrenaments condicionals de la natació**

**5.3 Exemple de tipus d'entrenaments amb màxima producció de lactat**

**5.4 Exemple tipus entrenament tolerància al lactat**

## 5. L'entrenament de la natació

### 5.1 Definició d'entrenament

Amb l'arribada del professionalisme al món de l'esport, ens trobem que l'assoliment dels màxims rendiments està vinculat amb un complex entramat que constitueix el sistema de preparació d'un esportista.

Encara que en general s'entenen els dos conceptes (preparació i entrenament) com un només, en realitat l'entrenament és un element clau dins de la preparació, la qual és un concepte més ampli. Com a petita distinció, exposo la definició de Matveiev per a tots dos conceptes.

Per a Matveiev (1983), la preparació de l'esportista “és un procés multifacètic d'utilització racional del total de factors (mitjans, mètodes, formes i condicions) que permeten influir de forma dirigida sobre l'evolució de l'esportista i assegurar el grau necessari de la seva disposició a aconseguir elevades marques esportives”.

Per a l'autor, els “mitjans” serien tots els aparells o materials utilitzats durant la realització de la preparació esportiva; per “mètodes” entén el procediment sistemàtic i planificat d'ordenació dels continguts propis de la preparació d'un esportista; La “forma” descriu la manera en què s'empren els mètodes d'entrenament i finalment, en les “condicions” es fa referència a la situació en què podrem desenvolupar els dos aspectes anteriors.

La definició d'entrenament segons Matveiev: És la forma fonamental de preparació del esportista, basada en exercicis sistemàtics i la que representa en essència un procés organitzat pedagògicament amb l'objecte de dirigir l'evolució de l'esportista.

Altres autors com Ozolin (1983), Martin (1977), Grosser, Starischka, Zimmermann (1983), Platonov (1988), Mora i Vicente (1995), Cuadrado

(1996) i Bompa (1983) també han definit el concepte d'entrenament i s'adjunten en dos quadres situats a l'annex 3.



**Figura 23:** Període d'escalfament d'una competició  
(Font: pròpia)

## 5.2 Tipus d'entrenaments condicionals de la natació

El sistema d'entrenament més habitual en el món de la natació és el model rus de la periodització clàssica Matveiev<sup>35</sup>.

El model rus de la periodització clàssica de Matveiev va triomfar en una època, dècada dels 60-80, en que les disputes entre el bloc de països socialistes el bloc de països capitalistes pretenien l'hegemonia política. Els destacats resultats aconseguits per l'extinta Unió Soviètica, on es va emprar aquest model, ressalten la seva eficàcia per a situacions com els JJOO, on es té un període de preparació relativament llarg amb un període competitiu relativament curt.

En aquest tipus de periodització es pretén aconseguir la millor forma física esportiva possible en un pic determinat al final del cicle, de manera que al

---

<sup>35</sup> Esmentat en l'entrevista a l'entrenadora del primer equip de natació del Club Natació Tàrraco (vegeu als annexos)

principi s'utilitza una preparació física d'alt volum de càrrega i baixa intensitat, per a, al final, invertir totes dues aquestes variables.<sup>36</sup>

El sistema de periodització de Matveiev és el podem veure de forma més detallada a l'annex 4.

Un dels altres sistemes també utilitzats és la planificació **ATR**.

La planificació ATR té aquest nom pels tres mesocicles que la formen: A (acumulació) T (transformació) R (realització), es basa en la concentració de la càrrega i a diferència de la planificació tradicional, on es buscava millorar molts elements al mateix temps, en ATR es busca focalitzar el treball en pocs elements i augmentar la càrrega d'entrenament sobre aquests elements, a causa del fort estímul de les càrregues concentrades es produeix una pèrdua de rendiment durant el procés d'entrenament per a després sobrecompensar i elevar el rendiment al final de macrocicle<sup>37</sup>. A més de concentrar la càrrega, l'altra diferència fonamental amb la periodització tradicional és la durada, ja que els mesocicles són sol 3 i duren entre 2 i 6 setmanes encara que solen durar entre 21 i 30 dies, això permet obtenir pics de forma molt més regular que en la periodització tradicional.

Aquest model ATR està format per 3 mesocicles, en cada mesocicle, a diferència de la periodització tradicional, només se solen treballar 2 capacitats físiques i una de caràcter tecnicotàctic. En l'Annex 5 els detallarem més a fons.

---

<sup>36</sup> Extret de: <https://josemief.com/planificacion-del-entrenamiento-deportivo/>

<sup>37</sup> **Macrocycle:** Està compost pels tres diferents mesocicles que caracteritzen aquesta planificació.

### **5.3 Exemple tipus entrenament màxima producció de lactat**

A vegades interessa estimular la via anaeròbica buscant la màxima producció d'energia per unitat de temps. A major producció d'energia, major producció de lactat en sang. La intensitat d'entrenament es produeix en la velocitat màxima de formació de lactat.

Amb aquest tipus d'entrenament d'alta intensitat augmenten les concentracions o l'activitat d'enzims claus dels sistemes d'energia ATP-PCr i glucolític, la qual cosa permet un subministrament més ràpid d'energia en exercicis d'alta intensitat. És el cas dels nedadors de 50 m i 100 m, que encara que no tenen la necessitat de tolerar àcid làctic durant un temps llarg, sí que requereixen grans quantitats d'energia de forma ràpida. Augmentar ritme de producció d'energia anaeròbica. Un esforç de 20-45 segons estimularà la potència anaeròbica làctica del nedador.

El període de descans ha de ser llarg. Llavors només pot fer-se un altre esforç màxim d'alta velocitat. Com a resultat d'aquest entrenament, els nedadors desenvoluparan concentracions elevades d'àcid làctic en sang – el preu que s'ha de pagar per a ser grans productors d'energia anaeròbica. Per tal motiu, els velocistes desenvoluparan majors concentracions de lactat en els seus músculs que els nedadors migfondistes o fondistes, i per això necessiten una recuperació més prolongada.

Els períodes de recuperació haurien d'incloure suficient treball aeròbic de baixa intensitat que facilitarà l'eliminació del lactat dels músculs a la sang. Els intervals de descans deuen ser superiors als 3 minuts, encara que poden allargar-se més per a garantir la màxima velocitat possible durant un volum total de treball d'uns 400 metres.

Els mètodes utilitzats per a l'entrenament de màxima producció de lactat (LMX) són els següents:

MÈTODES	REPETICIONS CURTES	SÈRIES CURTES
OBJECTIU	Augmentar l'activitat dels enzims glucolítics	
DISTÀNCIA A NEDAR (m)	50 - 100	25 - 50
DESCANS ENTRE REPETICIONS	3:00 - 8:00	0:10 - 0:20
INTENSITAT	Freqüència cardíaca màxima o aprop Entre 9-10 segons escala de Borg CR <sub>10</sub> 90-105% de la V100 segons la distància escollida	
VOLUM PER SÈRIE (m)	-	50 - 100
DESCANS PER SÈRIE (mim:ss)	-	5:00 - 10:00
VOLUM TOTAL (m)	300 - 500	300 - 500
Exemples de treball d'entrenament	$= 8 \times 50 / 3:00$ $= 6 \times 75 / 4:00$ $= 5 \times 100 / 6:00$ $= 1 \times 100 / 5:00 + 2 \times 75 / 4:00$ $+ 4 \times 50 / 3:00$ $= 3 \times (100 / 5:00 + 75 / 4:00 + 50 / 3:00)$	$= 4 \times (4 \times 25 / 0:10) / 10:00$ $= 3 \times (2 \times 50 / 0:15) / 10:00$ $= (2 \times 50 / 0:15) / 10:00 + (50 / 0:20 + 2 \times 25 / 0:10) / 10:00 + (4 \times 25 / 0:10)$
Altres característiques	Èmfasi en l'estil principal del nedador o variants 1-2 cops per setmana en la fase específica de preparació	

**Figura 24:** Mètodes i característiques entrenament LMX

## 5.4 Exemple tipus entrenament tolerància al lactat

En aquest cas, l'objectiu pot ser desenvolupar, durant un llarg temps un esforç de predomini anaeròbic en el múscul, la capacitat de tolerar elevats nivells de lactat. També és anomenat tolerància a l'acidosi.

Seria la qualitat que permet al nedador mantenir durant el major temps possible una determinada velocitat en condicions d'acidosi muscular sense reducció del rendiment mecànic. Aquesta orientació en l'entrenament anaeròbic és particularment important per als nedadors de 200 i 400 metres i complementària per als nedadors de 800 i 1500 metres.

Un esforç entre 45 segons i 1.30 minuts estimularà la tolerància al lactat del nedador. Aquests tipus d'entrenament pretenen que el nedador s'entreni amb elevades acumulacions lactat, de manera que fisiològicament desenvolupi les adaptacions oportunes per a minorar l'efecte de l'acidosi. Els nivells de lactat haurien de pujar a pràcticament el màxim, i haurien de mantenir-se el major temps possible. Els nedadors que entrenen d'aquesta forma probablement arriben a ser més tolerants a l'alta acidesa làctica utilitzant dos processos per separat:

- Sent capaços d'augmentar la seva capacitat per a esmorteir químicament a l'àcid. Això ocorre quan les concentracions de bicarbonat augmenten i el bicarbonat es combina amb els ions hidrogen (l'àcid) per a formar aigua.
- Adaptant les seves capacitats psicològiques per a continuar treballant en elevats nivells de malestar.

Els nedadors amb sistemes d'energia anaeròbicolàctic altament desenvolupats poden desenvolupar concentracions molt altes d'àcid làctic en els seus teixits i sang durant esforços extrems.

L'entrenament de tolerància làctica generalment s'acompanya d'un entrenament aeròbic màxim perquè sovint s'associa amb una considerable formació d'àcid làctic mentre s'utilitza glucogen en els músculs.

D'altra banda, alguns fondistes poden entrenar aeròbicament bastant dur però acumulant relativament baixos nivells de lactat, de manera que la combinació d'entrenament aeròbic prop del màxim i la tolerància a l'entrenament no sempre ocorre. Això ocorre especialment en els programes d'entrenament amb grans volums en els nedadors de distàncies llargues, en el moment en què els dipòsits de glucogen poden

arribar a estar bastant baixos i d'aquesta manera deixen poc marge per a la producció d'energia anaeròbica per a l'entrenament de la tolerància làctica.

Quan més llarga sigui la distància, més llarg serà l'interval de descans. Les pauses de descans han d'anar acompanyades de nedar suau per a facilitar una eliminació més ràpid de l'àcid làctic produït en els músculs i facilitar una recuperació més ràpida.

Els volums totals d'entrenament estan condicionats per la capacitat del nedador per a sostenir una velocitat elevada. El volum total de treball no hauria de superar els 1000 metres<sup>38</sup>

Els mètodes utilitzats per a l'entrenament de tolerància al lactat (TOLA) són els següents:

MÈTODES	REPETICIONS MITGES	SÈRIES MITGES
OBJECTIU	Tolerància a la acidosis	
DISTÀNCIA A NEDAR (m)	50 - 150	25 - 100
DESCANS ENTRE REPETICIONS	1:00 - 3:00	1:00 - 3:00
INTENSITAT	Freqüència cardíaca màxima o aprop Entre 9-10 segons escala de Borg CR <sub>10</sub> 90-105% de la V200 segons la distància escollida	
VOLUM PER SÈRIE (m)	-	150 - 300
DESCANS PER SÈRIE (min:ss)	-	4:00 - 6:00
VOLUM TOTAL (m)	600-1000	600-1000
EXEMPLES DE TREBALL D'ENTRENAMENT	= 16 x 50 / 1:00 = 10 x 75 / 1:30 = 8 x 100 / 2:00 = 3 x 100 / 2:00+ 4 x 75 / 1:30 + 6x50 / 1:00 = 3 x (150 / 3:00+100 / 2:00 + 50 / 1:00)	= 4 x (8 x 25 / 0:15) / 6:00 = 3 x (4 x 50 / 0:20) / 6:00 = 3 x (2 x 100 / 0:30) / 6:00 = (2 x 100 / 0:30) + (4 x 50 / 0:20) + (8 x 25 / 0:15)
ALTRES CARACTERÍSTIQUES	Èmfasi en l'estil principal del nedador o variants 1-2 cops per setmana en la fase específica de preparació	

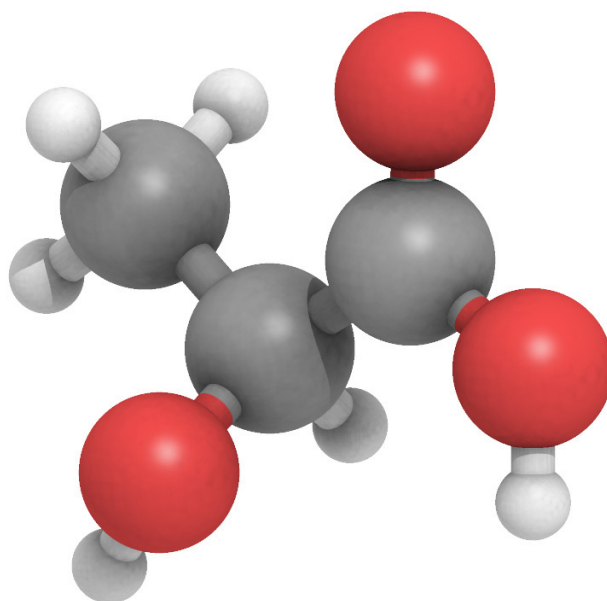
**Figura 25:** Mètodes i característiques entrenament TOLA

<sup>38</sup> Extret de: <https://g-se.com/el-entrenamiento-de-la-resistencia-anaerobica-bp-F57cfb26d67ae3>



# 6. Recerca pràctica

---



- 6.1 Metodologia de la recerca pràctica “que i com”
- 6.2 Explicació del test (metodologia emprada)
- 6.3 Execució del test
- 6.4 Resultat del test
- 6.5 Anàlisi del test

## 6. Recerca pràctica

### 6.1 Metodologia de la recerca pràctica “què i com”

En la natació d'avui dia és necessari el control dels tipus d'entrenaments, de les càrregues aplicades a cada nedador en una sessió i de les freqüències d'entrenaments per tal d'obtenir els millors resultats. Amb aquesta intenció, s'han desenvolupat diferents tipus de controls basats en la realització de tests de major o menor complexitat.

Per realitzar la part pràctica vaig tenir la sort de poder comptar amb el Dr. Manel González, de l'hospital de Santa Tecla, que em va orientar com organitzar el test i em va proporcionar el material. Vaig poder fer-li una entrevista que es pot consultar a l'annex 9.

També vaig poder comptar amb l'ajuda de l'entrenadora del primer equip de natació del CNTàrraco Sílvia Díez que hem va donar idees sobre el tipus de prova que podia fer i em va aconsellar quins nedadors podia escollir. També vaig poder entrevistar-la (vegeu annex 9).

Tot això ens va portar a centrar-nos en un test de tipus de màxima producció de lactat (LMX), estudiat anteriorment.

#### **Objectiu**

L'objectiu principal del test seria poder determinar la personalització dels entrenaments per a cada nedador de manera que es pugui optimitzar les sessions mitjançant el control del lactat i aparició de fatiga muscular amb l'aplicació de períodes de descans ideals i òptims de recuperació per tal de mantenir els valors per sota del nivell de fatiga.

#### **Classificació del test de màxima producció de lactat**

1x100 crol desc. 5' al 50% (10s més del màxim)

4x100 crol desc. 5' al 100%

[1a. sèrie submàxima (50%)/ 2a. 3a. 4a. 5a. al màxim (100%)]

200m suaus crol

Presa de lactat i de la freqüència cardíaca:

1. Basal
2. Després de la 1a. sèrie submàxima
3. Després de la 2a. sèrie
4. Després de la 3a. sèrie
5. Després de la 4a. sèrie
6. Després de la 5a. sèrie

### **Població estudiada**

4 esportistes (nedadors) d'alt rendiment (nivell estatal):

- Dues noies de 15 anys:

- nedadora 1: Pes: 59,5 Kg

alçada: 169 cm

IMC<sup>39</sup>: 20,83

- nedadora 2: Pes: 60,5 Kg

alçada: 168 cm

IMC: 21,43

- Dos nois de 16 anys:

- nedador 1: Pes: 66,1 Kg

alçada: 181,5 cm

IMC: 20,06

- nedador 2: Pes: 66,8 Kg

alçada: 175 cm

IMC: 21,8

### **Materials<sup>40</sup>**

- 2 carrers lliures (un per nedador).
- 2 cadires i 2 taules.
- 2 pulsòmetres amb la corresponent cinta pectoral cada un.

---

<sup>39</sup>**IMC (kg·m<sup>-2</sup>):** L'índex de massa corporal (IMC) és una xifra que permet avaluar la corpulència d'una persona tot relacionant-ne la seva massa amb la seva talla.

Font: [https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndex\\_de\\_massa\\_corporal](https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndex_de_massa_corporal)

<sup>40</sup> En els annexos 1 i 2 es mostren les instal·lacions i fotografies del material utilitzat.

- 2 Cronòmetres.
- 4 Plantilles per al registre de les dades.
- Sensor de lactat (comptant amb 24 tires).
- Guants làtex, gases, alcohol de 96°
- 24 agulles esterilitzades
- Banyadors, casquet de bany i ulleres d'entrenament per a cada nedador/a.

### **Preparació prèvia**

Per a poder realitzar el test en unes condicions ideals, tindrem en compte els següents aspectes:

- Realitzar el test en període de càrrega mitjana sense properes competicions importants. Així mateix, és convenient que els nedadors portin com a mínim 24 hores de descans previ.
- Cal que sigui realitzat en una hora del dia habitual d'entrenament.
- Nutrició: Ha de ser la normal, evitant estimulants i begudes ergogèniques i han d'haver passat unes dues hores des de l'última ingesta.
- Realitzar un escalfament variat de 1000 metres de baixa i moderada intensitat per tal d'activar el cos i evitar possibles lesions.

## **6.2 Protocol·lització del test (metodologia emprada)**

### **Protocol**

El test es divideix en 6 preses de lactat per esportista.

Es farà una tanda amb les dues noies primer i una altra amb els dos nois després. Cada punxada es realitzarà al palpís del dit just després de cada sèrie, a càrrec d'una infermera especialitzada, per nedador i a la vegada,

es prendran pulsacions per a una posterior anàlisi. També mesurarem els temps fets durant el transcurs del test per veure com varia la fatiga.

En total són 5 sèries de 100 metres cadascuna.

Es farà la primera punxada abans de començar l'escalfament per mesurar el nivell basal de lactat en repòs.

A continuació els esportistes faran un escalfament curt i senzill previ al test:

Nedaran 400 m lliures a ritme mitjà, 8 x 50 progressives c / 55' i 200 peus tècnica.

La primera sèrie es realitzarà a una velocitat submàxima<sup>41</sup> amb la intenció de mesurar i veure com respon la producció de lactat i la freqüència cardíaca en cada esportista a una certa velocitat i així poder desenvolupar una corba FC/Lactat – velocitat més individualitzada. És una manera de poder valorar l'aptitud física aeròbica de cada nedador.

Les següents 4 sèries es faran a una velocitat màxima prenent, com hem dit, mesures de lactat i FC just al moment d'acabar-ne cadascuna.

Entre sèrie i sèrie hi haurà un descans de 5 minuts per poder veure amb més exactitud la possible recuperació de la fatiga produïda i eliminació en certa mesura del lactat, punt principal del treball.

Després de realitzar l'última presa de lactat de la darrera sèrie es farà una anàlisi del cansament amb l'ajuda de l'escala de Borg a través de la pregunta: "Quina és la teva sensació d'esgotament, en una escala del 0 al 10?". Després, els nedadors faran 7 min de nedar suau, "suavitzar", amb

---

<sup>41</sup> Requereix menys del màxim de consum d'oxigen, freqüència cardíaca o potència anaeròbica (aproximadament 10 segons més del que seria la millor marca personal).

Font: <http://wikideporte.com/wiki/Subm%C3%A1ximo>

un posterior control de freqüència cardíaca i es repetirà la pregunta de la sensació d'esgotament, un cop s'han recuperat.

Es necessitarà l'ajuda de dues infermeres especialitzades perquè es puguin agafar les mostres al moment i amb les màximes mesures higièniques.

L'ideal fora que el nedador/a pogués mantenir el ritme màxim durant tot el test. Això indicaria que el temps imposit de recuperació entre sèrie i sèrie és l'idoni perquè l'acumulació d'àcid làctic seria mínima i ràpida d'eliminar, juntament amb la fatiga produïda.

### 6.3 Execució del test



**Foto nedadors participants**  
(Font: pròpia)

El dia 1 de desembre a les 9:00 ens reunim a les instal·lacions del C.N. Tàrraco els 4 esportistes (dos nedadors i dues nedadores), les dues infermeres especialitzades, l'entrenadora del primer equip de natació i jo. Se'ls explica als nedadors en què consisteix el test i quin ordre es seguirà. Així mateix, les infermeres els expliquen com es realitzaran les extraccions i resolen els dubtes que es plantegen els voluntaris.

Es comprova la documentació que s'ha sol·licitat als participants (full d'informació i consentiment patern adjuntat a l'Annex 7).



**Foto de l'entrenadora comentant el test**

(Font: pròpia)

També es mira que el material que s'utilitzarà per part de les professionals sigui l'adequat i amb un correcte funcionament.

Es decideix dividir el test en dues parts per a un control totalment individualitzat i a fi que la presa de valors es realitzi a la vegada tant en noies com en nois.

S'inicia el test amb les dues nedadores:

- Es prenen els valors de lactat (en repòs o basal).



**Fotos de la presa de lactat**  
(Font: pròpia)



**Fotos de la presa de lactat**  
(Font: pròpia)

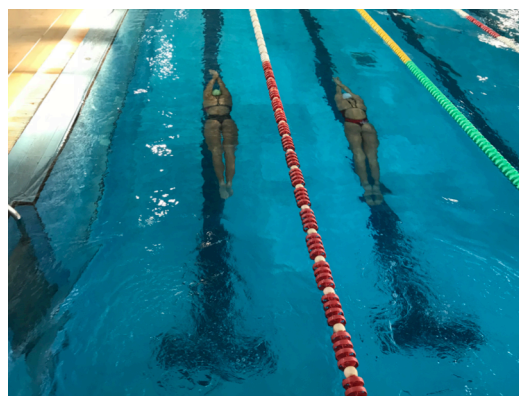
- La freqüència cardíaca en repòs no es considera representativa a causa d'un cert nerviosisme en els participants.
- S'inicia l'escalfament acordat.
- Un cop finalitzat, comencen les sèries.
- En la realització de cadascuna de les 5 sèries definides, a cada nedadora, i a la vegada, se'ls hi pren els valors de: temps realitzat, freqüència cardíaca i nivell de lactat.



- Finalitzada l'última sèrie, es realitza la pregunta característica de l'escala de percepció subjectiva de l'esforç i cansament (Borg).

ESCALA MODERNA DE BORG					
0	0,5	1	2	3	4
Res	Molt, molt suau	Molt suau	Suau	Moderat	Una mica dur
5	6	7	8	9	10
Dur		Molt dur			Molt, molt dur

- Per acabar, durant 7-10 minuts realitza es neda suau, a ritme molt baix i a continuació se'ls fa una segona vegada la pregunta de l'escala de Borg.



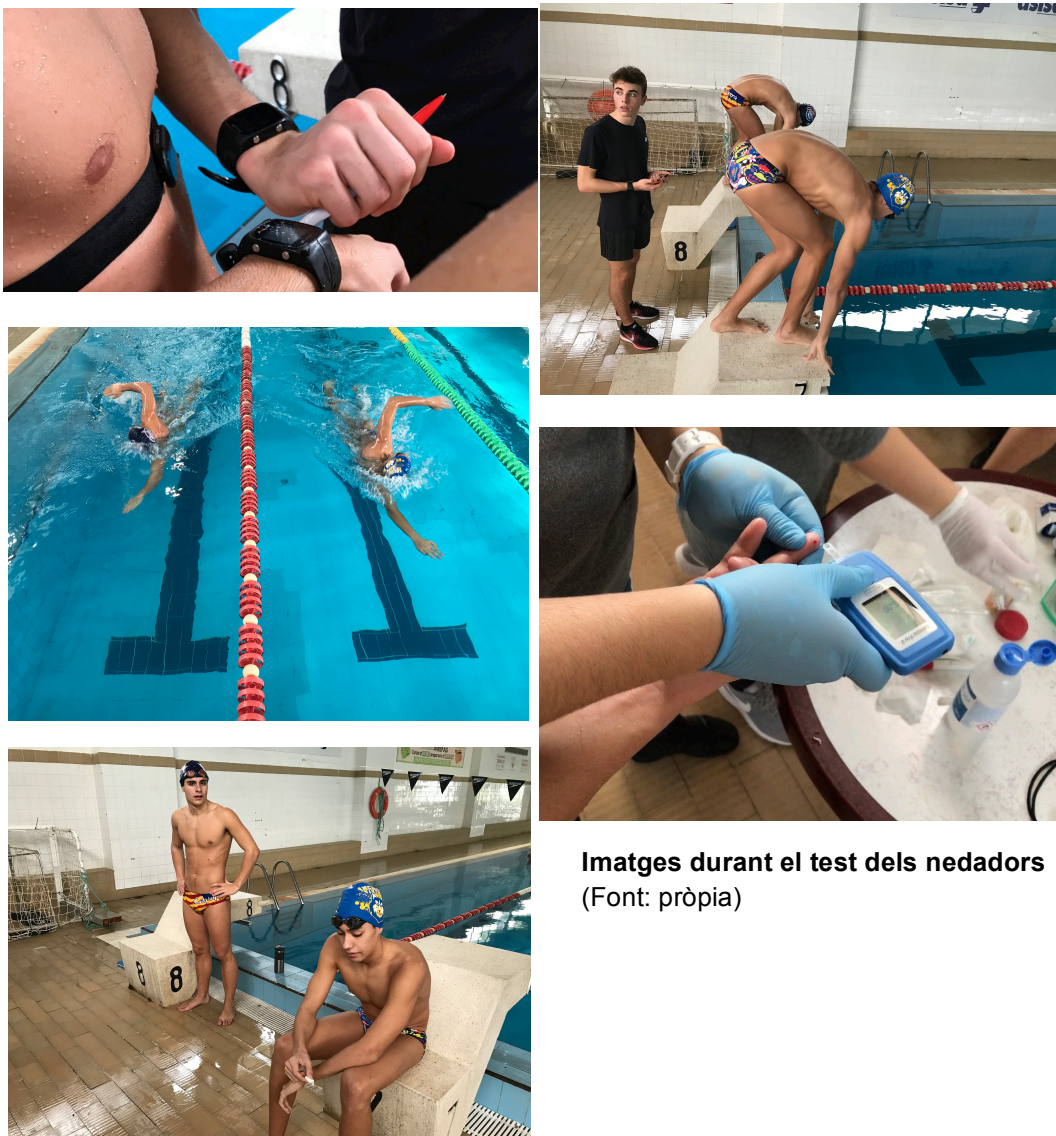
**Imatges durant el test de les nedadores**

(Font: pròpia)

Es dona per finalitzada la primera part i s'inicia la segona part del test amb els altres dos nedadors voluntaris.

- Es segueixen cadascun dels passos ja esmentats en la primera part i s'obtenen les dades de la mateixa manera per a cada nedador.

Les dades obtingudes dels participants en el test estan recollides en als fulls de registre de dades que s'adjunten a l'Annex 8.



**Imatges durant el test dels nedadors**  
(Font: pròpia)

Es dona per finalitzat el test, es recull tot el material utilitzat i s'agraeix la col·laboració del personal tant professional com esportiu.

## 6.4 Resultat del test

En aquest apartat es mostren, mitjançant taules, el resum de les dades empíriques obtingudes per a cadascun dels nedadors i nedadores i d'altres de calculades a partir d'aquestes.

NEDADORA 1					
	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (RESPECTE LA MMP)	VELOCITAT (m/s)
BASAL	2,8	48	-	-	-
SUBMÀXIMA	3,2	149	Base (1:15-18) 1:11	84,79%	1,41
SÈRIE 1	16,3	160	01:03,4	94,95%	1,58
SÈRIE 2	20,9	165	01:04,9	92,76%	1,54
SÈRIE 3	22,4	155	01:09,1	87,08%	1,45
SÈRIE 4	25	177	01:06,0	91,17%	1,51
-	-	-	-	-	-

NEDADORA 2					
	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (RESPECTE LA MMP)	VELOCITAT (m/s)
BASAL	3	50	-	-	-
SUBMÀXIMA	2,8	154	Base (1:18-20) 1:13	83,97%	1,37
SÈRIE 1	16,2	176	01:05,9	93,03%	1,52
SÈRIE 2	21	175	1;07,7	90,56%	1,48
SÈRIE 3	22,5	174	01:12,0	85,15%	1,39
SÈRIE 4	24	156	01:10,1	87,47%	1,43
200m SUAUS	-	129	-	-	-

NEDADOR 1					
	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (RESPECTE LA MMP)	VELOCITAT (m/s)
BASAL	¿7?	49	-	-	-
SUBMÀXIMA	3,6	144	Base (1:10) 1:10	85,43%	117,05
SÈRIE 1	7,8	172	01:00,0	99,70%	100,30
SÈRIE 2	10,3	165	01:01,2	97,71%	102,34
SÈRIE 3	10,8	160	01:02,3	95,99%	104,18
SÈRIE 4	13,4	169	01:00,9	98,20%	101,83
200m SUAUS	-	112	-	-	-

NEDADOR 2					
	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (RESPECTE LA MMP)	VELOCITAT (m/s)
BASAL	¿4,1?	55	-	-	-
SUBMÀXIMA	2,2	135	Base (1:07) 1:10	80%	1,43
SÈRIE 1	9,5	180	00:59,1	94,75%	1,69
SÈRIE 2	13,6	186	00:59,2	94,59%	1,69
SÈRIE 3	14,9	188	01:00,3	92,87%	1,66
SÈRIE 4	19,3	183	01:00,6	92,40%	1,65
200m SUAUS	-	130	-	-	-

A continuació, es mostren comparatives entre els nedadors i nedadores participants del test, dels diferents valors recollits durant el transcurs de les sèries en diferents taules:

#### COMPARATIVA DE LACTAT

	NEDADOR 1	NEDADOR 2	NEDADORA 1	NEDADORA 2
SUBMÀXIMA	3,6	2,2	3,2	2,8
SÈRIE 1	7,8	9,5	16,3	16,2
SÈRIE 2	10,3	13,6	20,9	21
SÈRIE 3	10,8	14,9	22,4	22,5
SÈRIE 4	13,4	19,3	25	24

**COMPARATIVA DE FREQUÈNCIA CARDÍACA**

	NEDADOR 1	NEDADOR 2	NEDADORA 1	NEDADORA 2
SUBMÀXIMA	144	135	149	154
SÈRIE 1	172	180	160	176
SÈRIE 2	165	186	165	175
SÈRIE 3	160	188	155	174
SÈRIE 4	169	183	177	156

**COMPARATIVA DE TEMPS**

	NEDADOR 1	NEDADOR 2	NEDADORA 1	NEDADORA 2
SUBMÀXIMA	70,00	70,00	71,00	73,00
SÈRIE 1	60,00	59,10	63,40	65,90
SÈRIE 2	61,20	59,20	64,90	67,70
SÈRIE 3	62,30	60,30	69,13	72,00
SÈRIE 4	60,90	60,60	66,03	70,09

**COMPARATIVA DE VELOCITAT**

	NEDADOR 1	NEDADOR 2	NEDADORA 1	NEDADORA 2
SUBMÀXIMA	1,428571429	1,428571429	1,408450704	1,369863014
SÈRIE 1	1,666666667	1,692047377	1,577287066	1,517450683
SÈRIE 2	1,633986928	1,689189189	1,540832049	1,477104874
SÈRIE 3	1,605136437	1,658374793	1,446549978	1,388888889
SÈRIE 4	1,642036125	1,650165017	1,514463123	1,426737052

Per últim, els resultats de la pregunta de percepció subjectiva de l'esforç i cansament segons l'escala de Borg:

<b>RESULTATS ESCALA DE BORG</b>				
	NEDADOR 1	NEDADOR 2	NEDADORA 1	NEDADORA 2
JUST EN ACABAR	8,5	9	9	8,75
DESPRÉS DE SUAUS (7'-10')	5	4	6,5	6,5

## 6.5 Anàlisi del test

Amb les dades obtingudes reflectides en les taules del punt anterior s'han realitzat un conjunt de gràfics per nedador i d'altres es combinen de manera comparativa. Per a cada esportista s'han realitzat dues gràfiques. Una combina les dades de freqüència cardíaca i lactat de cadascuna de les sèries i l'altra mostra el temps i la velocitat realitzats, també, en cada sèrie. A més, les gràfiques fetes de forma conjunta ens mostren, per cada paràmetre estudiat, una comparativa entre els participants.

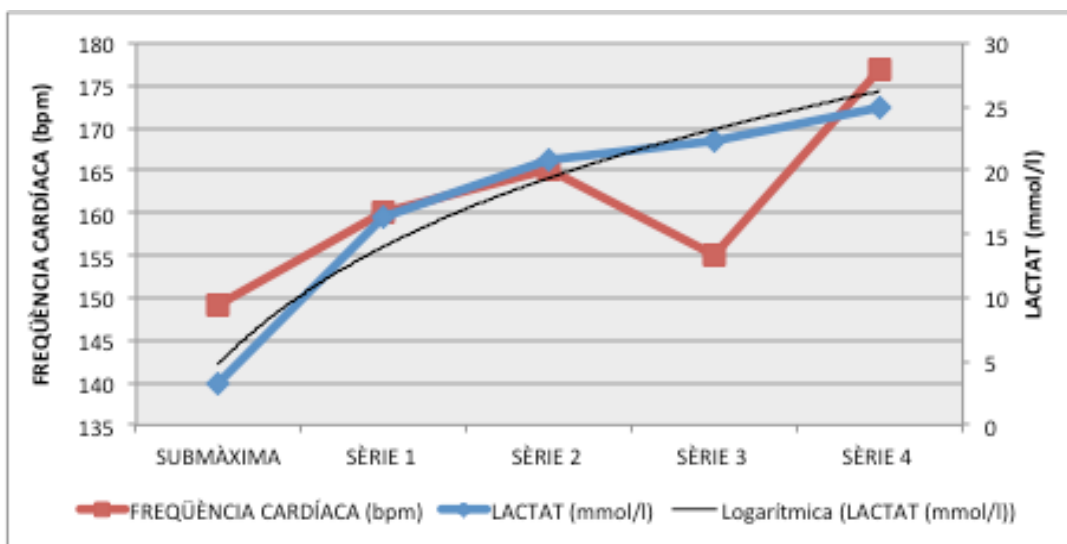
En primer lloc analitzarem els resultats de les nedadores.

A continuació farem el mateix dels nedadors.

Després farem una comparativa entre tots.

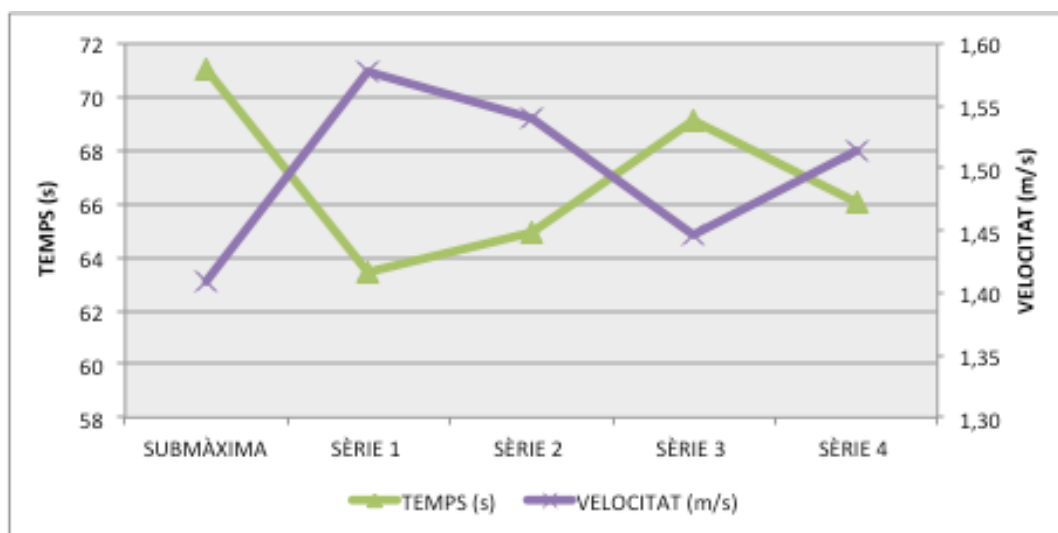
Per últim, analitzarem els resultats obtinguts de l'escala de Borg.

### NEDADORA 1



En aquesta gràfica es veu com, a mesura que s'incrementa la freqüència cardíaca, amb l'esforç de cada sèrie acumulada, s'incrementa el nivell de lactat i com a conseqüència, l'aparició de fatiga.

Podem destacar que s'aprecia una disminució de la FC en la sèrie 3. Això denota un descens en el ritme, probablement causat per l'aparició de la fatiga, però de la mateixa manera ascendeix en la sèrie 4 possiblement gràcies a un estímul psicològic de finalització de la prova, també anomenat comunament "l'últim sprint".

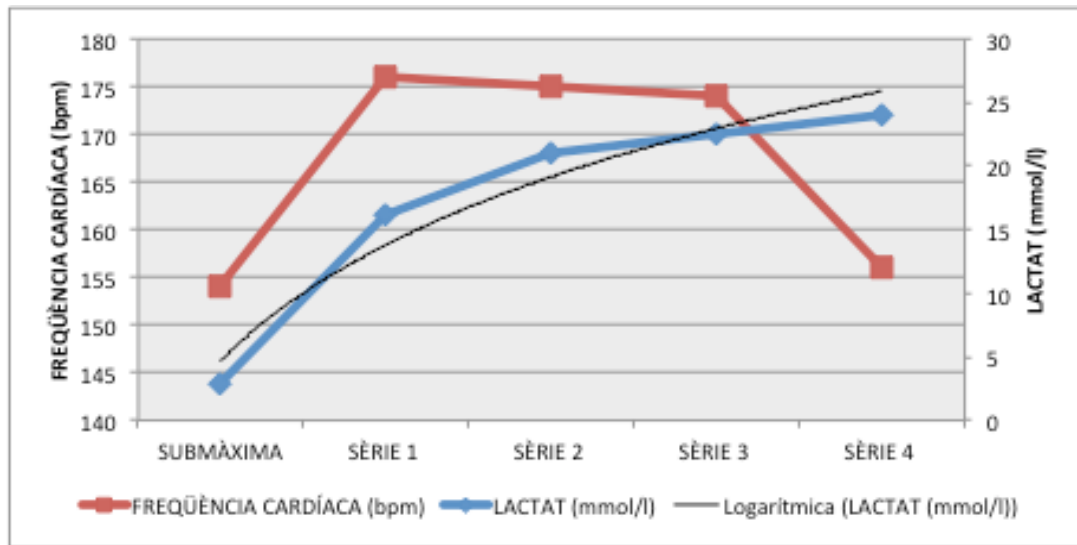


Aquesta gràfica ens mostra com, la velocitat és inversament proporcional al temps realitzat.

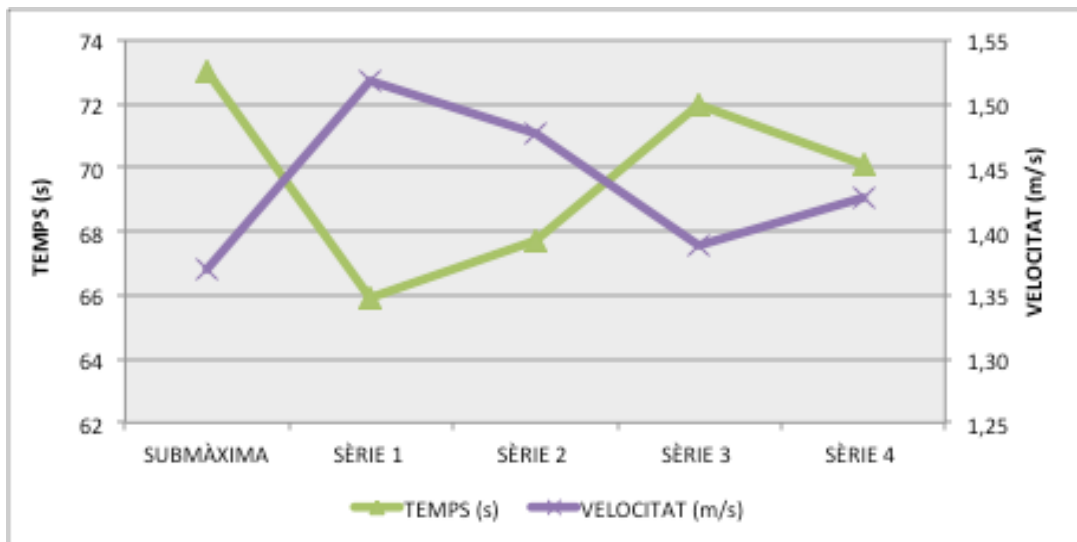
S'aprecia com a partir de la primera sèrie màxima apareix la fatiga, disminueix la velocitat incrementant així el temps de cada sèrie, mostrat clarament en la sèrie 3.

De la mateixa manera que el que succeeix en la gràfica anterior, en la sèrie 4 una possible estimulació canvia la tendència.

## NEDADORA 2



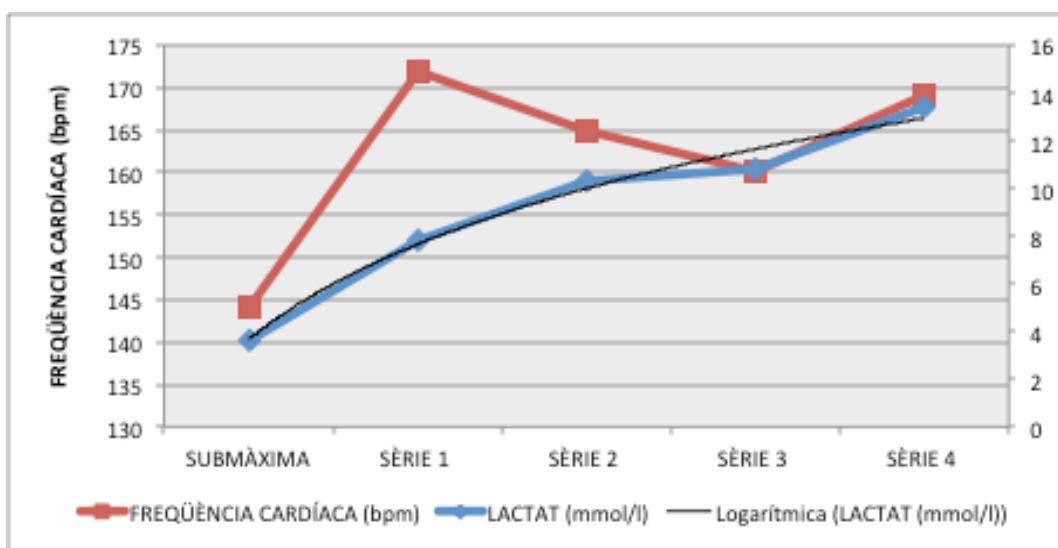
D'aquesta segona nedadora podem destacar una relació bastant directa entre l'augment del lactat i de la FC. No obstant, veiem com en l'última sèrie i encara que segueix l'increment d'àcid làctic, la freqüència cardíaca es veu disminuïda bruscament, probablement a causa de la fatiga apareguda.



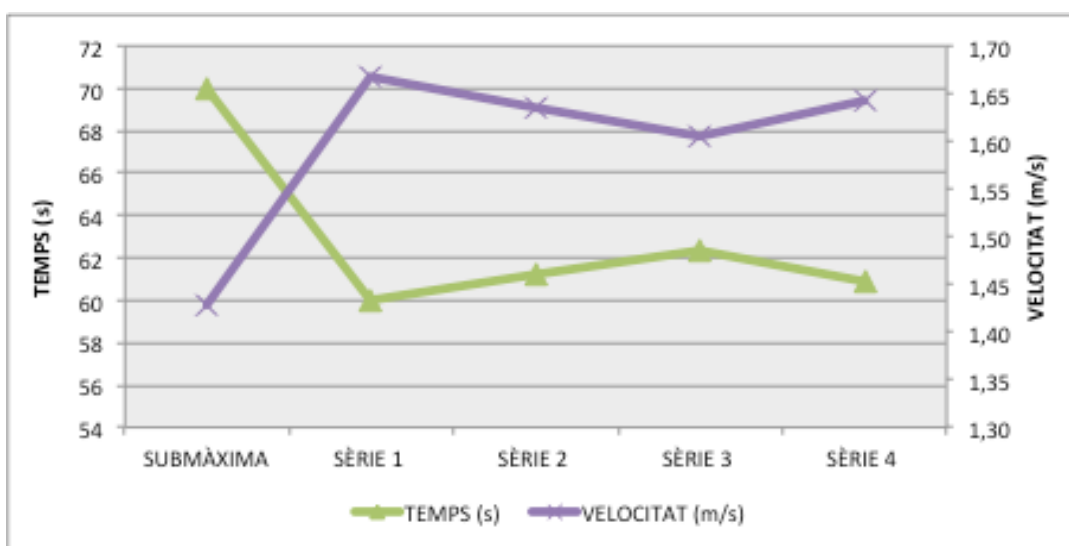
Com en el cas anterior aquesta esportista, amb el transcurs de les sèries i l'aparició de la fatiga, mostra com va incrementant el temps i disminuint la velocitat, excepte per la sèrie 4.



## NEDADOR 1



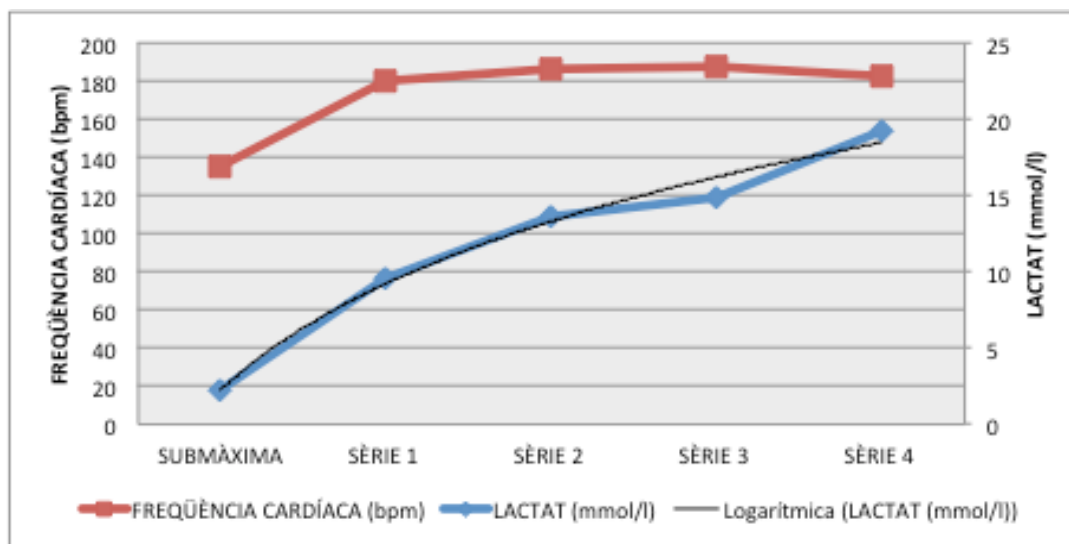
Com hem vist anteriorment, aquest nedador també incrementa el nivell de lactat d'una manera prou constant durant el transcurs del temps amb la conseqüent aparició de la fatiga. La FC es comporta d'una manera inversa al lactat a partir de la sèrie 1 i canvia la tendència en l'última probablement per l'intent de donar el màxim malgrat la fatiga acumulada.



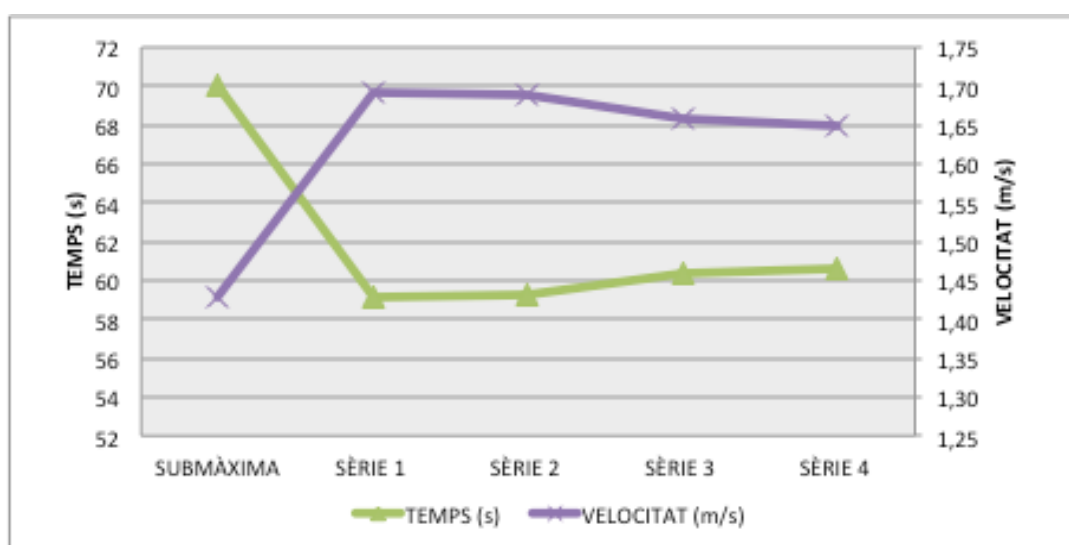
Aquest esportista ens mostra com, exceptuant el gran esforç de la primera sèrie màxima, no pot mantenir el mateix ritme en les següents a causa de

la fatiga apareguda i com a finalització del test, també canvia lleument la tendència en l'última sèrie.

## NEDADOR 2

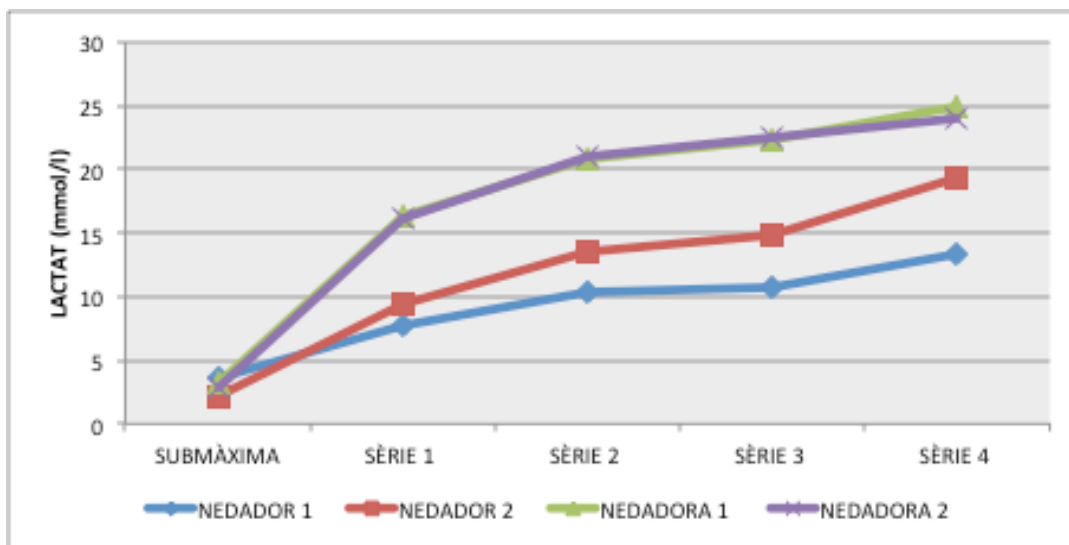


Aquest últim nedador destaca per la constància en l'esforç de les diferents sèries atès que la FC es manté des de la primera sèrie molt alta i constant a pesar de l'acumulació de lactat, incrementada també d'una manera molt regular.



Tal com hem dit, a partir d'aquest gràfic podem veure una gran resistència a la fatiga per part d'aquest esportista ja que, malgrat l'increment de lactat i fatiga sèrie rere sèrie, manté amb una lleu disminució, el temps i la velocitat durant el transcurs del test.

### COMPARATIVA LACTAT

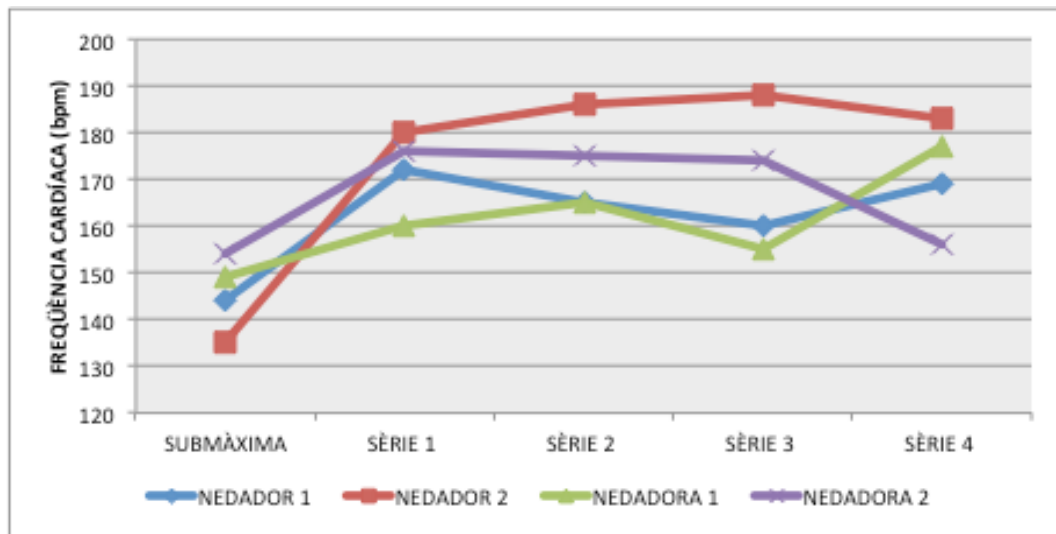


Aquesta gràfica ens mostra i compara l'acumulació de lactat en sang i l'increment d'aquest, a mesura que avancen les sèries de tots els esportistes.

L'única diferència visible de forma clara entre els participants és el fet que les dues nedadores sempre tenen un nivell de lactat per damunt dels valors dels nedadors.

També apreciem una diferència entre el nedador 1 i el nedador 2 causada possiblement per les característiques tècniques de cadascun. El primer acostuma a nedar proves de llarga distància (fondista) i en canvi, el segon té més característiques de velocista.

## COMPARATIVA FREQUÈNCIA CARDÍACA

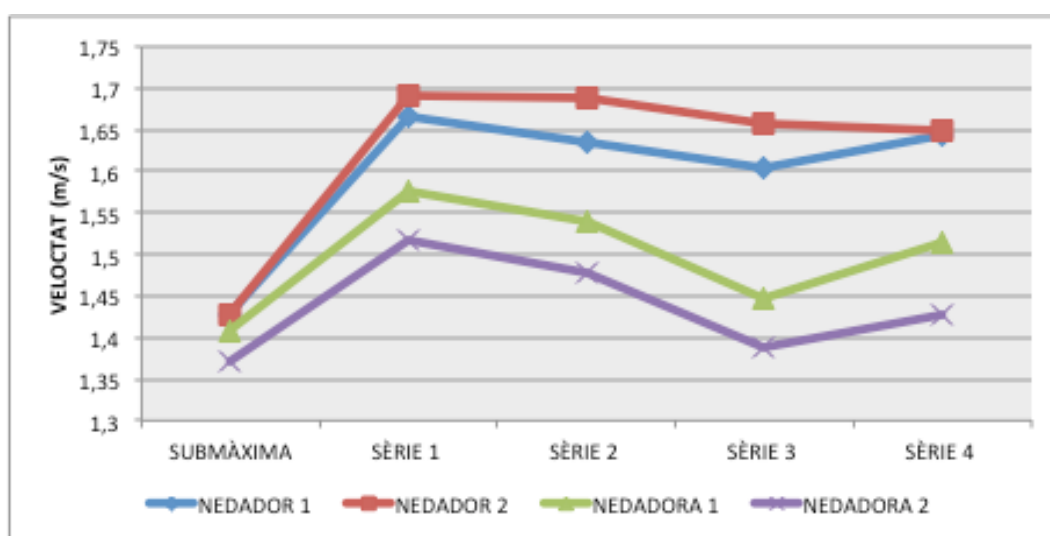
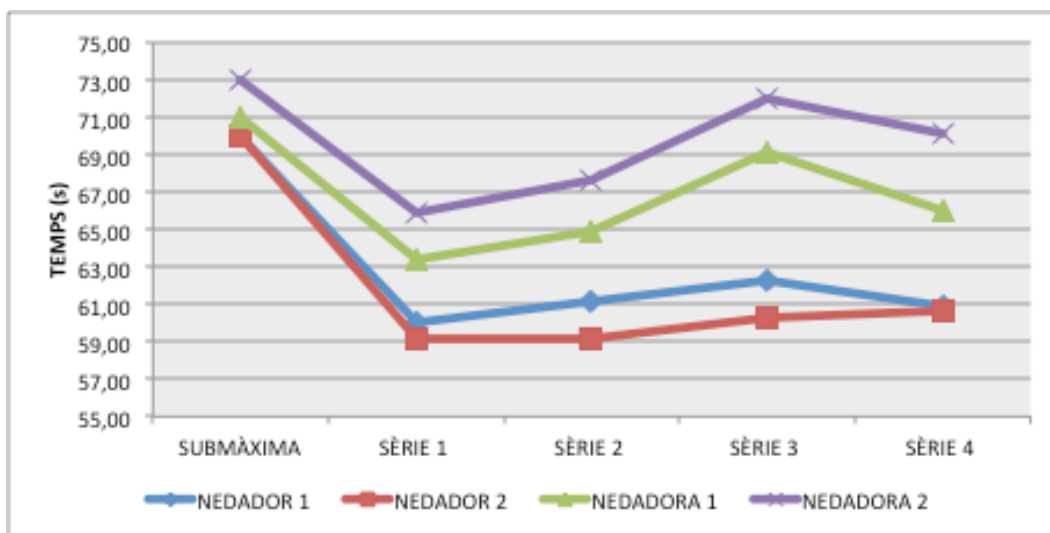


Fent referència a la freqüència cardíaca, pel que mostra la gràfica, podem veure que no hi ha aparentment distincions entre els dos gèneres ja que el nedador 1 i la nedadora 1 estan per sota del nedador 2 i la nedadora 2 durant gairebé totes les sèries.

De totes maneres es mostra com durant el test, la FC dels participants es manté a uns nivells elevats tenint en compte les diferències fisiològiques de cada esportista.

## COMPARATIVA TEMPS I VELOCITAT

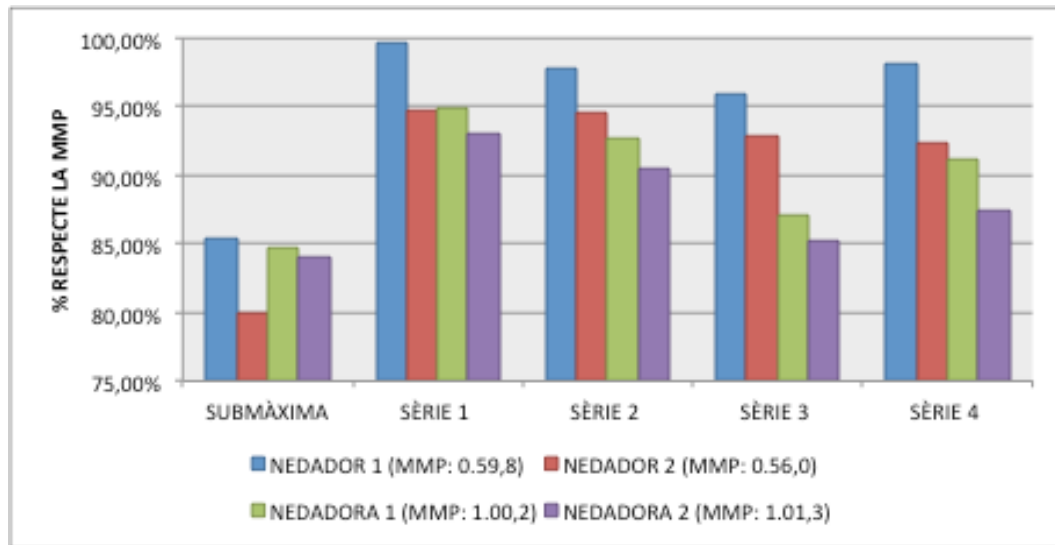
En aquest cas es mostren les gràfiques de temps i velocitat de forma conjunta perquè que les dues es veuen reflectides de la mateixa manera i són proporcionals.



Independentment de les petites diferències de cada esportista, el que veiem és la clara diferència de gènere que únicament posa en evidència les diferències físiques entre nois i noies però no es relaciona amb el comportament de la fatiga .

El que sí que ens mostra és que, en tots els casos, el temps incrementa i la velocitat disminueix a causa de la fatiga apareguda.

## COMPARATIVA D'ESFORÇ



En aquest cas es mostra un gràfic de barres en què podem apreciar el rendiment de cada esportista i en cada sèrie respecte a la seva MMP (Millor Marca/temps Personal registrada en una competició).

Podem observar com el nedador 1 destaca notablement pel seu alt rendiment i esforç durant la prova i s'apropa en cada sèrie més que els altres participants al seu màxim rendiment aconseguit fins la data.

Contràriament, la nedadora 2 és la que reflecteix en la prova un menor rendiment respecte el seu millor temps.

En relació als resultats obtinguts de l'escala de Borg (vegeu taula en l'apartat anterior) podem observar que, just en acabar el test, els nedadors i nedadores tenen una percepció de cansament similar, *Nois: 8,5 i 9, Noies: 9 i 8,75*.

Mentre que, després d'haver "suavitzat" i descansat el mateix temps, podem veure una diferència significativa entre la percepció de cansament dels nedadors (5 i 4) i de les nedadores (6,5 i 6,5) que podria indicar una major capacitat de recuperació per part dels nois. Tenint en compte que es tracta d'una valoració subjectiva, s'ha de entendre en aquest mateix sentit.

# 7. Conclusions

---



- 7.1 Conclusions generals
- 7.2 Conclusions de la part pràctica
- 7.3 Conclusions personals

## 7. Conclusions

### 7.1 Conclusions generals

Amb aquest treball es pretén valorar la importància del que suposa la fatiga en el rendiment esportiu dels nedadors i nedadores.

La fatiga és un condicionant molt important de cara a la planificació dels entrenaments i competicions. El component principal d'aquesta és fisiològic, encara que n'hi ha d'altres importants com el psicològic, que també he mencionat en aquest treball.

Centrant-me en aquest concepte de fatiga, l'element principal que he volgut estudiar ha estat el lactat. Per entendre-ho, primer he hagut d'investigar esquemes físics i metabòlics de l'ésser humà quan se sotmet a un exercici intens com ara els sistemes energètics, diferents vies metabòliques, la fatiga neuromuscular, transmissió i sistemes nerviosos, regulació hormonal...

Una vegada fet aquest estudi previ, important per entendre el funcionament del cos humà, m'he centrat en la producció de lactat; com es genera, on s'acumula i quines conseqüències té.

Com a nedador de competició que sóc des de fa anys, he volgut centrar aquest estudi en com ens afecta la fatiga i les maneres de recuperar-se'n mitjançant el control de la producció del lactat i altres tècniques que depenen del tipus d'entrenament que es vulgui dur a terme. He estudiat diferents sistemes d'entrenament amb la intenció de fer una part pràctica. He dissenyat un entrenament dirigit a aconseguir la màxima fabricació de lactat per així poder extreure dades empíriques que relacionen l'elaboració d'àcid làctic i la fatiga que aquest genera.



Una vegada feta la pràctica, amb les dades obtingudes, he analitzat els resultats veient les diferències individuals i de gènere dels participants del test. D'aquesta manera, poder arribar així a conclusions pràctiques.

## **7.2 Conclusions de la part pràctica**

De la pràctica que s'ha realitzat en les instal·lacions del Club Natació Tàrraco la primera conclusió que se'ns presenta, de cara a qualsevol nedador, és la necessitat d'un estudi de la capacitat de l'esportista per suportar la fatiga generada en el seu entrenament personal.

De la mateixa manera, atès que els entrenaments es fan de forma conjunta, cal estudiar el grup per tal de dissenyar sessions en les quals estiguin ben diferenciades les zones de càrrega respecte de les de descans, per tal d'aconseguir que el nivell de fatiga (acumulació de lactat) sigui suportable per al nedador. Hi ha diferències (com hem pogut veure en la pràctica), entre nedadors, com ho és el nedador 2 del test, que mostren molta més resistència a la fatiga i, per tant, suporten una acumulació de lactat més elevada. En canvi d'altres, com la nedadora 2, a mesura que s'acumula el lactat, baixa de manera més clara el seu rendiment, el que vol dir que el seu llindar de fatiga és més baix.

Tenint en compte les particularitats del grup i atenent també a les particularitats de cadascun dels integrants, convé dissenyar els entrenaments pensant quines són les fases de càrrega (que generaran lactat i fatiga) i les fases de descàrrega (suavitació) que mantinguin o redueixin els nivells de lactat i per tant, de la fatiga.

Com que l'objectiu dels entrenaments és millorar els resultats competició rere competició, treballar de manera individual l'increment del llindar de la fatiga és una obvietat. Estructurant les sessions d'entrenament perquè el nedador es mantingui en uns límits acceptables de fatiga durant un

període de temps i anar incrementant la càrrega en funció del rendiment, ajudarà a superar el límit suportable, per a aquest nedador, de la fatiga. En altres paraules, com que el nedador acostumarà i ensenyarà el seu cos a treballar en uns nivells determinats de fatiga, quan s'incrementin, de forma gradual, les càrregues en els entrenaments, tindrà una millor resposta a l'aparició de la fatiga que, amb el temps, es traduirà en uns millors resultats.

Una altra de les conclusions que podem extreure sembla ser una qüestió de gènere. Sense que la puguem considerar general, perquè l'estudi s'ha fet amb una petita mostra de participants, podem concloure amb l'anàlisi dels resultats, que les nedadores generen un nivell de lactat més elevat que els nedadors per a un esforç, en un principi, igual. Per tant, les noies presentaran més aviat un estat de fatiga a no ser que proposem d'una manera més específica o diferenciada, els entrenaments per a cada grup. La resta de dades preses durant el test, com ara la freqüència cardíaca, la velocitat o el temps realitzat, no són indicatius de diferències de gènere més enllà de les condicions físiques individuals com pot ser la FC que pot implicar, fins i tot, la necessitat d'un control mèdic.

Com a tercera conclusió, podem fer referència a l'escala de Borg, que ens relaciona la subjectivitat de la sensació de fatiga dels participants amb les dades extretes després d'un gran esforç, tal com va ser el test. No podem extreure una conclusió del moment de finalitzar l'esforç, ja que tant els nedadors com les nedadores transmeten un nivell de fatiga similar, demostrat amb les dades obtingudes. Les diferències de gènere les trobem una vegada ha finalitzat el període de suavització, és a dir, 7 minuts després de l'última sèrie. Els nois, després de la segona pregunta feta sobre la sensació de cansament, ens suggereixen una major recuperació que la de les noies. Això ens porta a concloure que, els períodes de recuperació de les noies han de ser una mica més extensos.

Per tant, s'ha de considerar la diferenciació del temps de recuperació com un factor molt important a tindre en compte a l'hora d'estructurar els entrenaments.

Com a última conclusió, ens hem de fixar en la importància de la motivació durant l'entrenament, ja que és un factor de gran ajuda per a l'esportista a l'hora de suportar nivells alts de fatiga. Ho veiem representat en l'última sèrie del test en què tots presenten una millora en el rendiment, tot i mantenir els nivells de lactat alts, que es justifica amb la motivació d'acabar el test. "Vinga va! Que és l'última!"

Això ens fa concloure que la motivació en les sessions d'entrenament és un altre factor a considerar per a la millora del rendiment, ja que en estar motivat el nedador, se suporta millor l'esforç i la fatiga.

### **7.3 Conclusions personals**

Finalment comentar que aquest treball ha estat tot un repte per a mi i per a la meva capacitat organitzativa. Si hagués de tornar-lo a començar, m'hauria plantejat la distribució del temps d'una altra manera i tindria en compte aspectes i problemes que m'han anat sorgint i he hagut de resoldre a mesura que se m'han presentat.

Així doncs, crec que he après a fer un treball de recerca i de cara a un futur, podré aplicar tota l'experiència adquirida.

Amb aquest estudi he après i m'he adonat de l'estreta relació que hi ha entre la biologia i la química amb quelcom que semblava tan senzill com l'exercici físic i en aquest cas, la natació. La ciència ens dona resposta a molts problemes i qüestions que ens sorgeixen i preocupen els esportistes com ara, per exemple, "*Per què després d'un esforç físic ens notem tan cansats?*".

En el moment que vaig començar el treball no era conscient de la importància de l'estudi de la fatiga i el lactat en l'esport però sí que havia sentit parlar d'alguna altra prova semblant feta en altres esports (proves d'esforç o de glucèmia) de forma habitual. Amb la realització d'aquest treball pràctic, he pres consciència de la gran rellevància que té aquest estudi en el desenvolupament i millora d'un esportista de competició, cosa que comprovo dia a dia en els entrenaments amb els companys d'equip.

També cal destacar i valorar la importància de la investigació de la base teòrica ja que he dedicat moltes hores a buscar en la web, llegir diferents bibliografies tota aquella informació que em pogués ser útil per al meu treball, triant d'entre tota la documentació que tenia, allò més adient per a la investigació. Per tant, també m'emporto l'experiència d'adonar-me de la necessitat que té una recerca del treball de documentalista.

He hagut de treballar amb gent diversa i he après a reconèixer l'ajuda que m'han ofert els altres d'una manera quasi desinteressada. Haver fet la pràctica em va obligar a contactar amb professionals (metge esportiu, infermeres i entrenadors), esportistes voluntaris i responsables d'instal·lacions i saber coordinar-los a tots de manera que el test es pogués dur a terme, tenint en compte la disponibilitat i el temps que podia regalar-me cada persona perquè pogués realitzar-se.

Per acabar, m'agradaria que aquest treball no servís només per col·locar-lo a la prestatgeria i oblidar-lo, sinó que espero poder aplicar els coneixements adquirits a la meua vida com a esportista i nedador i que ajudi a tot aquell que li pugui ser d'utilitat per conèixer millor els efectes que té la fatiga i poder controlar-la, millorant així el seu rendiment físic.

## 7.4 Dificultats

- Contactar amb un professional de la medicina esportiva que em pogués assessorar tant en la part teòrica com en la pràctica i facilitar també part del material utilitzat en el test.
- Trobar infermeres professionals disposades a ajudar-me voluntàriament per donar seguretat i professionalitat a les proves efectuades als nedadors i nedadores.
- Aconseguir nedadors voluntaris i convèncer els seus tutors legals de la seguretat de les proves per tenir el seu permís i autorització firmada.
- Parlar amb responsables del club per tal que em cedissin part de les instal·lacions durant un matí per poder dur a terme la part pràctica.
- Traducció de textos científics de l'anglès o castellà al català.
- Refer taules i gràfics nous i traduir-ne algun al català.
- En tractar-se d'una temàtica amb parts no gaire definides, he hagut de contrastar molta informació per treure'n una sola idea.

# 8. Agraïments

---



## 8. Agraïments

Tota la meva gratitud per l'interès i la dedicació a les persones amb les quals he pogut treballar; aclarir dubtes, realitzar entrevistes i contrastar informació i, en definitiva, que han ajudat a fer possible aquest treball.

Gràcies a la Maria Dolors Botanch per la seva feina com a tutora de recerca, la seva orientació i seguiment i resolució de dubtes.

Tot el meu agraïment a la Sílvia, la meva entrenadora de natació per les seves idees, documentació, la seva ajuda desinteressada i el seu assessorament.

També dono gràcies al Club Natació Tàrraco per permetre'm realitzar el test en les seves instal·lacions, als nedadors que hi van participar voluntàriament i a l'Adrià pel seu suport audiovisual. Agraïxo a les infermeres que em van ajudar en la realització del treball, la Marta Frias i l'Eva Carmona, prenent les mesures del lactat als nedadors.

Merci a l'Anna P. per l'ajuda amb la realització dels gràfics amb l'Excel i a l'Anna G. per les correccions lingüístiques i d'estil.

A la meva família que m'ha ajudat en tot moment que ho he necessitat.

Molt agraït amb el Dr. Manel González Peris, especialista en Medicina de l'Educació Física i l'esport i cap de la UME de la Xarxa de Santa Tecla pel seu temps, disponibilitat, les seves aportacions al treball. També pel préstec del material emprat durant l'experiència.

A tots i cadascun de vosaltres...moltes gràcies!

# 9. Bibliografia i Webgrafia

---



**9.1 Bibliografia**

**9.2 Webgrafia**



## 9. Referències bibliogràfiques i webgrafia

### 9.1 Bibliografia

- BLANCO A. *Química Biológica*. Editorial **El Ateneo**, 1996.
- JIMENO ANTONIO, BALLESTEROS MANUEL I UGEDO LUIS. *L'essencial de Biologia. Guia ràpida per preparar la prova d'accés a la universitat*. Editorial **Santillana Grup Promotor**. Barcelona, 2016.
- MCARDLE W, KATCH F, KATCH V. *Fundamentos de Fisiología del Ejercicio*. Editorial **McGraw Hill-Interamericana**, 2005.
- RAPOSO, A.V. (2000). *La importancia de la recuperación en el entrenamiento moderno*. XX Congreso Internacional de actividades acuáticas y natación deportiva. (AETN) – Toledo.
- WILMORE JACK H. I COSTILL DAVID I. *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. Editorial **Paidotribo**. Barcelona, 1998.

### 9.2 Webgrafia

- AGRELO LEDESMA, VICTOR, GUARCH RODRIGUEZ, ALEJANDRO. (2017) *Informe de la prueba de Mader en pentatletas de la preselección nacional cubana*. EfDeportes.com. Buenos aires. Núm. 167.  
[www.efdeportes.com/efd167/informe-de-la-prueba-de-mader-en-pentatletas.htm](http://www.efdeportes.com/efd167/informe-de-la-prueba-de-mader-en-pentatletas.htm).
- ARENILLAS, JUAN (2015). *Los diferentes tipos de fatiga*. Entrenamiento Total. [Consultat 10-2018] <http://entrenamiento-total.com/los-diferentes-tipos-de-fatiga/>
- CHICHARRO, J. LÓPEZ. *Fundamentos de fisiología del ejercicio. Capítulo 1*. [Consultat 09-2018] <http://media.axon.es/pdf/59703.pdf>

- DEL CASTILLO MOLINA, JOSE MIGUEL (2014). *Planificación del entrenamiento Deportivo. Entrenaciencia*. [Consultat 12-2018]  
<https://josemief.com/planificacion-del-entrenamiento-deportivo/>
  
- DÍEZ RICO, CARLOTA.F.a.s.t. [Consultat 11-2018]  
[www.fastfitness.es/mejora-de-la-fuerza-con-electroestimulacion](http://www.fastfitness.es/mejora-de-la-fuerza-con-electroestimulacion)
  
- LEMUS, JULIAN. (2012) *Teoría del entrenamiento deportivo*  
<http://entrenamientodeportivojulianlemus.blogspot.com/2012/11/entrenamiento-deportivo-concepto-segun.html> [Consultat 12-2018]
  
- NAVARRO VALDIVIESO, FERNANDO (2013) *El entrenamiento de la resistencia Anaeróbica*. G-SE [Consultat 12-2018]  
<https://g-se.com/el-entrenamiento-de-la-resistencia-anaerobica-bp-F57cfb26d67ae3>
  
- OSCAR. (2014) *ATR: Periodización III* [Consultat 12-2018]  
<https://powerexplosive.com/atr-periodizacion-III>
  
- PALEO, ALBERTO.(2009). *Que se entiende por entrenamiento*. Buenaforma Sport Coaching expert [Consultat 12-2018]  
<http://www.buenaforma.org/2009/10/20/244/>
  
- RAMIREZ FARTO, EMERSON, *La fatiga y la recuperación de los nadadores: Un factor relevante en el rendimiento deportivo*. [Consultat 08-2018]  
<http://efrswimperformance.com.br/wpcontent/uploads/2016/10/La-fatiga-y-la-recuperacion-de-los-nadadores.pdf>
  
- TERRADOS, NICOLÁS. (2011). *Fisiología de la fatiga en el deporte*. Oviedo. [Consultat 12-2018]  
[http://cmedica.coe.es/WEB/EVENTOSHOME.nsf/b8c1dabf8b650783c1256d560051ba4f/3785c27fc5291dcec125799c00400ec5/\\$FILE/FisFag.pdf](http://cmedica.coe.es/WEB/EVENTOSHOME.nsf/b8c1dabf8b650783c1256d560051ba4f/3785c27fc5291dcec125799c00400ec5/$FILE/FisFag.pdf)

- TERRADOS, NICOLÁS, CALLEJA GONZALEZ, JULIO. (2010) *Recuperación post-competición del deportista*. Archivos de Medicina del Deporte. VOLUMEN XXVII - N.o 138 – 2010 [Consultat 09-2018]

[http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Revision\\_Recuperacion\\_281\\_138.pdf](http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Revision_Recuperacion_281_138.pdf)

- VÁZQUEZ, JUAN P. (2016) *Escala de Borg: Zonas de entrenamiento por percepción subjetiva del esfuerzo*. [Consultat 08-2018]

<http://www.planetatriatlon.com/escala-borg-zonas-entrenamiento-percepcion-subjetiva-del-esfuerzo>

- VESCOVI, JD, FALENCHUK O, WELLS GD. *Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition*. NCBI . Int J Sports Physiol Perform. US [Consultat 11-2018] [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21487154](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21487154)

#### **Articles sense autor definit**

- Biolaster. *Ácido Láctico*. [Consultat 11-2018] Producció lactat [www.biolaster.com/productos/análisis-lactato/utilidad-acido-lactico](http://www.biolaster.com/productos/análisis-lactato/utilidad-acido-lactico)

- Biolaster. *Anaerobico Láctico* [Consultat 11-2018] <http://www.biolaster.com/rendimiento-deportivo/metabolismo-energetico/anaerobico-lactico/>

- Runners.es - Runners World (2015) *Que es la supercompensación* [Consultat 10-2018] [www.runners.es/entrenamiento/articulo/hablemos-supercompensación](http://www.runners.es/entrenamiento/articulo/hablemos-supercompensación)

# 10. Annexos

---



**Annex 1: Instal·lacions utilitzades en el test de la  
recerca pràctica**

**Annex 2: Material**

**Annex 3: Quadres de definicions de l'entrenament**

**Annex 4: Periodització de l'entrenament de Matveiev**

**Annex 5: Planificació de l'entrenament ATR**

**Annex 6: Model d'integració en la recuperació  
d'un microcicle**

**Annex 7: Full model d'informació i consentiment informat**

**Annex 8: Fulls de registre de dades del test**

**Annex 9: Transcripció d'entrevistes**

**Annex 10: Galeria fotogràfica**

## 10. Annexos

### Annex 1: Instal·lacions utilitzades en el test de la recerca pràctica



Instal·lacions del Club Natació Tàrraco on es va realitzar el test  
(Font pròpia)

### Annex 2: Material



Part del material utilitzat en la part pràctica



Material preparat per al test

## Annex 3: Quadres de definicions de l'entrenament

### Diferents definicions d'entrenament

- **Matveiev (1983):** És la forma fonamental de preparació del esportista, basada en exercicis sistemàtics i la que representa en essència un procés organitzat pedagògicament amb l'objecte de dirigir l'evolució de l'esportista.
  
- **Ozolin (1983):** És el procés d'adaptació de l'organisme a totes les càrregues funcionals creixents, a una major exigència en la manifestació de la força i la rapidesa, a la resistència, a la flexibilitat, a la coordinació dels moviments, a l'habilitat, a més esforços volitius i tensions físiques i a moltes altres exigències de l'activitat esportiva.
  
- **Martin (1977):** Aquest és un procés sistemàtic adreçat al perfeccionament esportiu que pretén desenvolupar la capacitat i disposició de joc i rendiment de tots els jugadors i de l'equip, tenint en compte coneixements teòrics, experiència, pràctica i tots els condicionaments personals, materials i socials.
  
- **Grosser, Starischka, Zimmermann (1983):** L'entrenament és un concepte que reuneix totes les mesures del procés per augmentar el rendiment esportiu.

## Diferents definicions d'entrenament

- **Bompa (1983):** És una activitat esportiva sistemàtica de llarga durada, graduada de forma progressiva a nivell individual, amb l'objecte de conformar les funcions humanes, psicològiques i fisiològiques per a poder superar les tasques més exigents.
  
- **Platonov (1988):** És la preparació complexa pel rendiment. L'estat d'entrenament és un estat d'adaptació biològica.
  
- **Mora i Vicente (1995):** L'entrenament esportiu és un procés planificat i complex que organitza càrregues de treball progressivament creixents destinades a estimular els processos fisiològics de sobrecompensació del organisme, afavorint el desenvolupament de les diferents capacitats i qualitats físiques amb l'objectiu de promoure i consolidar el rendiment esportiu.
  
- **Quadrado (1996):** L'entrenament esportiu respon al resultat dels canvis persistents en la funció i/o estructura que són sotmesos a un exercici crònic.

**Figura 23:** Diferents definicions d'entrenaments segons alguns autors

Font: <http://entrenamientodeportivojulianlemus.blogspot.com/2012/11/entrenamiento-deportivo-concepto-segun.html>

## **Annex 4: Periodització de l'entrenament de Matveiev**

### **Període preparatori**

- **General:** Desenvolupament de les bases
  - Increment progressiu de les càrregues
  - Sistema Aeròbic i F. General
  - Exercicis de tipus General; Velocitat; Tècnica
  - Determinant per a la resta del cicle
  - 1/3 del cicle
- **Específic:** Lligar harmònicament l'estat d'entrenament-
  - Desenvolupar el rendiment competitiu.
  - L'entrenament adquireix caràcter especial.
  - S'incrementa el percentatge de les càrregues específiques.
  - Es manté aproximadament el Volum.
  - S'incrementa la intensitat.

### **Període competitiu**

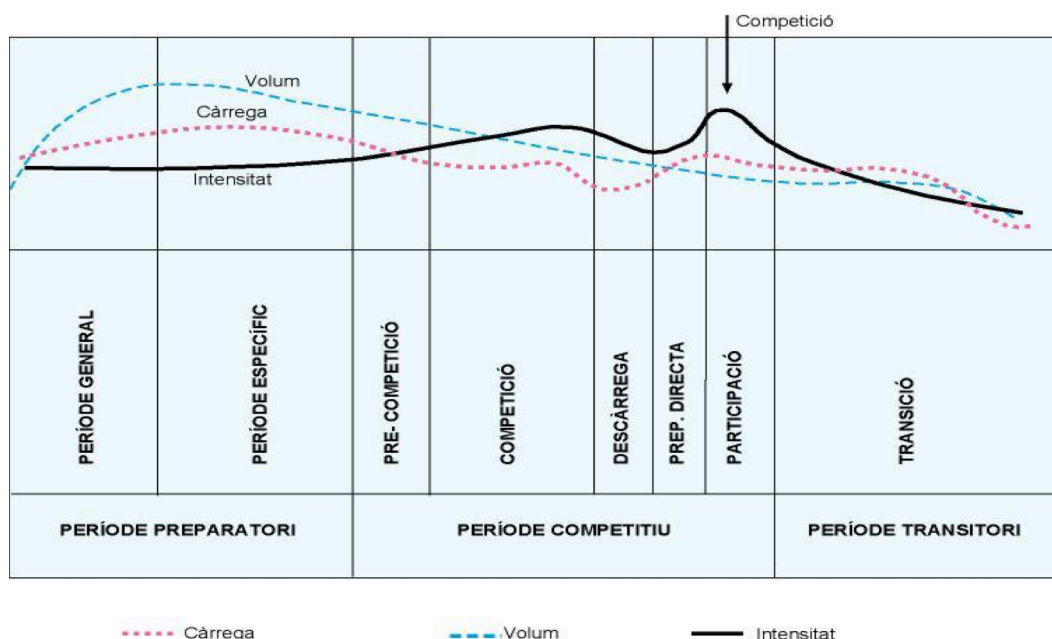
- **Desarrollar i estabilitzar el rendiment en les competicions**
  - Càrregues específiques a la prova (descens del Volum).
  - Exercicis especials (F, V, R)
  - Exercicis generals com a descans actiu.
  - 4-6 setmanes de l'inici de la "posada a punt".
  - Possibilitat d'alternar amb l'etapa general.

### **Període transitori**

- **Regeneració psíquica i física**
  - No més de 4 setmanes
  - No descans passiu
  - Activitats de tipus general i alternatiu



Aquest model de periodització el podem veure gràficament en el quadre següent:



Model de periodització de Matveiev

## Annex 5: Planificació de l'entrenament ATR

- **Acumulació:** En aquest mesocicle es concentra la càrrega d'entrenament aplicant càrregues amb volums alts a intensitats moderades.

L'orientació de l'entrenament sol anar encaminada a millorar la força màxima i la resistència aeròbica i/o tècnica bàsica. Això és pel fet que la millora d'aquestes capacitats ( $F_{m\acute{a}x}$  i resistència aeròbica), segons Issurin (2008, 2010), són les que tenen un efecte residual major que se situa entorn dels 30 dies.

- **Transformació:** En aquest mesocicle s'augmenta la intensitat d'entrenament i es redueix el volum intentant transformar la millora funcional aconseguida en l'anterior mesocicle d'acumulació a una millora més específica. En aquesta fase ja se solen treballar altres capacitats

com la resistència anaeròbica o la força-velocitat ja que aquest tipus de capacitats són més específiques i a més té un efecte residual menor d'entorn als 15-20 dies.

- **Realització:** Aquest mesocicle va encaminat a aconseguir expressar el màxim potencial en competició, per a això, es treballen durant aquest mesocicle aspectes amb un efecte residual menor, com la resistència anaeròbica alàctica, la potència i la velocitat de reacció.<sup>42</sup>

Tot el que hem exposat ens demostra que la preparació és un concepte més ampli del que habitualment se'l reconeix i que inclou no només l'entrenament, sinó també altres aspectes com les competicions i qualsevol altra circumstància que incideixi sobre la capacitat de rendiment d'un esportista.

---

<sup>42</sup> Extret de: <https://powerexplosive.com/atr-periodizacion-iii/>

## Annex 6: Model d'integració en la recuperació d'un microcicle

### Entrenament i mitjans de recuperació

	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOURS	DIVENDRES	DISSABTE
Estimulació ABANS	Dutxa calenta	Dutxa molt calenta	Dutxa alternant temperatures	Dutxa calenta	Dutxa alternant temperatures	Dutxa molt calenta
MATÍ Objectius	Aeròbic	Aeròbic	Velocitat	Aeròbic	Velocitat	Anaeròbic
Volum intensitat	Mitjà	Mitjà	Baix	Mitjà	Baix	Mitjà
	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa
Mitjans recuperació DESPRÉS	Dutxa calenta amb aigua salada	Dutxa calenta amb CO2	Bany amb eucaliptus Temperatura indiferent	Bany amb temperatura a indiferent	Bany amb eucaliptus Temperatura indiferent	
TARDA Objectius	Velocitat	Aeròbic	Complex	Anaeròbic	Anaeròbic	Complex
Volum intensitat	Mitjà	Gran	Mig	Baix	Gran	Mig
	Alta	Baixa	Mitja	Alta	Baixa	Mitja
Mitjans recuperació DESPRÉS	Bany calent amb eucaliptus	Bany calent amb aigua salada	Hidro-massatge	Bany calent	Bany calent amb aigua salada	Sauna i massatge general

Model d'integració de la recuperació en un microcicle (Raposo, 2000)

Font: <http://efrswimperformance.com.br/wp-content/uploads/2016/10/La-fatiga-y-la-recuperacion-de-los-nadadores.pdf>

## **Annex 7: Full model d'informació i consentiment informat**

### **Full d'informació**

Amb aquest document vull obtenir la seva autorització escrita per l'ús de les dades clíniques, així com la donació gratuïta d'una mostra biològica amb la finalitat de ser utilitzada per al meu treball. També necessito el seu consentiment per a poder realitzar i penjar imatges al treball en què hi aparegui.

#### ***- En què consisteix l'estudi?***

Aquest estudi és un treball de recerca de segon de Batxillerat on es pretén estudiar la fatiga i el lactat d'un nedador després d'un entrenament intens i determinar els temps ideals de recuperació.

El protocol d'actuació és el següent:

El test es divideix en 6 preses de lactat per esportista. Cada punxada es realitzarà just després de cada sèrie a càrrec d'una infermera especialitzada per nedador i a la vegada, es prendran pulsacions per a una posterior anàlisi. També mesurarem els temps fets durant el transcurs del test per veure com varia la fatiga segons l'acumulació de lactat.

En total són 5 sèries de 100 metres cadascuna. Abans de començar l'escalfament es farà la primera punxada per mesurar el nivell basal de lactat en total repòs.

Entre sèrie i sèrie hi haurà un descans de 5 minuts per a poder veure amb més exactitud la possible recuperació de la fatiga produïda i eliminació en certa mesura del lactat, punt principal del treball.

**- Com es realitzarà i on?**

Ens trobarem a la piscina del Club Natació Tàrraco el dia i hora convinguda prèviament on, supervisat pels entrenadors, amb la col·laboració de dues infermeres, s'explicarà en què consisteix la prova i s'aclarirà qualsevol dubte sobre la mateixa.

No s'administrarà cap tipus de medicament.

L'extracció sanguínia consistirà en una petita punxada en el palpís del dit i aquesta mostra ens permetrà obtenir dades sobre l'acumulació del lactat en cada fase de l'entrenament. També es monitoritzarà la freqüència cardíaca de cada nedador mitjançant un pulsòmetre i la cinta pectoral.

Les dades personals que es requereixen són necessàries per cobrir els resultats de l'estudi.

**En tots els informes de l'estudi es mantindrà la confidencialitat de les seves dades i el seu anonimat. La seva participació és totalment voluntària i poden retirar-se en qualsevol moment.**

## Consentiment informat del participant

Títol del treball: La recuperació de la fatiga en un nedador

Tarragona, a , / / de 2018

- Jo, \_\_\_\_\_  
amb DNI \_\_\_\_\_

\*- Jo, \_\_\_\_\_ com a pare/mare de  
amb DNI \_\_\_\_\_

(\*En cas de tractar-se d'un menor d'edat, dades del seu representant legal)

### Declaro que:

- He llegit el full d'informació que se'm ha entregat.
  - He rebut suficient informació sobre l'estudi
  - He rebut resposta satisfactòria a les meves preguntes
  - He parlat amb Pol San Gregorio, realitzador de l'estudi
- I per consegüent:
- Comprenc que la meva participació és voluntària
  - Comprenc que puc retirar-me de l'estudi:
  - Quan vulgui i sense haver de donar explicacions

**Autoritzo la realització de la investigació amb la meva mostra biològica en aquest estudi i l'ús de fotografies fetes durant la prova per al treball.**

Estic interessat/da a conèixer els resultats de la investigació: Sí / No

Presto lliurement la meva conformitat per a participar en l'estudi.

Signatura del participant (\*representant legal) :

**Annex 8: Fulls de registre de dades del test**  
**TEST DE LACTAT - FULL DE REGISTRE**

**NEDADOR 1**

**Pes:** 66,1 Kg

**Alçada:** 181,5cm

**IMC (kg·m<sup>-2</sup>):** 20,06

	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (respecte el 100%)
<b>BASAL</b>	¿7? <sup>43</sup>	49	-	-
<b>SUBMÀXIMA</b>	3,6	144	Base (1:10) 1:10= 70s	85,43%
<b>SÈRIE 1</b>	7,8	172	1:00,= 60s	99,7%
<b>SÈRIE 2</b>	10,3	165	1:01,2=61,2s	97,71%
<b>SÈRIE 3</b>	10,8	160	1:02,3=62,3s	95,99%
<b>SÈRIE 4</b>	13,4	169	1:00,9=60,9s	98,2%
<b>200m SUAUS</b>	-	112	-	-

<sup>43</sup> L'interrogant indica un possible error en la mesura, per part de l'aparell, causat per qualsevol factor que pugui haver alterat el resultat (humitat, brutícia...)

## TEST DE LACTAT - FULL DE REGISTRE

### NEDADOR 2

Pes: 66,8 Kg

Alçada: 175 cm

IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ): 21,8

	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (respecte la MMP:0.56,0)
BASAL	¿4,1?	55	-	-
SUBMÀXIMA	2,2	135	Base (1:07) 1:10=70s	80%
SÈRIE 1	9,5	180	0:59,1	94,75%
SÈRIE 2	13,6	186	0:59,2	94,59%
SÈRIE 3	14,9	188	1:00,3=60,3s	92,87%
SÈRIE 4	19,3	183	1:00,6=60,6s	92,4%
200m SUAUS	-	130	-	-



## TEST DE LACTAT - FULL DE REGISTRE

### NEDADORA 1

**Pes:** 59,5 Kg

**Alçada:** 169 cm

**IMC (kg·m<sup>-2</sup>):** 20,83

	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (respecte la MMP:1.00,2)
<b>BASAL</b>	2,8	48	-	-
<b>SUBMÀXIMA</b>	3,2	149	Base (1:15- 18) 1:11=71s	84,79%
<b>SÈRIE 1</b>	16,3	160	1:03,4=63,4s	94,95%
<b>SÈRIE 2</b>	20,9	165	1:04,9=64,9s	92,76%
<b>SÈRIE 3</b>	22,4	155	1:09,13=69,1s	87,08%
<b>SÈRIE 4</b>	(Error) Màx. = 25 o +	177	1:06,03=66,0s	91,17%
<b>200m SUAUS</b>	-	125	-	-

## TEST DE LACTAT - FULL DE REGISTRE

### **NEDADORA 2**

**Pes:** 60,5 Kg

**Alçada:** 168 cm

**IMC (kg·m<sup>-2</sup>):** 21,43

	LACTAT (mmol/l)	FREQÜÈNCIA CARDÍACA (bpm)	TEMPS (minuts)	% (respecte la MMP:1.01,31)
<b>BASAL</b>	<b>3,0</b>	<b>50</b>	-	-
<b>SUBMÀXIMA</b>	<b>2,8</b>	<b>154</b>	<b>Base (1:18- 20) 1:13=73s</b>	<b>83,97%</b>
<b>SÈRIE 1</b>	<b>16,2</b>	<b>176</b>	<b>1:05,9=65,9s</b>	<b>93,03%</b>
<b>SÈRIE 2</b>	<b>21,0</b>	<b>175</b>	<b>1:07,7=67,7s</b>	<b>90,56%</b>
<b>SÈRIE 3</b>	<b>22,5</b>	<b>174</b>	<b>1:12,0=72s</b>	<b>85,15%</b>
<b>SÈRIE 4</b>	<b>24,0</b>	<b>156</b>	<b>1:10,09=71s</b>	<b>87,47%</b>
<b>200m SUAUS</b>	-	<b>129</b>	-	-

## **Annex 9: Transcripció d'entrevistes**

### **Entrevista a professionals participants en la investigació**



#### **Dr. Manel González Peris**

##### **Metge especialitzat en medicina de l'esport**

El doctor Manel González Peris, especialista en Medicina de l'Educació Física i l'esport, és el cap de de la UME de la Xarxa de Santa Tecla des del dia de la seva creació, l'any 1991, ara fa tot just 27 anys. Durant aquest període la UME ha fet més de 32.000 revisions medicoesportives a unes 16.000 persones del territori (una mitjana de més d'un miler l'any) i ha assolit l'acreditació de nivell 3 de la Generalitat, formant part d'un selecte grup de sis centres a tot Catalunya.

La Unitat de Medicina Esportiva està preparada per atendre i acompanyar des d'esportistes d'elit i professionals fins a amateurs federats, així com persones que simplement volen incorporar l'activitat física i els bons hàbits a la seva vida com a via d'entreteniment o per millorar la seva salut. El Dr. González Peris i el seu equip, que col·labora activament en la planificació i gestió medicoesportiva d'esdeveniments importants com ara el Concurs de Castells de Tarragona.

També és el secretari general de l'Associació Catalana d'Especialistes en Medicina de l'Educació Física i l'Esport i secretari general de la Comissió Nacional de l'especialitat en el Ministeri de Sanitat.

És membre del Consell Assessor sobre l'Activitat Física i Promoció de la Salut, de la Comissió Antidopatge i de la Comissió per a la Protecció de la Salut de l'Esportista de la Secretaria General de l'Esport i coordinador de la Guia de prescripció d'exercici físic per a la salut (PEFS) de la Generalitat de Catalunya.

Professor de l'Escola Professional d'Especialistes de la Universitat de Barcelona. El 2008, aquesta activitat fou reconeguda amb el premi a l'Excel·lència Professional en l'àmbit educatiu pel Consell de Col·legis de Metges de Catalunya. També és professor associat de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona.<sup>44</sup>

## **1. Dades personals:**

- a) **Nom complet:** Manel González Peris
- b) **Professió:** doctor especialista en medicina del esport.
- c) **Lloc on treballa actualment:** Unitat de medicina de l'esport de la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla de Tarragona.

## **2. Expliqui'm la seva carrera professional com a metge (abans de treballar on actualment exerceix) i des de quan s'hi dedica?**

*Bueno, jo vaig estar treballant en temes de medicina hospitalària, treballant a urgències a Santa Tecla i a més a més feia de metge de poble. Vaig estar a diferents pobles...Durant molts anys vaig estar de metge d'urgències del cap de Reus i després exclusivament em vaig*

---

<sup>44</sup> Fonts: <https://www.enciclopedia.cat/EC-EEC-6506.xml>

<http://www.noticiestgn.cat/2016/09/13/lexercici-fisic-es-tambe-medicina/>

*dedicar a la medicina de l'esport i des de fa vint-i set anys gaire bé que únicament faig medicina de l'esport.*

### **3. Ha estat mai a l'altra banda, es a dir, ha estat mai esportista?**

*Home, jo he fet tot tipus d'esport però bàsicament a mi el que m'agrada és el tennis. Cada setmana intento anar dues o tres vegades al tennis. En el seu moment vaig fer esport de competició a nivell local i en principi intento fer activitat física varies vegades a la setmana.*

### **4. Vostè, com a doctor en medicina de l'esport, per què creu que és tan important fer exercici físic per la salut de les persones?**

*Doncs perquè vaig veure que la gent que feia activitat física i esport es curava molt més ràpid de totes les seves patologies i tenia menys problemes.*

*Durant molts anys, vam veure que aplicant unes tècniques mèdiques d'activitat física millorava el rendiment dels esportistes al principi, això passava en la gent normal, però vam veure que això també passava en gent malalta. Així que amb aquestes tècniques si milloràvem el rendiment dels esportistes i la salut de la gent malalta. Vam passar de pensar que l'esport podia estar prohibit en algunes patologies a pensar que l'esport hauria de ser obligatori en algunes patologies com a tractament i millora d'aquestes. I, tenint en compte que moltes vegades dona uns resultats més espectaculars que el tractament tradicional amb fàrmacs, des de fa temps nosaltres el prescrivim com a tal.*

### **5. Parli'm de l'actualitat: quin és el seu dia a dia?**

*Be, jo toco varis punts, una cosa és el que fem aquí a l'hospital que veiem gent de tot tipus: d'alt rendiment, patologies, malalts, gent sedentària, lesions esportives i gent que vol fer activitat; també fem promoció de la*

*salut a nivell dels propis companys ... com a metges i infermeres...En la Xarxa sanitària tenim dos hospitals i sis àrees bàsiques de salut i això vol dir un munt de treballadors i també pacients que depenen d'aquesta gent...Aleshores, fer una promoció de l'exercici físic com a eina de salut, és fantàstic. A més a més, veiem gent que degut de la seva activitat esportiva poden tenir lesions i problemes de tot tipus. A part de que fem valoracions funcionals; la idea és intentar determinar quin són els criteris per millorar o evitar problemes alhora de fer exercici físic, en quant a proves d'esforç i fem tot tipus d'activitats.*

*Això va lligat molt a nutrició esportiva, lligat a temes d'entrenament, a prescripció d'exercici físic, etc...*

*Per fer tot això necessitem un munt de coneixements i de proves físiques a nivell cardiològic, respiratori, a nivell d'aparell locomotor, a nivell metabòlic a nivell nutricional, de dopatge, a nivell de tractament...francament molt variat i divertit.*

## **6. Creu que és necessari disposar d'un equip de medicina de l'esport en un club esportiu?**

*Home, és car...si és un club molt important, podria ser interessant...recomanable casi.*

## **7. Quins avantatges creu que té o podria tenir, per exemple en el Club Natació Tàrraco?**

*Doncs hi podria haver la possibilitat de control de tots els esportistes. A priori i a posteriori de qualsevol problema, però a més a més com a proposta, com a prevenció, com a promoció de la salut i com a recomanació d'activitats prèvies per evitar problemes.*

## **8. Quina és la importància dels nivells de lactat després d'un esforç intens en un esportista?**

*La valoració del lactat com a valoració de l'activitat física va molt bé com a prova de camp. L'avantatge que té això, és que es pot fer en el mateix lloc de treball d'un esportista. No es necessita ni grans "aparatatges" ni laboratoris de fisiologia com podem tenir nosaltres aquí...etc.*

*Una vegada coneixes algunes dades bàsiques dels esportistes, és d'aplicabilitat immediata i fàcil. El problema que tens és que l'has de punxar...segons com, has de tenir uns criteris ètics, legals...etc, i després, bé, que té un cost que també s'ha de valorar...cada vegada és més petit perquè les tires de lactat cada cada cop són més assumibles i les tires reactives són més barates...però com a control d'entrenament d'alguns esportistes d'alt rendiment i de competició pot ser interessant.*

## **9. Coneix la relació nivell de fatiga (analitzat a través del lactat) en un nedador i la seva recuperació?**

*El que nosaltres pretenem és que, en un mateix tipus de treball...l'entrenament el que fa és que l'acumulació de lactat cada vegada sigui menor per un mètode d'entrenament determinat. Ens permet valorar una mica el nivell de fatiga.*

*El nivell de lactat determina l'acumulació d'àcid i aquest àcid en el cos és una alerta; és una marca que ens està indicant que alguna cosa no va bé. Una persona que s'acidifica molt pot arribar a morir-se. Quan arribes a un punt d'àcid làctic, o d'àcid en general, el cos intenta tamponar-lo i eliminar l'àcid. Si nosaltres pugem molt, vol dir que estem treballant a nivell exagerat. Si nosaltres aconseguim amb algun tipus d'entrenament, que l'àcid no pugi tant pels mateixos tipus de treball vol dir que estem entrenant correctament. I per una altra banda també veiem que entrenem*

*al punt que volem entrenar, perquè si un nedador no arriba a un punt d'àcid làctic determinat vol dir que a lo millor pot rendir més.*

#### **10. Quin són els nivells més elevats que pot suportar un esportista?**

*Hi ha lactats que poden arribar a 25-30 en esportistes d'alt nivell, d'alta competició i la majoria de tires reactives, si tu ho has comprovat, arriben a 25; això vol dir que la persona que ho ha passat és realment molt "canyero". El 95% dels esportistes no arriben a 20, el que vol dir que si passes de 25 o 30 és que estàs fent un esforç absolutament màxim.*

#### **11. Quant de temps és necessari per recuperar-se totalment?**

*Quan fas l'extrapolació per exemple a 2 milimols o entre 2 i 4 milimols...a partir de 4 es considera el Umbral anaeròbic (estem aquí parlant de fins a 25 d'acumulació). A dos milimols seria la recuperació ideal. A quina freqüència correspon...aleshores el temps de recuperació? doncs seria el suficient per baixar a una freqüència cardíaca corresponent a 2 milimols. Entre 2-3 milimols com a molt. Vol dir, jo puc fer una càrrega màxima, baixar-la i fer una altre càrrega intensa quan estigui a aquesta freqüència cardíaca. Ho dic perquè la freqüència cardíaca és una forma fàcil de controlar l'equivalència en lactats a l'hora de l'entreno.*

#### **12. És directament proporcional la relació nivells de lactat (fatiga) amb els temps de recuperació en uns bons nivells d'entrenament?**

*No, no té res a veure. Depèn de la capacitat anaeròbica i de neteja de lactat a nivell individual. Hi haurà persones que tenen el lactat més petit i triguen molt més a recuperar que d'altres que tenen el lactat més alt. El test de neteja és una variable individual de cada esportista. I depèn del tipus de fibres que tinguin...més ràpides o més lentes...això és variable en*



*cada esportista perquè no tenim tots el mateix tipus de fibres i el percentatge varia en cada individu i llavors això no ho sabem*

**13. Ha participat en algun test amb nedadors del Club Natació Tàrraco?**

*Fa anys en vam fer molts però aleshores ho fèiem manualment, trèiem els lactats i anàvem pipetejant i fent de tot. En el seu moment en vam fer molts en natació, en rem en el Nàutic, en corredors i corredores i he fet test en bicis.*

**15. Com creu que la medicina de l'esport pot ajudar a millorar els entrenaments i les planificacions d'equips en esportistes joves, en edat de contínua progressió?**

*La nostra tasca és aconseguir la màxima informació funcional dels esportistes i a partir de conèixer-la, poder-la aplicar en criteris de treball. Nosaltres si veiem com és un esportista i com es comporta en un tipus determinat d'exercici físic, a partir d'aquí, podem intentar donar orientació a l'entrenador per poder fer millorar individualment aquest esportista. A vegades ho aconseguim i a vegades és més complicat, tenint en compte per exemple, que les proves que fem pel nedador no són específiques per natació. Nosaltres tenim uns aparells que no estan dintre l'aigua (n'hi han alguns per dins l'aigua, però pocs) i clar seria més interessant fer proves molt més específiques en funció de natació però la informació general de l'esportista la tenim i pot ser molt útil.<sup>45</sup>*

---

<sup>45</sup> L'entrevista ha estat transcrita a partir d'una gravació. S'han modificat algunes expressions per tal que no sigui un llenguatge tan col·loquial.



## **Sílvia Díez Gual**

### **Entrenadora del primer equip del Club Natació Tàrraco**

Llicenciada en Educació Física, INEFC (1996-2001) per la Universitat de Lleida. Entrenadora superior de natació. En el Club de Natació Ploms de Reus (2003 al 2009) va ser entrenadora del segon equip. En el Club Natació Tàrraco del 2016 al 2018 com a entrenadora del

segon equip i actualment, és l'entrenadora del primer equip. També exerceix com a professora d'Educació Física de secundària de CFGS Esports, cicle formatiu de Grau superior d'esports, a l'institut Josep Tapiró de Reus des de 2005 fins l'actualitat.

#### **1. Dades personals:**

- a) **Nom complet:** Sílvia Díez Gual
- b) **Professió:** professora d'Educació Física i entrenadora de natació
- c) **Lloc on treballa actualment:** INS Josep Tapiró (Reus) i CN Tàrraco

#### **2. Quina és la seva experiència com a esportista?**

*Vaig ser nedadora des dels 6 anys al CN Tàrraco, passant pels diferents equips de natació de totes les categories. Vaig arribar a ser Campiona de Catalunya, Aleví, Infantil i Júnior en proves de velocitat de crol i en*

*relleus per equip de 4x100 lliures i 4x100 estils en el primer nivell estatal. Vaig quedar segona en 50m lliures el 1992 en categoria infantil. Deixo la natació amb 21 anys.*

**3. Quan va decidir que volia treballar com a tècnica professional i per què? Des de quan s'hi dedica?**

*Ja quan era nedadora m'agradava fixar-me en el que feia el meu entrenador. M'apuntava els entrenos en un diari i li feia preguntes del perquè dels entrenos i des de sempre m'ha agradat l'esport. Vaig decidir estudiar INEFC i decantar-me per la docència però també pel rendiment esportiu, en concret de la natació.*

*Faig d'entrenadora de natació des del any 2003 amb una aturada de cinc anys per ser mare i cuidar als fills i encara m'hi dedico ara. Realment és la feina que més m'agrada. Podria dir, que a part d'una feina, és una "PASSIÓ" i la de docència també, doncs educo a través de l'esport i de l'activitat física als joves.*

**4. Vostè, com a tècnica esportiva, per què creu important que els joves facin esport (qualsevol)?**

*És important que els joves facin esport i practiquin activitat física. Primer, perquè adquireixin hàbits saludables amb la seva pràctica, adquireixin hàbits de millora de la seva condició física i sobretot perquè la pràctica esportiva porta intrínseca un conjunt d'adopció de valors fonamentals per la formació del jove.*

*Hàbits que els seran bàsics per la seva educació integral (física, cognitiva i social) S'adquireixen hàbits i valors com el compromís, l'esforç, la tolerància al fracàs, el saber competir, la gestió de les emocions, el "companyerisme", la perseverança i tot a través de l'esport.*

## **5. Actualment quin és el seu dia a dia?**

*El meu dia a dia és bastant estressant, dedicat gairebé al 100% a l'entrenament, a la piscina i a l'institut. M'aixeco a les 05.10h am, perquè a les 6h ja sóc a la piscina, ja que a les 06.15h comença el primer entrenament d'aigua fins les 07.30h. Després, un cafè i a les 08.30h ja sóc a l'institut, on faig classe fins les 14-15h. Tinc 40' per dinar, gairebé diàriament de carmanyola i a les 15.50h torno novament a la piscina per fer el segon entrenament del dia que el dividim en dos torns (a les 16h i a les 17.30h). Fins les 19.45h sóc a la piscina, fent també feina de preparació dels entrenaments, programació dels entrenaments, planificant competicions... I a la nit, ja a casa, després de sopar, una estona pels fills i una horeta davant l'ordinador preparant classes o llegint sobre l'entrenament. I al dia següent igual.*

## **6. Quin és el seu criteri a l'hora de planificar els entrenaments?**

*El meu criteri a l'hora de planificar els entrenaments és seguir el que dicta la planificació tradicional de Matveiev amb una mica de barreja d'ATR. I setmanalment segueixo una planificació del microcicle, distribuint-lo en dos parts, començant amb un treball aeròbic mig-intens i treball de tolerància-velocitat i tornant a començar amb treball aeròbic mig-intens i treball de màxima producció de lactat i velocitat, amb un treball constant de la tècnica.*

*Sempre tenint en compte que cada dues setmanes hi ha competicions i cada trimestre un campionat important, llavors ja afines més i concentres "entrenos" de ritme de prova i eficàcia.*

**7. Com creu que es poden millorar els entrenaments i les planificacions d'equips en esportistes joves, en edat de contínua progressió?**

*Crec que els entrenaments en els joves esportistes es poden millorar en qualitat, a través del treball de la tècnica, però aquesta necessita una involucració al 100% dels nedadors, una consciència total i unes condicions d'instal·lacions adequades que moltes vegades no tenim (espai, hores, material). També fer-ho de forma individual.*

**8. Quin control de la fatiga segueix en l'elaboració d'una sessió d'entrenament?**

*El control de la fatiga que faig servir jo en els meus nedadors és la subjectiva, preguntant com estan, quan es fan sèries d'alta intensitat que produeixen molta fatiga. També amb el control de la freqüència cardíaca pròpia (pols en 6"). És molt important l'observació de la seva tècnica en aquestes sèries, ja que reflecteix molt a nivell visual el seu grau de fatiga.*

**9. Ha realitzat mai algun test relacionat amb el lactat i aparició de fatiga amb els seus esportistes? Quins?**

*No hem realitzat mai cap test relacionat amb el lactat i l'aparició de la fatiga en els nostres nedadors. Tant sols el que hem fet amb el treball de recerca. Tenim pendent fer-ne algun amb un grup d'una categoria concreta, però necessitem una infraestructura, materials i mitjans que de moment no en disposem.*

**10. Creu que seria interessant fer-ne de forma periòdica (cada any o temporada) per millorar el rendiment dels entrenaments?**

*Sí, crec que seria molt interessant, i que poguéssim disposar d'un metge que ens ajudés a interpretar els resultats, juntament amb mi com a entrenadora. Són tests que ofereixen dades que repetits, poden servir per observar possibles evolucions en el rendiment i en l'aparició de la fatiga de forma més lenta o tardana.*

**11. Actualment es fa un seguiment mèdic als nedadors i nedadores amb proves d'esforç. Per què són tant importants? Per creu què no s'inclouen les proves de lactat en aquestes revisions?**

*Sí, els nostres nedadors l'any passat van fer-se una prova d'esforç bàsica, i alguns van realitzar una prova de camp amb cinta o cicloergòmetre.*

*Són importants perquè ajuden a detectar possibles patologies o anomalies de l'esportista, ofereixen valors antropomètrics importants per al desenvolupament corporal de l'esportista i també ofereixen valors d'esforç i de condició física, que poden ajudar a l'entrenador a planificar millor l'entrenament individual.*

**12. Tornant al tema de la fatiga, creu que hi ha diferències entre el nivell d'aquesta en un nedador i en una nedadora? Per què?**

*Sí, sempre que el tipus d'entrenament sigui igual. Sempre hi ha diferències en el nivell de fatiga entre nois i noies, per la composició corporal, per nivells de condició física i antropomètrica i sempre, també, s'ha de tenir en compte l'edat del nedador o nedadora.*

### **13. I entre nedadors fondistes i velocistes? A què és degut?**

*També entre fondistes i velocistes, perquè el tipus d'entrenament és diferent. Els fondistes treballen més continguts aeròbics a diferents intensitats, majors volums. En canvi, els velocistes treballen més continguts aeròbics d'explosivitat, petits volums per a la màxima intensitat. La fatiga acaba apareixent als dos, però en el fondista apareix més tard, perquè el seu umbral aeròbic hauria de ser molt més alt respecte al velocista.*

### **14. Quins mètodes de fatiga i eliminació de lactat creu que són els més eficaços després d'una sessió d'entrenament exigent? Els posa inclou dins de la preparació de cara a una competició?**

*En una sessió d'entrenament s'han de treballar aspectes de màxima producció i tolerància al lactat per acostumar al nedador a treballar en fatiga i que, després, a la competició, aquesta aparegui com més tard millor.<sup>46</sup>*

---

<sup>46</sup> La transcripció ha estat feta segons la parla de l'entrenadora.

## ANNEX 10: Galeria fotogràfica

