

# Canvis bioquímics relacionats amb l'estrès i l'entrenament: Resultats provisionals

Aubets Mir, Jordi.

Institut Municipal d'investigació mèdica

## 1. Introducció

Qualsevol atleta, mentre està competint, es troba sota la influència de gran nombre d'estímuls. Fonamentalment, aquests estímuls són de dos tipus: l'esforç físic que suposa esforçar-se al màxim per guanyar i l'ansietat o estrès en front de la prova. És evident que si l'atleta no pot vèncer aquesta darrera es molt probable que fracassi.

Tenint en compte aquests plantejaments, s'ha dissenyat un estudi que ens permeti esbrinar la influència de les components física i psíquica en les fluctuacions dels nivells de cortisol en saliva. A tal efecte s'han determinat els nivells d'aquesta hormona en quatre situacions diferents:

- Ritmes Circadians de cortisol.
- Entrenament.
- Prova d'esforç.
- Competició.

Les tres primeres situacions ens permetran establir la influència de la component física en els nivells de cortisol, mentre que la darrera ens permetrà estudiar la influència de les dues components.

L'estudi s'ha portat a terme en un grup de 20 nedadors (10 nois i 10 noies) pertanyents a l'Escola Catalana de Natació, amb un mínim de 3 anys d'entrenament abans d'iniciar l'estudi. Les seves característiques es representen en la Taula 1. Els ritmes circadians de cortisol dels nedadors es varen comparar amb els de un grup control de nois i noies de la mateixa edat i classe escolar, les característiques del grup control es reflexen en la Taula 2. Cap dels participants en l'estudi va presentar patologia endocrina.

## 2. Ritmes circadians de cortisol

### 2.1. Material i mètodes

Per tal d'esbrinar la influència de l'esforç físic en els nivells normals de cortisol es varen realitzar els ritmes circadians en dues situacions diferents: un dia en el que realitzaren dues sessions d'entrenament (matí: 7,30 a 9,20, tarda: 13,30 a 15,20) i un dia en el que se'ls suprimí l'entrenament. Les mostres de saliva es varen prendre cada dues hores (8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 i 8 del dia següent). Al grup control se'ls va prendre mostres a les mateixes hores i a més se'ls afegí un punt a les 24 (12 de la nit).

### 2.2. Presa de mostres

Es varen obtenir per insalivació directa en un tub de 5 ml., sense estimul previ. El volum mínim de saliva va ésser de 1 ml. La mostra es va centrifugar 10 minuts a 3.000 r.p.m., es separà el sobrenadat i es congelà a  $-30^{\circ}\text{C}$  fins al moment de l'anàlisi. La determinació dels nivells de cortisol es va realitzar per una tècnica de radioimmunoassaig (Diagnostic Products Corporation) adaptada a la medicació de cortisol en saliva, en la que es partí d'un volum de saliva 10 vegades més gran (250  $\mu\text{l.}$ ) del que es necessita per realitzar la determinació en plasma (25  $\mu\text{l.}$ ).

### 2.3. Resultats

Tal com s'observa en les taules 3 i 4, les noies presenten uns nivells entre les 8 i les 10 del matí superiors als nois.

	NOIS			NOIES		
	Edat	Pes	Alçada	Edat	Pes	Alçada
m	16,5	73,1	1,81	15,9	58,4	1,66
sd	0,7	8,6	0,07	0,7	5,7	0,05
n	10	10	10	10	10	10

**Taula 1:** Característiques individuals dels nedadors participants en l'estudi. El pes s'expressa en kilograms i l'alçada en metres. (n = tamany de la mostra, m = mitjana, sd = desviació estàndard).

	NOIS			NOIES		
	Edat	Pes	Alçada	Edat	Pes	Alçada
m	15,8	62,9	1,75	15,3	54,4	1,64
sd	1,0	8,0	0,07	1,0	10,2	0,08
n	11	11	11	10	10	10

**Taula 2:** Característiques individuals dels membres del grup control participants en l'estudi. El pes s'expressa en kilograms i l'alçada en metres. (n = tamany de la mostra, m = mitjana, sd = desviació estàndard).

Així mateix, en aquestes mateixes taules i en les figures 1 i 2 es pot apreciar que l'exercici continuat, representat en forma de sessió d'entrenament produeix un canvi lleuger en els ritmes circadians de cortisol, que es manifesten en uns descensos menys pronunciats en els nivells de cortisol entre les 8 i les 10 del matí en el grup de nedadors (tant en nois com en noies) que en el grup control. En el cas dels nedadors, el descens es del 27,6% en el nois i del 31,6% en les noies, mentre que en el grup control es del 63,3% i 65,1%, respectivament.

Per últim, cal afegir que els ritmes circadians de cortisol dels nedadors entre les 8 i les 10 del matí en situació de repòs presenten un comportament paral·lel als ritmes de cortisol del grup de control, observació que s'acompleix tant en nois com en noies. Per contra, els nivells de cortisol dels nedadors en situació d'exercici en la mateixa franja horària no presenten aquesta tendència.

### 3. Situació d'entrenament

#### 3.1. Material i mètodes

Es va fer un seguiment de l'entrenament durant un període de quatre mesos (Gener a Abril de 1987). Es varen obtenir mostres abans i 15 minuts després de finalitzar les sessions d'entrenament, del matí (7,30-9,20) i de la tarda (13,30-15,20).

#### 3.2. Resultats

L'exercici continuat, representat en forma de sessió d'entrenament no és capaç d'invertir el ritme circadià de cortisol, en canvi, com es veurà en els apartats 3 i 4 d'aquesta memòria, sinó que fa un esforç físic agut, representat en forma de prova d'esforç o competició.

En canvi però, si que és capaç de produir canvis lleugers, que es posen de manifest en forma d'un descens menys pronunciat en els nivells de cortisol entre l'abans i el després de l'entrenament (taules 5 i 6). Al igual que s'ha mencionat en l'apartat anterior, el grup control presenta un descens més important en aquesta mateixa franja horària.

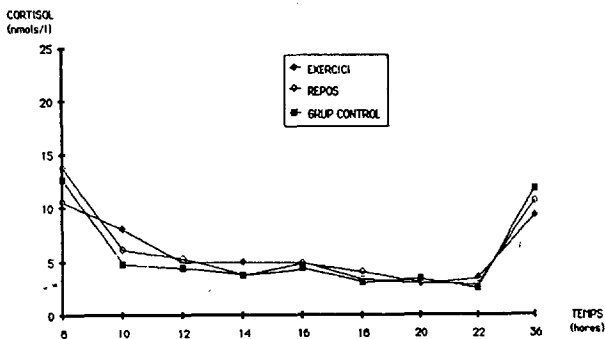
Per últim, indicar que al comparar els nivells de cortisol d'abans i després de cada sessió d'entre-

HORES		8	10	12	14	16	18	20	22	24	36
EXERCICI	x	10,65	7,89	4,93	4,97	5,00	3,37	2,89	3,45		9,23
	sd	3,26	3,61	1,70	0,75	1,92	1,11	1,02	2,27		4,38
	n	9	9	9	9	9	9	9	9		9
REPOS	x	13,81	6,09	5,28	3,74	4,87	4,04	2,93	2,77		10,65
	sd	5,46	2,98	1,20	0,87	1,68	1,43	0,88	0,66		3,25
	n	9	9	9	9	9	9	9	9		9
CONTROL	x	12,62	4,76	4,37	3,75	4,39	3,06	3,41	2,48	1,92	11,78
	sd	6,52	1,95	1,09	1,21	1,39	0,71	1,81	0,56	0,42	4,65
	n	10	11	11	11	11	10	10	11	6	10

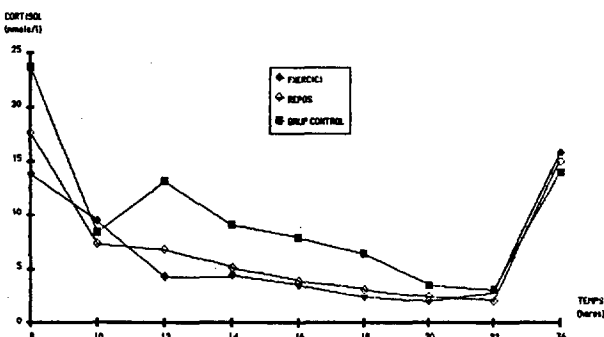
**Taula 3:** Ritmes circadians de cortisol, expressats en nmols./l., del grup de nedadors masculins i del grup de control de nois de la mateixa edat. En el grup de nedadors es presenten 2 ritmes circadians, un en situació d'entrenament (exercici) i en absència d'exercici (repòs).

HORES		8	10	12	14	16	18	20	22	24	36
EXERCICI	x	13,60	9,30	4,15	4,27	3,39	2,33	1,89	2,70		15,61
	sd	8,33	6,22	2,19	1,96	2,47	0,82	0,82	2,10		8,92
	n	7	9	9	8	8	9	9	8		8
REPOS	x	17,46	7,17	6,64	4,95	3,77	3,03	2,31	1,92		14,90
	sd	7,98	3,86	2,88	1,96	1,51	1,00	1,10	0,52		6,55
	n	9	9	9	8	8	9	8	8		10
CONTROL	x	23,52	8,19	13,04	8,94	7,77	6,30	3,42	2,98	2,63	13,76
	sd	8,57	3,36	8,08	4,29	4,93	4,10	0,85	0,53	0,71	3,62
	n	8	10	10	10	8	9	9	9	6	9

**Taula 4:** Ritmes circadians de cortisol, expressats en nmols./l., del grup de nedadors femenins i del grup control (control) de noies de la mateixa edat. En el grup de nedadors es presenten dos ritmes circadians: en situació d'entrenament (exercici) i en absència d'exercici (repòs).



**Figura 1.** Ritmes circadians de cortisol dels nedadors masculins en situació de repòs i d'exercici. Es compara amb el ritme circadià de cortisol del grup control de nois de la mateixa edat.



**Figura 2.** Ritmes circadians de cortisol de les nedadores femenines en situació de repòs i d'exercici. Es compara amb el ritme circadià de cortisol de un grup control de noies de la mateixa edat.

nament i de cada mes, s'observa una tendència a disminuir els nivells de cortisol de forma progressiva durant els mesos de Gener, Febrer i Març, i

tornar a pujar a l'Abril (Figures 3, 4, 5 i 6). De tots els controls realitzats, s'ha despreciat el realitzat el 26 de Febrer per ésser previ als Campionats de Catalunya d'Hivern, i l'ansietat en front a aquests campionats va provocar un increment generalitzat dels nivells de cortisol. El descens progressiu d'aquesta hormona va anar paral·lel a un descens igualment progressiu en l'intensitat de l'entrenament a mesura que s'anaven aproximant aquests campionats, un cop passada aquesta competició l'intensitat de l'entrenament es torna a incrementar, i aquest fet coincideix amb un increment notable en el cortisol de les noies i amb un estancament o lleuger increment en el cas dels nois.

### 3.3. Discussió

Els nivells màxims de cortisol s'obtenen al gener i a l'abril, coincidint amb èpoques en les que l'intensitat de l'entrenament és màxima. Els descensos en els nivells de cortisol dels mesos de febrer i març són paral·lels a un descens progressiu en l'intensitat de l'entrenament, a mida que es va apropant el període de competicions.

Es de destacar, que una setmana abans dels Campionats d'Hivern es va fer un control de saliva (26 d'abril) i es varen trobar uns nivells anormalment elevats (comparat amb la tendència a disminuir descrita anteriorment). Aquests increments en els nivells de cortisol s'han d'atribuir a l'estrès ocasionat per la proximitat de la competició. Fet que dona peu a pensar que uns controls de saliva uns dies abans de les competicions pot orientar sobre aquells atletes que estan sotmesos a una angoixa més marcada.

Està demostrat que l'exercici continuat no produeix increments en els nivells de lactats, degut a

MOMENT PRESA MOSTRA	ESTUDI ESTADÍSTIC	DATA DE PRESA DE MOSTRA				CONTROL
		15-1-87	11-2-87	12-3-87	9-4-87	
Abans entrenament matí	m	19,16	15,35	12,14	12,28	12,62
	sd	4,18	5,36	4,41	3,65	6,52
	n	9	8	9	7	10
Després entrenament matí	m	6,01	6,35	4,58	4,62	4,76
	sd	2,61	4,33	2,48	1,89	1,95
	n	9	8	9	7	11
Incrementes en tant per cent	$\Delta\%$	-68,6	-58,6	-62,2	-62,2	-62,2
Abans entrenament tarda	m	4,92	3,51	3,45	5,79	3,75
	sd	1,99	1,44	0,92	2,33	1,09
	n	9	7	9	7	11
Després entrenament tarda	m	6,34	5,84	4,36	5,55	4,39
	sd	2,96	2,91	1,88	2,53	1,39
	n	9	7	9	7	11
Incrementes en tant per cent	$\Delta\%$	+28,8	+66,3	+26,3	-0,04	+14,5

**Taula 5.** Nivells de cortisol en nois abans i després de les sessions d'entrenament del matí i de la tarda, mesurats durant 4 mesos. Es comparen amb els nivells de cortisol mesurats a les mateixes hores en un grup de nois de la seva mateixa edat. (Sessió d'entrenament del matí: 7,30-9,20, sessió d'entrenament de la tarda: 13,30-15,20).

que es tracta d'un treball aeròbic. Aquest fet podria explicar el que tampoc pugui el cortisol, donat que ambdós paràmetres estan íntimament relacionats.

## 4. Prova d'esforç

### 4.1. Material i mètodes

Es varen realitzar dues proves d'esforç, una al començament del període d'entrenament (Octubre de 1986) i una altra a l'acabament d'aquest període (Juny de 1987). Les proves es varen realitzar en sessions de matí (de 10 a 13 hores) i de tarda (de 17 a 19 hores). En tots els casos, la sessió en la que es realitzà la prova va coincidir en ambdues ocasions (Octubre i Juny).

La prova es realitzà en un tapis rodant i es desenvolupà segons el següent protocol: es va iniciar amb un període d'escalfament de 4 minuts a 0% de pendent de la plataforma mòbil a una velocitat de 6 Km./h. en el cas dels nois i de 4 Km./h. en el cas de les noies. Seguidament, s'augmentà la pendent fins

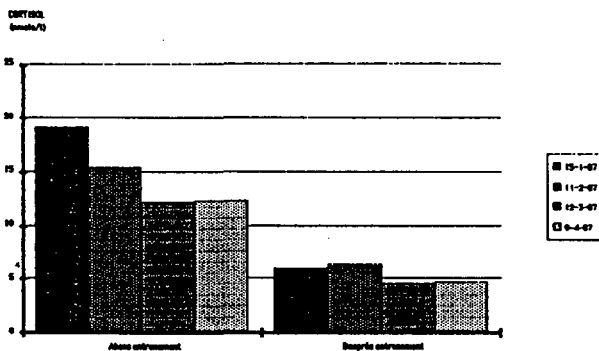
a un 5% i es manteni constant la velocitat de la cinta. A continuació es procedí a un increment progressiu de la velocitat de la cinta a raó de 2 Km./h. per minut, mantenint constant la pendent, fins arribar a l'esgotament del nedador. Un cop finalitzada la prova se'ls concedí un període de recuperació de 10 minuts. Tant durant el temps que durà la prova, com durant el període de recuperació, se'ls controlà l'intercanvi gasós, la freqüència i ritmes cardíacs.

### 4.2. Presa de mostres

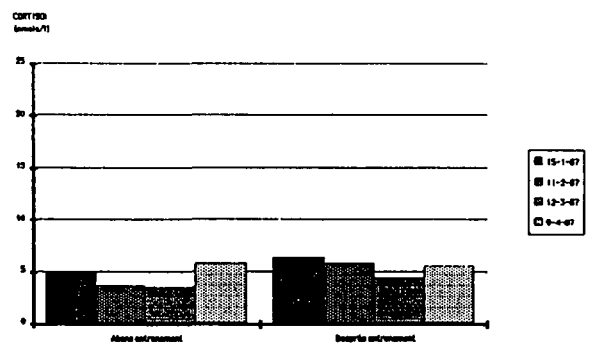
Es varen prendre mostres de sang total (determinació d'àcid làctic) i de saliva (determinació de cortisol). La saliva es va prendre 30 minuts abans i 15 minuts després de la prova. La pauta d'obtenció de les mostres de saliva s'ha descrit en l'apartat 2.2. Per la seva part, la sang total es va obtenir practicant una punció en el dit i recollint una gota de sang (20  $\mu$ ) amb un tub capil·lar graduat. Immediatament després de la presa de la mostra, la sang es va afegir a 200  $\mu$  d'àcid perclòric 0,6 M i es refrigera. Al arribar al laboratori les mostres es cen-

MOMENT PRESA MOSTRA	ESTUDI ESTADÍSTIC	MOMENT DE PRESA DE MOSTRA				CONTROL
		15-1-87	11-2-87	12-3-87	9-4-87	
Abans entrenament matí	m	23,34	17,47	16,67	22,70	23,52
	sd	6,67	4,66	5,60	5,02	8,57
	n	9	9	9	6	8
Després entrenament matí	m	10,07	8,99	8,01	8,55	8,19
	sd	2,45	4,29	2,60	4,15	3,36
	n	9	9	9	6	10
Incrementes en tant per cent	$\Delta\%$	-56,8	-48,5	-51,9	-62,3	-65,1
Abans entrenament tarda	m	8,77		6,39	6,53	8,94
	sd	2,80		2,37	2,54	4,29
	n	9		9	6	10
Després entrenament tarda	m	8,27		7,20	7,17	7,77
	sd	2,31		2,81	1,41	4,83
	n	10		9	6	8
Incrementes en tant per cent	$\Delta\%$	-0,05		+12,6	+0,09	-13,08

**Taula 6.** Nivells de cortisol en nois abans i després de les sessions d'entrenament del matí i de la tarda, mesurats durant 4 mesos. Es comparen amb els nivells mesurats a les mateixes hores en un grup de noies (control) de la mateixa edat. (Sessió d'entrenament del matí: 7,30-9,20, sessió d'entrenament de la tarda: 13,30-15,20).



**Figura 3.** Es representa l'evolució dels nivells de cortisol en els nois durant les sessions d'entrenament del matí al llarg d'un període de 4 mesos.



**Figura 4.** Es representa l'evolució dels nivells de cortisol en els nois durant les sessions d'entrenament de la tarda al llarg d'un període de 4 mesos.

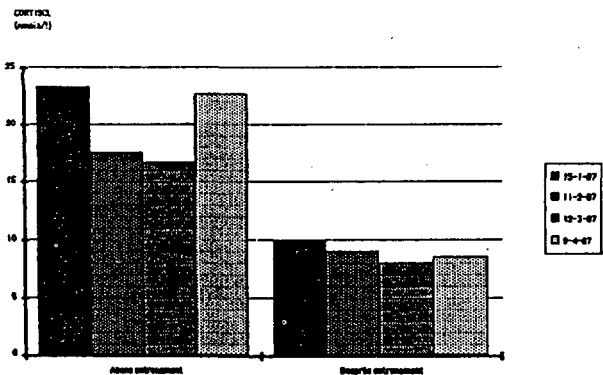
trifugaren 5 minuts a 12.000 r.p.m. i es varen refrigerar a 4°C fins al moment de realitzar l'anàlisi. Els nivells d'àcid làctic es varen quantificar per una tècnica enzimàtica (Boehringuer Institut).

#### 4.3. Resultats

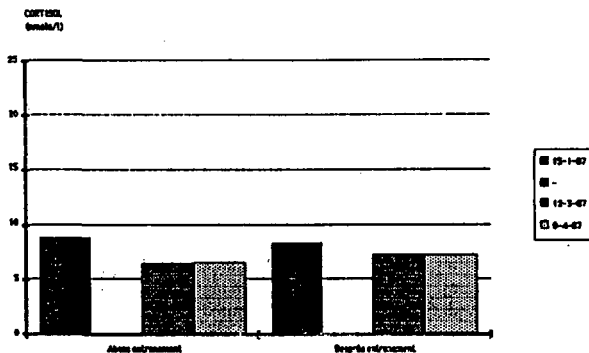
Després de la prova d'esforç tots els nedadors varen experimentar un increment en els nivells de

cortisol (del ordre d'un 92,5%) (figura 7 i taula 7), així com dels nivells d'àcid làctic (522,5%).

Es de destacar, que no s'aprecien diferències importants en els nivells basals de cortisol en funció del sexe (figures 8 i 9 taules 8 i 9); però sí que se'n aprecien després de la prova d'esforç. En aquest cas, les noies presenten uns nivells més alts.



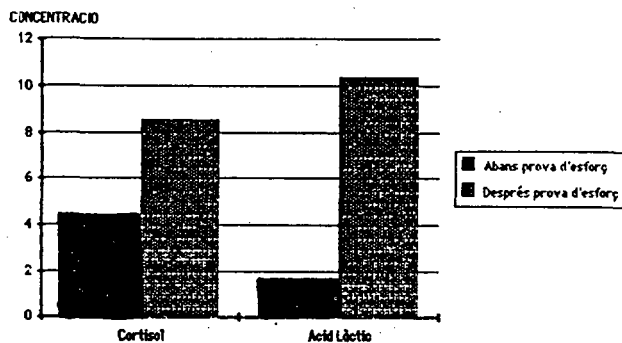
**Figura 5.** Es representa l'evolució dels nivells de cortisol en les noies durant les sessions d'entrenament del matí al llarg d'un període de 4 mesos.



**Figura 6.** Es representa l'evolució dels nivells de cortisol en les noies durant les sessions d'entrenament de la tarda al llarg d'un període de 4 mesos.

VARIABLES ESTADÍSTIQUES.	CORTISOL		ACID LACTIC	
	ABANS PROVA D'ESFORÇ	DESPRES PROVA D'ESFORÇ	ABANS PROVA D'ESFORÇ	DESPRES PROVA D'ESFORÇ
m	4,42	6,51	1,67	10,40
sd	2,42	5,87	0,83	3,22
n	36	36	36	36
p	0,000		0,000	

**Taula 7.** Nivells de cortisol salivar (nmols./l.) i d'àcid làctic (mmols./l.) mesurats abans i després d'una prova d'esforç en un grup de nedadors (nois i noies).



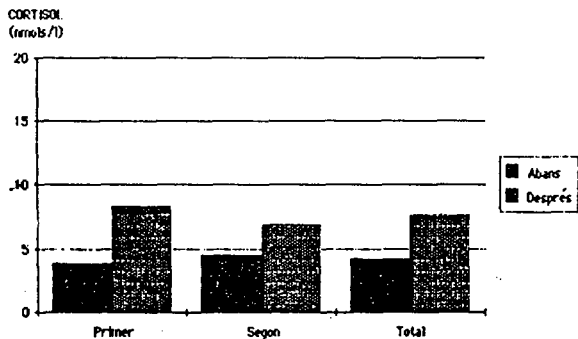
**Figura 7.** Nivells de cortisol (nmols./l.) i d'àcid làctic (mmols./l.) dels nedadors abans i després de la prova d'esforç.

	PRIMER CONTROL				SEGON CONTROL				TOTAL			
	m	sd	n	p	m	sd	n	p	m	sd	n	p
<b>ABANS</b>	3,91	1,79	9	0,006	4,48	1,76	9	0,037	4,20	1,78	18	0,000
<b>DESPRES</b>	6,41	4,85	9		6,87	3,75	9		7,64	4,28	18	

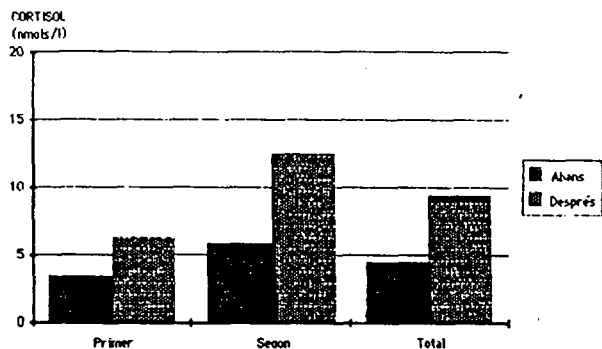
**Taula 8.** Nivells de cortisol salivars (nmols./l.) en nois abans i després d'una prova d'esforç. Es representen per separat els nivells corresponents a la prova d'esforç del primer control (Octubre de 1986), del segon (Juny de 1987) i la suma d'ambdós.

	PRIMER CONTROL				SEGON CONTROL				TOTAL			
	m	sd	n	p	m	sd	n	p	m	sd	n	p
<b>ABANS</b>	3,40	2,36	9	0,025	5,93	3,18	9	0,000	4,67	3,01	18	0,002
<b>DESPRES</b>	6,31	2,49	9		12,47	9,00	9		9,39	7,15	18	

**Taula 9.** Nivells de cortisol salivar (nmols./l.) en nois abans i després d'una prova d'esforç. Es representen per separat els nivells corresponents a la prova d'esforç del primer control (Octubre de 1986), del segon (Juny de 1987) i la suma d'ambdós. (m = mitjana, sd = desviació estàndard, n = tamany de la mostra i p = significació).



**Figura 8.** Nivells de cortisol salivar en nois, abans i després d'una prova d'esforç. Primer: primer control. Segon: segon control. Total: mitjana d'ambdós controls.



**Figura 9.** Nivells de cortisol salivar en noies, abans i després d'una prova d'esforç. Primer: primer control. Segon: segon control. Total: mitjana d'ambdós controls.

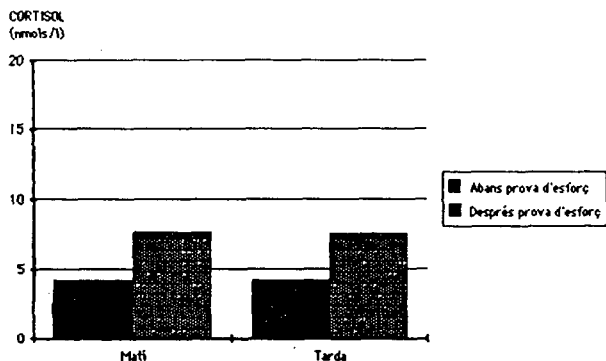
	NOIS				NOIES			
	m	sd	n	p	m	sd	n	p
Abans matí	4,23	1,52	9	0,001	5,17	3,20	10	0,020
Després matí	7,66	2,92	9		11,20	8,56	10	
Abans tarda	4,16	2,03	9	0,048	5,74	3,35	8	0,063
Després tarda	7,58	5,52	9		11,07	8,76	8	

**Taula 10.** Nivells de cortisol en noies i nois abans i després de les proves d'esforç del matí i de la tarda. (m = mitjana, sd = desviació estàndard, n = tamany de la mostra, p = significació).

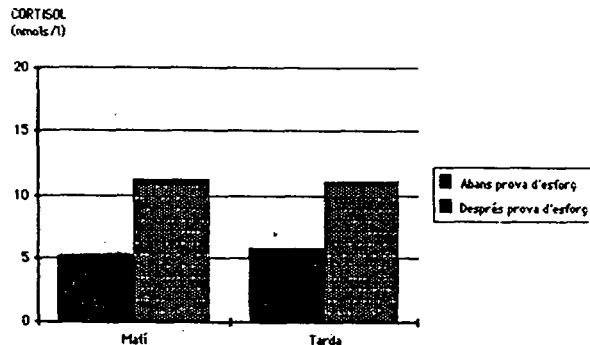
Independentment de que la prova es faci al matí o a la tarda, els valors posteriors a la mateixa són semblants i més alts en les noies (taula 10 i figures 10 i 11). Tant en nois com en noies, s'arriba a un valor màxim que es gairebé idèntic al matí i a la tarda.

Per últim afegir que al comparar els valors del cortisol posteriors a la prova d'esforç amb els ni-

vells d'aquests mateixos nedadors en estat de repòs i mesurats a les mateixes hores, no s'observen diferències significatives abans de la prova d'esforç, ni en nois ( $P = 0,14$ ) ni en noies ( $P = 0,338$ ) (taules 11 i 12 i figures 12 i 13), mentre que després de la prova d'esforç sí que hi ha un increment significatiu ( $P = 0,003$  i  $P = 0,038$ , respectivament) respecte al repòs.



**Figura 10.** Nivells de cortisol abans i després de les proves d'esforç del matí i de la tarda, en el grup de nedadors masculins.



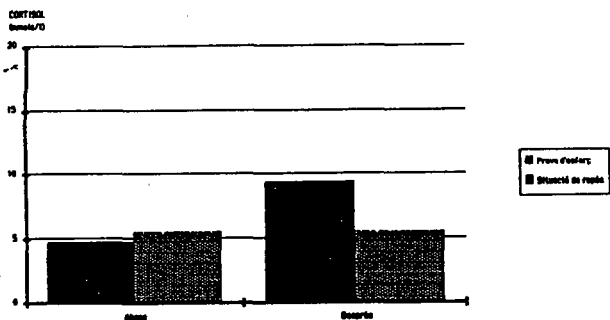
**Figura 11.** Nivells de cortisol abans i després de les proves d'esforç del matí i de la tarda, en el grup de nedadores femenines.

SITUACIÓ DEL NEDADOR EN EL MOMENT DE LA PRESA DE LA MOSTRA	VARIABLES ESTADÍSTIQUES			
	m	sd	n	p
Abans prova d'esforç	4,20	1,74	18	0,143
Repòs	5,37	2,83	18	
Després prova d'esforç	7,64	4,28	18	0,003
Repòs	3,94	1,28	18	

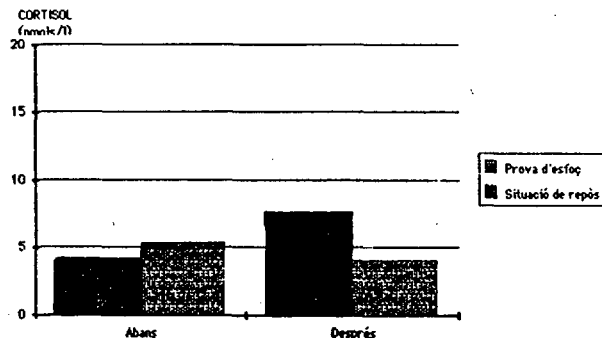
**Taula 11.** Nivells de cortisol dels nois abans i després d'una prova d'esforç respecte als nivells de cortisol d'ells mateixos i a les mateixes hores en situació de repòs.

SITUACIÓ DEL NEDADOR EN EL MOMENT DE LA PRESA DE LA MOSTRA	VARIABLES ESTADÍSTIQUES			
	m	sd	n	p
Abans prova d'esforç	4,67	3,01	18	0,338
Repòs	5,47	3,14	18	
Després prova d'esforç	9,39	7,15	18	0,038
Repòs	5,42	3,08	18	

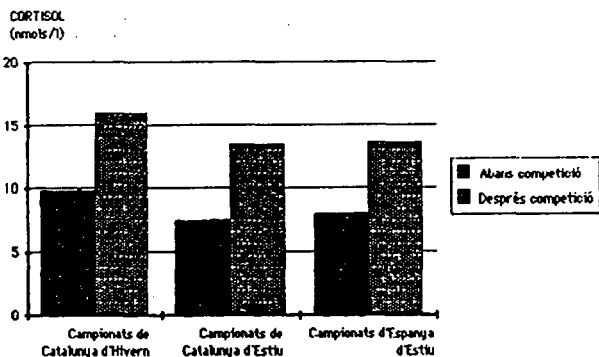
**Taula 12.** Nivells de cortisol en noies abans i després d'una prova d'esforç respecte als nivells de cortisol d'elles mateixes i a les mateixes hores en situació de repòs.



**Figura 12.** Es comparen els nivells de cortisol en noies abans i després d'una prova d'esforç amb els nivells de cortisol que presenten aquestes mateixes noies i a les mateixes hores en situació de repòs.



**Figura 13.** Es comparen els nivells de cortisol en noies abans i després d'una prova d'esforç amb els nivells de cortisol en aquestes mateixes noies i a les mateixes hores en situació de repòs.



**Figura 14.** Nivells de cortisol de tots els nedadors (nois i noies) abans i després de les 3 competicions objectes d'estudi.

#### 4.4. Discussió

Donat que els nivells de cortisol abans de la prova no són superiors als valors de repòs, es pot dir que l'angoixa en front a una prova d'esforç, si existeix, no produeix cap modificació en el cortisol salivar, prova d'això és que no hi ha una diferència significativa entre els nivells basals i els de repòs.

Dels resultats obtinguts es desprèn que no existeixen diferències entre sexes en el cortisol salivar abans de la prova d'esforç. Mentre que després de la prova d'esforç es produeix un increment més gran en les noies que en els nois. Per altra banda,

aquests resultats estarien d'acord amb els publicats per Lehmann et al. (1986), en els que descriu increments de catecolamines superiors en noies que en nois durant una prova d'esforç, especialment d'un bon marcador de l'estrès com és l'adrenalina.

Aquest estudi és el primer que mesura la influència d'una prova d'esforç en esportistes sobre els nivells de cortisol salivar. Recentment s'ha publicat un treball que mesura els nivells de cortisol en saliva, abans i després d'una prova d'esforç realitzada en una bicicleta ergomètrica amb persones no entrenades (O'Connor et al. 1987). En aquest estudi s'han detectat uns augments semblants als descrits en plasma. Aquesta tècnica té l'avantatge que no és invasiva, fet especialment interessant quan es tracta de mesurar marcadors de l'estrès i que permet obtenir un major nombre de mostres. Per altra banda, en saliva únicament es mesura la fracció lliure que és l'única que té activitat (Vining et al. 1983).

### 5. Situació de competició

#### 5.1. Material i mètodes

S'han estudiat 3 competicions de responsabilitat creixent, com són: Campionats de Catalunya d'Hivern (6, 7 i 8 de Març de 1987), Campionats de



SITUACIÓ DEL NEDADOR EN EL MOMENT DE LA PRESA DE LA MOSTRA	VARIABLES ESTADÍSTIQUES			
	m	sd	n	p
Abans competició matí	8,63	4,68	41	0,000
Després competició matí	14,90	7,95	41	
Abans competició tarda	7,96	4,17	19	0,001
Després competició tarda	15,78	8,89	19	

**Taula 13.** Nivells de cortisol en el grup total de nedadors abans i després de les competicions de matí i de la tarda.

Catalunya d'Estiu (16, 17 i 18 de Juliol de 1987) i Campionats d'Espanya d'Estiu (30 i 31 de Juliol i 1 i 2 d'Agost de 1987). Les proves estudiades s'inclouen dintre de les següents disciplines: estil lliure, esquena, braça i estils. I les distàncies oscil·laren entre els 100 i 400 metres.

Les competicions es realitzaren en sessions de matí (10 a 13 hores) i de tarda (17 a 19 hores).

Se'ls va prendre mostres de saliva entre 30 i 40 minuts abans de la competició i 15 minuts després de la mateixa, segons la pauta descrita en l'apartat 2.2.

## 5.2. Resultats

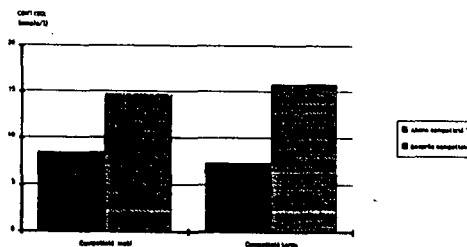
Els nivells de cortisol obtinguts abans i després de les 3 competicions estudiades són iguals, sobretot en les dues competicions de l'estiu (figura 14).

Tant al matí com a la tarda, la competició genera increments en els nivells de cortisol (taula 13 i figura 15).

Les noies presenten uns nivells previs i posteriors a la competició superiors als nois (taula 14 i figures 16 i 17), aproximadament unes dues vegades més. Es de resaltar que els nivells posteriors a la competició són gairebé idèntics al matí que a la tarda.

MOMENT DE LA PRESA DE MOSTRA	VARIABLES ESTADÍSTIQUES						
	m	sd	n	m	sd	n	p
Abans Comp. Matí	6,95	4,35	19	10,08	4,55	22	0,031
Despres Comp. Matí	9,57	5,87	19	19,24	8,64	22	0,000
Abans Comp. Tarda	5,61	2,42	7	9,34	4,44	12	0,058
Despres Comp. Tarda	9,79	7,57	7	19,27	7,87	12	0,020
	<b>NOIS</b>			<b>NOIES</b>			

**Taula 14.** Es representen els nivells de cortisol salivars (nmol/L.) en nois i noies abans i després de les competicions del matí i de la tarda. (m = mitjana, sd = desviació estàndard, n = tamany de la mostra i p = significació).



**Figura 15.** Nivells de cortisol de tots els nedadors (nois i noies) abans i després de les competicions del matí i de la tarda.

Els increments de cortisol a la tarda són superiors que els del matí, donat que els valors previs a la competició són lleugerament inferiors a la tarda que al matí i els valors posteriors són semblants. Aquestes diferències encara són més notables si es compara amb els valors de repòs a les mateixes hores (figures 18 i 19).

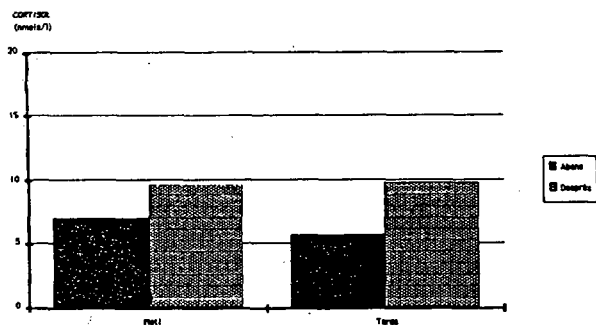
Els nivells de cortisol previs a la competició són més grans en els nois i en el grup nois/noies que han ocupat les 3 primeres posicions, que no pas en els altres (taula 15).

Cal destacar que abans i després d'una competició es troben uns valors de cortisol superiors als de la prova d'esforç (taula 16 i 17).

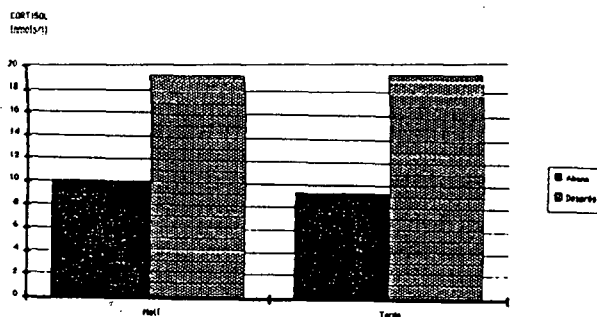
Per últim, indicar que els increments en la prova d'esforç són semblants en nois i noies (3,44 i 4,72 unitats, respectivament), mentre que la competició genera uns increments molt més grans en les noies (9,16 unitats) que en els nois (2,58 unitats). És a dir que, mentre l'esforç físic (prova d'esforç) produeix uns increments semblants, l'associació d'aquesta component amb la component estrès (competició) produeix un increment molt més marcat en les noies.

## 5.3. Discussió

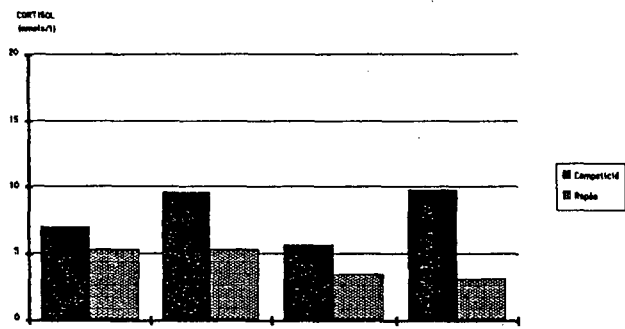
En un treball publicat recentment, Lehmann and



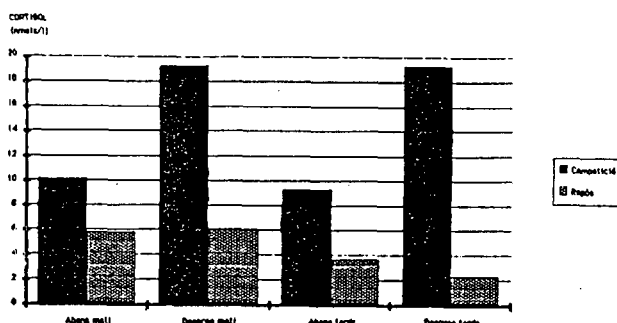
**Figura 16.** Nivells de cortisol salivar en nois abans i després d'una competició real. Matí: competició realitzada al matí. Tarda: competició realitzada a la tarda.



**Figura 17.** Nivells de cortisol salivars en noies abans i després d'una competició real. Matí: competició realitzada al matí. Tarda: competició realitzada a la tarda.



**Figura 18.** Es comparen els nivells de cortisol salivars en nois abans i després d'una competició de matí i de tarda amb els nivells de cortisol d'aquests mateixos nedadors, mesurats a les mateixes hores i en situació de repòs.



**Figura 19.** Es comparen els nivells de cortisol salivar en noies abans i després d'una competició de matí i de tarda amb els nivells de cortisol d'aquestes mateixes nedadores, mesurats a les mateixes hores i en situació de repòs.

SEXE DELS NEDADORS	AMB MEDALLA			SENSE MEDALLA			p
	m	sd	n	m	sd	n	
NOIS	10,45	3,48	8	5,18	2,89	15	0,001
NOIES	10,10	3,78	13	10,06	5,44	12	0,983
TOTS	10,23	3,56	21	7,11	4,74	26	0,017

**Taula 15.** Estudi comparatiu dels nivells de cortisol abans de la competició dels nedadors que han aconseguit medalla respecte als que no n'han aconseguit.

SITUACIÓ DEL NEDADOR EN EL MOMENT DE LA PRESA DE LA MOSTRA	VARIABLES ESTADÍSTIQUES			
	m	sd	n	p
Abans prova d'esforç	4,20	1,74	18	0,020
Abans competició	6,59	3,92	26	
Després prova d'esforç	7,64	4,28	18	0,246
Després competició	9,63	6,21	26	

**Taula 16.** Estudi comparatiu entre els nivells de cortisol en nois abans i després d'una prova d'esforç i d'una competició.

SITUACIÓ DEL NEDADOR EN EL MOMENT DE LA PRESA DE LA MOSTRA	VARIABLES ESTADÍSTIQUES			
	m	sd	n	p
Abans prova d'esforç	4,67	3,01	18	0,000
Abans competició	9,87	4,40	34	
Després prova d'esforç	9,39	7,15	18	0,000
Després competició	19,25	8,26	34	

**Taula 17.** Estudi comparatiu entre els nivells de cortisol en noies abans i després d'una prova d'esforç i d'una competició.

Keul (1986) descriuen uns nivells de catecolamines més alts en noies que en nois. Segons aquests autors això podria ser degut a que les noies tenen

una massa muscular més petita i per tant necessiten fer un esforç més gran. En el nostre cas no està clar que sigui aquesta la causa, donat que també podria ésser degut a un nivell tècnic superior per part de les noies que participen en l'estudi.

Els nivells de cortisol en una competició són conseqüència de la doble component física i psicològica (Sutton and Casey, 1975), per això la prova d'esforç no es capaç de saturar els nivells de cortisol, cosa que sí fa la competició.

El fet que els increments del cortisol després d'una prova d'esforç siguin semblants en noi i noies, respectivament, vol dir que ambdós responen de forma semblant a l'esforç físic. En canvi, després de la competició l'increment que experimen-

ten les noies és molt superior al que experimenten els nois. Aquest fet suggereix que les noies responen més al component estrès que els nois. De fet, Lehmann et al. (1986) ja varen descriure que després d'una prova de tapis rodant, les noies presenten uns nivells de catecolamines dues vegades més grans que els nois.

Segons els resultats que s'han presentat anteriorment, per la tarda hi ha uns increments de cortisol més grans respecte al repòs que al matí, això unit que després de la competició del matí i de la tarda s'arriba a nivells semblants, podria explicar que per la tarda s'aconsegueixin uns resultats més bons que al matí.

S'ha de dir que donat que la competició conjuga les dues components (física i psíquica) de l'estrès i

tenint en compte que la prova d'esforç només pot mesurar la component física, sembla prudent suposar que l'actual prova d'esforç no reproduceix exactament el que succeeix durant la competició.

Per últim afegir, que durant l'entrenament del matí ens trovem en una situació de descens dels nivells de cortisol i tenint en compte que un nedador en competició es troba amb uns nivells de cortisol ascendents, sembla lògic pensar que es podria adequar l'horari d'entrenament a un interval en el qual, o bé pugessin els nivells de cortisol (abans de les 7 del matí), o bé es mantinguessin plans (després de les 10 del matí). Aquest plantejament es fonamenta en una teoria recent segons la qual l'entrenament s'ha d'assemblar el més possible a la competició.

## Bibliografia

---

1. LEHMANN, M.; BERG, AND KEUL, J.: Sex-related differences in free plasma catecholamines in individuals of similar performance ability during graded ergometric exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1986, 55: 54-58.
2. O'CONNOR, P.J. AND CORRIGAN, D.L.: Influence of short-term cycling on salivary cortisol levels. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1987, 19 (3), 224-228.
3. SUTTON, J.R. AND CASEY, J.H.: The Adrenocortical Response to Competitive Athletics in Veteran Athletes. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1975, 40: 135-138.
4. VINING, R.F.; MCGINLEY, R.A. AND SYMONS, R.G.: Hormones in saliva: mode on entry and consequent implications for clinical interpretation. *Clin. Chem.* 1983, 29 (10): 1752-1756.

