

Efectes de la hidratació sobre el cardiovascular drift

Nàtalia Balagué, Ascensión Ibàñez, Antoni Farran i Alex Gordillo

I.N.E.F.C. – Centre de Lleida

Comunicació presentada a les I Jornadas sobre pruebas de esfuerzo y función cardiorespiratoria. Barcelona, maig 1987.

RESUMEN

Es frecuente observar en pruebas de larga duración (p. e. carreras de marathon) una tendencia de la F.C. a alcanzar valores próximos al máximo en la 2ª mitad, de la carrera a pesar de que la I no supera, durante este periodo, el 75% del $\dot{V}O_2$ máx.

El objetivo de nuestro estudio es cuantificar la importancia de la hidratación en la aparición de dicha tendencia.

Para ello se estudiaron un total de 29 sujetos (24 hombres y 5 mujeres). Cada uno de ellos realizó 2 pruebas de 1h. de duración (con un intervalo de 1 semana) a I constante (velocidad de 11,8 Km./h. para los hombres y 7,8 Km./h. para las mujeres) en dos condiciones diferentes (sin hidratar durante la prueba e hidratando). Se registró la F.C. durante las pruebas de forma continua a través de un pulsómetro.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para 22 de los sujetos estudiados, con diferentes grados de significación (entre $P < 0,025$) y $(P < 0,001)$ al comparar sus resultados bajo las 2 condiciones experimentales. Asimismo, para cada una de las distancias recorridas, se encontraron valores de t estadísticamente significativas ($P < 0,001$), excepto para la distancia de 4.000 m. donde el grado de significación fue de $(P < 0,005)$.

Se concluyó que para este tipo de pruebas la hidratación es un factor decisivo en la reducción de los efectos del cardiovascular drift.

Each ran 2 races of 1 hour duration (with an interval of 1 week) at constant I (average speed for males was 11.8 km/hr., females 7.8 km/hr) under two different conditions (with and without hydrating during the run). The C.D. was registered during the runs in a continuous way, using a pulsometer.

Statistically significant differences were found in 22 of the people studied, with differing degrees (between $P < 0.025$), and $(P < 0.001)$ on comparing their results under the 2 experimental conditions. Also for each of the distances run, statistically significant t values were found ($P < 0.001$), except for the distance of 4,000 m, where the degree of significance was $(P < 0.005)$.

It was concluded that for these types of races, hydration is a decisive factor in the reduction of cardiovascular drift effects.

RESUM

Sovint s'observa en proves de llarga durada (p.e. curses de maratón) una tendència de la FC a assolir valors pròxims al màxim a la segona meitat de la cursa, malgrat que la primera no ultrapassa, en aquest període, el 75% del $\dot{V}O_2$ màxim.

L'objectiu del nostre estudi és quantificar la importància de la hidratació en aparèixer l'esmentada tendència.

Amb aquest propòsit foren estudiats 29 individus (24 homes i 5 dones). Cadascun d'ells va fer dues proves d'una hora de durada (amb un interval d'una setmana) a I constant (velocitat d'11.8 km/h els homes i 7.8 km/h les dones) en dues condicions diferents: sense hidratar durant la prova i hidratant-los. La FC fou enregistrada de forma continua durant les proves a través d'un pulsòmetre.

Es varen trobar diferències estadísticament significatives en 22 dels individus examinats, amb distints graus de significació (entre $P < 0.025$ i $P < 0.001$) en comparar els resultats sota les condicions experimentals. També es varen trobar, per cada una de les distàncies recorregudes, valors de t estadísticament significatius ($P < 0.001$) llevat en la distància de 4.000 m en què el grau de significació fou de $(P < 0.005)$.

Es va arribar a la conclusió que pel que fa a aquest tipus de proves, la hidratació és un factor decisiu en la reducció dels seus efectes en la circulació cardío-vascular.

SUMMARY

In long distance races, (such as the marathon) a tendency for C.D. is frequently observed on reaching values close to the maximum during the 2nd. half of the race, in spite of the fact that I does not exceed 75% of $\dot{V}O_2$ max. during this period.

The objective of our survey is to quantify the importance of hydration in the appearance of this tendency.

A total of 29 people were studied (24 male and 5 female).

Introducció

La marathó, la prova atlètica més llarga de l'actual calendari olímpic es caracteritza perquè les velocitats de cursa es mantenen pràcticament constants durant tot el recorregut. Malgrat aquest fet i la constatació de que les velocitats de cursa es situen al voltant del 75% $\dot{V}O_2$ màx., és molt freqüent observar que els valors de freqüència cardíaca, especialment durant la 2^a meitat de la prova, són propers al màxim.⁶

En aquest fenomen, caracteritzat per l'increment dels valors de F.C. malgrat el manteniment de les intensitats de treball durant l'exercici de llarga duració, se l'ha vingut a denominar, per part d'alguns autors, cardiovascular drift.⁵

Diferents causes s'han apuntat com a responsables de l'aparició d'aquest fenomen.⁸ Entre elles podem citar:

- L'increment de la temperatura corporal durant l'exercici, especialment quan les condicions ambientals són desfavorables (s'ha calculat que la F.C. augmenta 7 bat./min per cada 1° C que s'incrementa la t corporal).
- La reducció de les resistències vasculars sistèmiques per l'augment de fluxe cap a la pell, el que comporta una estimulació dels barorreceptors perifèrics amb el consegüent increment de la F.C.
- La disminució de l'eficàcia energètica o l'economia de moviment amb la duració del exercici.
- L'augment d'utilització d'àcids grassos com a font energètica que s'acompanyaria també, com en el cas anterior, d'un major $\dot{V}O_2$.
- La disminució de la contractilitat miocàrdica en el treball de llarga duració.¹¹
- La reducció de la volèmia ocasionada per dos tipus d'esdeveniments: el trasvassament de plasma cap el múscul en activitat y la sudoració.

Centrant-nos en aquesta última causa, si tenim en compte que el cabal cardíac tendeix a mantenir bastant els seus valors en el treball submàxim de

llarga durada,^{6,9} el descens de la volèmia afectaria al volum sistòlic determinant un augment de la F.C. (fig. 1).

Donat que algunes de les causes citades presenten una certa relació entre elles i que totes poden afectar d'alguna manera el fenomen descrit, l'objectiu del nostre treball es centra en la valoració de la importància de la deshidratació en l'aparició d'aquest fenomen.

Material i mètode

Participaren en l'estudi un total de 29 nois i noies de 1^{er} curs de l'INEF, les edats, pes i talla dels quals queden reflectides en la taula 1. En funció del requisits del protocol experimental se'ls va dividir en 3 grups (grup 1: format per 10 nois, grup 2: format per 14 nois i grup 3: format pel grup de noies, n=5). Cap d'ells seguia un entrenament programat però tots presentaven una bona condició física, ja que l'estudi es realitzarà durant el 1^{er} trimestre que seguia a les proves d'entrada a l'INEF.

	EDAT	PES (Kg)	TALLA (m)
DONES n=5	19.8 ± 1.3	53.4 ± 5.9	1.62 ± 0.07
HOMES n=24	20.5 ± 1.9	69.5 ± 4.7	1.77 ± 0.05

Taula 1

Valors de les mitjanes i desviacions estàndard dels paràmetres edat, pes i talla en els grups estudiats.

Cadascun dels participants varen realitzar dues proves que consistien en córrer durant 1 h. mantenint la mateixa velocitat (els nois corrien a 11, 8 Km/h i les noies a 7,8 Km/h). Per garantir la regularitat de la velocitat de cursa els controladors informaven al subjectes cada 200 m. sobre el temps de pas.

Els tests es varen desenvolupar en un pavelló cobert de 27 m x 90 m. Un d'ells es va fer hidratant (H) i l'altre sense hidratar (NH). L'interval de temps entre les dues proves va ésser de 1 setmana. La hidratació va fer-se segons l'esquema següent:

- El grup 1 va beure 750 ml. d'aigua en total durant la prova (125 ml. cada 10').
- El grup 2 va beure 500 ml. d'aigua, 30' abans de començar y 750 ml durant la prova. (125 ml cada 10').
- El grup 3 va hidratar de la mateixa forma que el grup 2.

La temperatura de l'aigua subministrada va ésser de 10° C.

La taula 2 presenta un resum dels grups i dels tests realitzats.

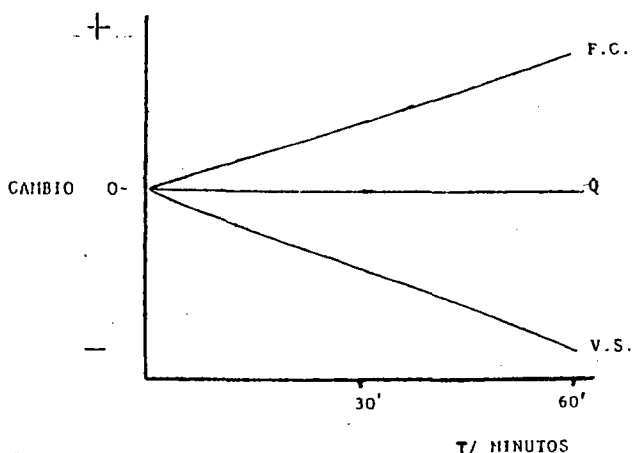
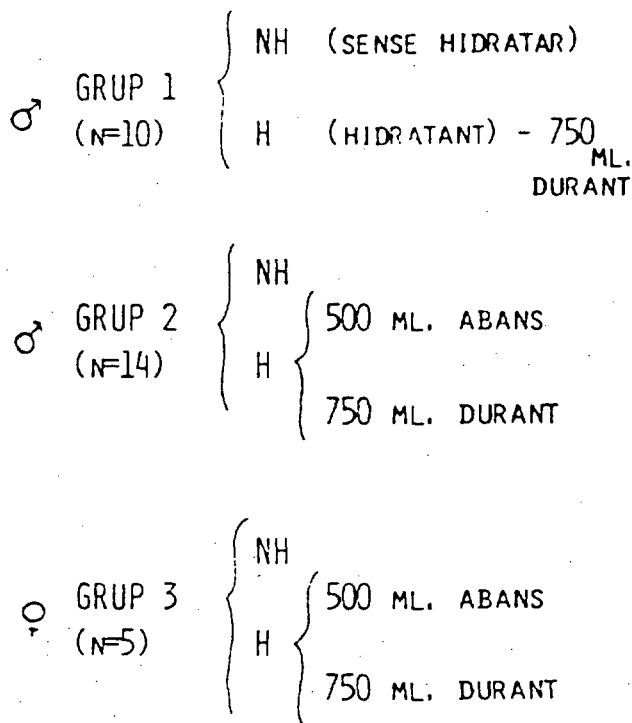


Fig.1

Increment de la F.C., possiblement secundària a la reducció del V.S., en l'exercici de llarga duració i intensitat constant.

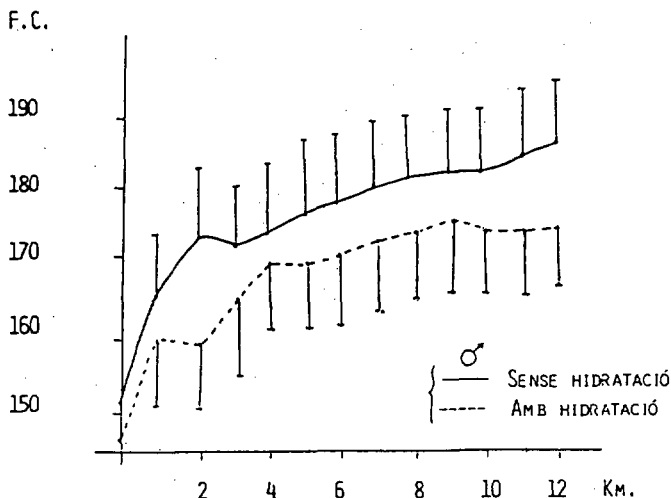


Taula 2
Esquema dels grups i les formes d'hidratació utilitzades en els tests.

La variació de la temperatura del pavelló entre les 2 proves no va ésser per a cap subjecte superior a 3° C i va oscil·lar al llarg de l'estudi entre 14° C i 23° C. La variació de la humitat relativa va ésser d'un 10% com a màxim per cada subjecte i va oscil·lar entre el 55% i el 79%, al llarg del període.

Els subjectes varen córrer en els dos casos amb la mateixa vestimenta que consistia en xàndal sençer i varen pesar-se nus abans i després de cada prova.

Es respectaren tots els requisits previs per a la realització de proves d'esforç⁵ i es reproduïren, a



Gràfica 1
Mitjana i desviació estàndard dels valors de F.C. obtinguts pel grup d'homes cada 1000 m. recorreguts.

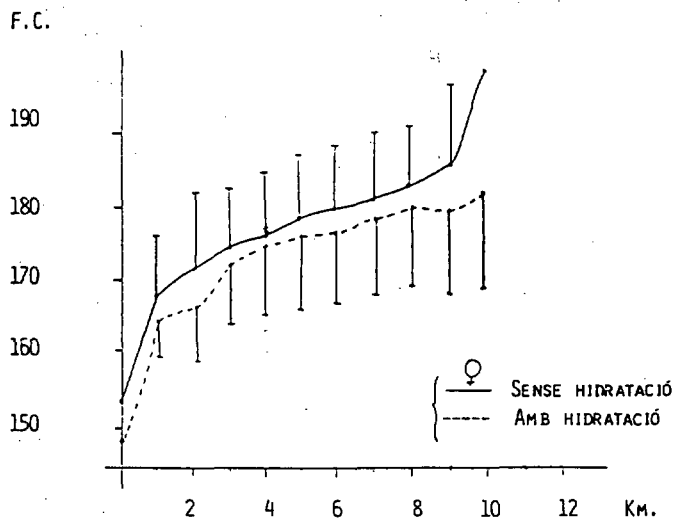
part de les diferències indicades anteriorment, les mateixes condicions experimentals en els 2 test.

Durant els test s'els hi registrà la F.C. a tots els subjectes a través d'un pulsòmetre SEIKO.

Resultats

La gràfica 1 presenta l'evolució de la F.C. al llarg de les proves sense i amb hidratació pels dos grups d'homes conjuntament. Tal com s'observa, les F.C. assolides varen ésser en tot moment superiors quan els individus no hidrataraven. Aquestes diferències es detecten fins i tot al començament, ja que s'inclouen els valors obtinguts pel grup 2 que va hidratar abans de la prova. Les F.C. de l'inici no corresponen a les de repòs, sinó a les obtingudes després dels 200 m primers. Al marge de les fluctuacions dels valors de F.C., pròpies d'aquest paràmetre al començament de l'exercici, s'observa també una tendència major a l'estabilització d'aquests valors durant la prova amb hidratació mentre que en la prova sense hidratació les F.C. augmenten de forma constant al llarg de la mateixa.

Els resultats obtinguts pel grup de dones es presenten en la gràfica 2. Es remarcable en aquest cas la tendència a l'increment contant dels valors de F.C. tant en una prova (NH) com en l'altra (H) i els superiors valors assolits en el dos casos si els comparen amb els dels homes.



Gràfica 2
Mitjana i desviació estàndard dels valors de F.C. obtinguts pel grup de dones cada 1000 m. recorreguts.

Com indica la taula 3, en 22 del 29 subjectes estudiats es varen observar (comparant a través de la t de Student per dades aparellades) diferències estadísticament significatives, molt remarcables en alguns casos ($P < 0,001$), dels valors de F.C. obtinguts pels diferents grups en les 2 proves, determinats pels valors inferiors assolits quan l'exercici es realitzà hidratant. Els subjectes de cada grup s'han ordenat en funció del seu valor de t.

SUB	GRUP 1 ♂ (750 ML.)	GRUP 2 ♂ (750 ML.+500 ML.)	GRUP 3 ♀ (750 ML.+500 ML.)
1	-1,49	-1,82	-2,99
2	3,23*	1,11	0,35
3	3,40*	2,11	1,37
4	3,67**	2,80*	5,53***
5	4,15**	3,94**	10,79***
6	4,65***	4,63***	
7	5,18***	4,73***	
8	5,83***	5,28***	
9	6,31***	5,57***	
10	8,29***	6,98***	
11		7,69***	
12		10,13***	
13		11,04***	
14		11,34***	

Taula 3

Resultats de la prova T al comparar les F.C. assolides pels diferents grups de subjectes en les proves sense i amb hidratació.

*($p < 0,025$) i ($p < 0,01$)

**($p < 0,005$)

***($p < 0,001$)

Si comparem també a través de la t de Student per dades aparellades les F.C. de tots els participants obtingudes cada 1.000 m en les 2 proves (taula 4) observem que presenten diferències estadísticament significatives en totes les distàncies i que el valor de la t va éssent superior a mesura que la prova progressa, el que fa palès que la tendència de l'increment progressiu de la F.C. en aquest tipus d'exercici es manifesta especialment en la prova realitzada sense hidratar. El nombre de subjectes (N) es redueix a mesura que augmenten les distàncies, ja que les noies, al córrer a menor velocitat, cobrien menor nombre de mètres, i a que 4 d'elles i 5 nois no varen poder finalitzar la prova sense hidratació.

Els resultat de les pèrdues de pes de cada subjecte en cadascuna de les proves es presenten en la taula 5. Com pot observar-se, en pràcticament tots els subjectes aquestes pèrdues varen ésser superiors en les proves realitzades sense hidratar. Com indiquen les gràfiques 3 i 4 no varen obtenir cap tipus de correlació entre les pèrdues de pes expressades en Kg. i la taquicardització dels subjectes durant la prova (mesurada a través de la

METRES	N	PROVA T
0	29	2.00
1000	29	3,75**
2000	29	4,21**
3000	29	3,85**
4000	29	3,09*
5000	29	5,16**
6000	28	5,47**
7000	28	5,41**
8000	28	5,00**
9000	25	5,66**
10000	20	5,72**
11000	18	7,40**
12000	17	8,14**

Taula 4

Valors de la T de Student al comparar les F.C. obtingudes amb i sense hidratació per tots els individus cada 1.000 m
 **($p < 0,001$) *($p < 0,005$).

SUBJ.	GRUP 1 (750 ML)		GRUP 2 (750 ML+500ML)		GRUP 3 (750ML+500ML)	
	NH	H	NH	H	NH	H
1	1.2	0.7	0.4	1	0.3	0.4
2	1.4	1.1	2	0.8	0.4	0.4
3	1.4	1	1.8	0.3	0.5	0.1
4	1.2	1	1	0.4	0.5	0.1
5	0.8	+0.1	1.3	1	0.6	0.4
6	1.2	0.2	0.8	0.6		
7	1.4	1	2.8	1		
8	1.4	0.4	1.3	0.8		
9	1	0.6	1.9	0.8		
10	1.5	0.6	1.4	0.7		
11			1.4	0.5		
12			1.1	0.6		
13			1.2	0.6		
14			1.2	0.8		

Taula 5

Comparació de les pèrdues de pes expressades en Kg. en els tres grups de subjectes durant les proves sense (NH) i amb (H) hidratació.

diferència entre la F.C. al finalitzar i la F.C. als primers 1.000 m). Es va prendre aquest últim valor i no el de repòs per tal d'obviar les fluctuacions de la F.C. al començament de l'exercici.

Discussió

Com indiquen els resultats presentats; la deshidratació, afectant a la volèmia, pot explicar amb bona part l'aparició del fenomen del cardiovascular drift. Així mateix, és conegut que la deshidratació altera els mecanismes de termoregulació, podent també d'aquesta manera, afectar la resposta cardiovascular durant l'exercici.

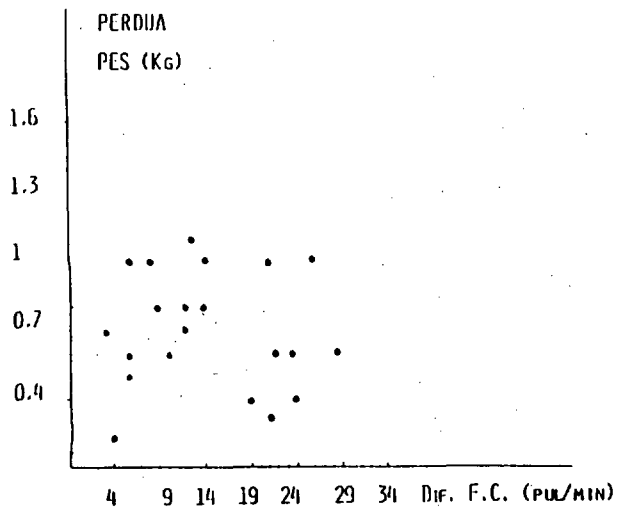
Wanner¹² en un estudi similar, en què l'exercici consistia en pedalejar sobre un cicloergòmetre amb una càrrega constant durant 45'-60', va trobar que els valors de F.C. eren 6-8 bat./min. inferiors quan es subministrava líquid als individus. Al mateix temps, demostrà com la deshidratació afectà al rendiment físic dels subjectes. Alguns autors par-

len de que pèrdues de líquid d'un 1%-2% del pes corporal ja alteren aquest rendiment.⁷

Apart de les millores objectivades a partir de la reducció dels valors de F.C. en la prova realitzada hidratant, tots els participants en el nostre estudi, excepte dues noies que van assenyalar molèsties gàstriques, afirmaven sentir-se millor durant la prova amb hidratació. Indubtablement, com asseguren d'altres autors¹² es beneficien més de la ingestió de líquid durant l'exercici aquells subjectes habituats a hidratar-se durant els entrenaments i competicions.

No vàrem trobar cap tipus de diferència entre les dues formes d'hidratar aplicades. La segona forma d'hidratació es va pensar per compensar millor les pèrdues d'aigua durant el test, vist que la ingesta de 750 ml. seria insuficient per compensar les pèrdues de pes trobades.

La temperatura de l'aigua subministrada, apart del volum ingerit, creiem que juga un paper important en la termoregulació i pot explicar també parcialment els resultats obtinguts.



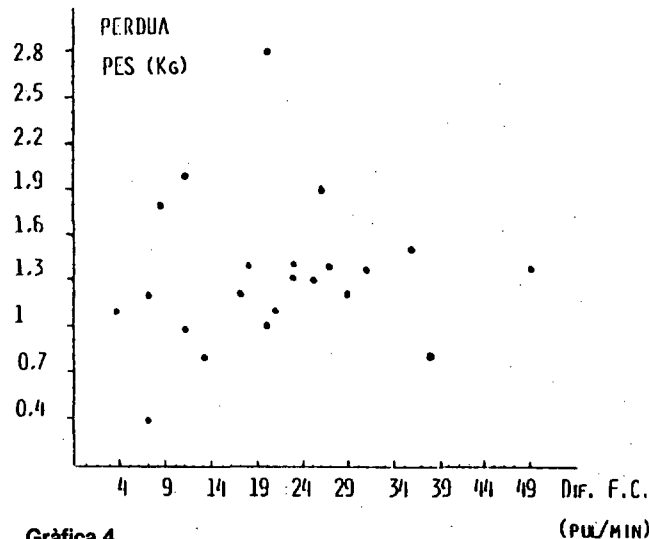
Gràfica 3

Relació entre la pèrdua de pes (Kg) i la taquicardització dels subjectes (FC al finalitzar - FC als primers 1000 m) durant la prova sense hidratació.

Creiem interessant, en posteriors treballs, augmentar el nombre de subjectes de sexe femení estudiats per tal de poder verificar si la seva resposta difereix realment de la del sexe masculí. Els resultats obtinguts en el present estudi del grup de dones, tant pel que fa referència als valors superiors de F.C. respecte als homes com sobretot per la tendència a l'increment constant d'aquests valors amb la duració de l'exercici, poden explicar-se per la menor condició física d'aquestes. Es coneix que aquesta és una tendència més habitual en els no entrenats i quan s'apliquen intensitats de treball elevades.

Les velocitats de cursa aplicades en el present treball s'escolliren en funció dels resultats d'un estudi preliminar que ens indicà que podien ésser mantingudes durant 1 h, per la majoria d'individus de condició física similar. Es possible no obstant que aquestes velocitats s'apropessin molt de l'intensitat màxima que els subjectes podien mantenir durant 60', el qual explica la àmplia taquicardització observada en els 2 grups i especialment en el de les noies.

La no existència de relació entre les pèrdues de pes i la taquicardització dels subjectes durant la



Gràfica 4

Relació entre la pèrdua de pes (Kg) i la taquicardització dels subjectes (FC al finalitzar - FC als primers 1000 m) durant la prova amb hidratació.

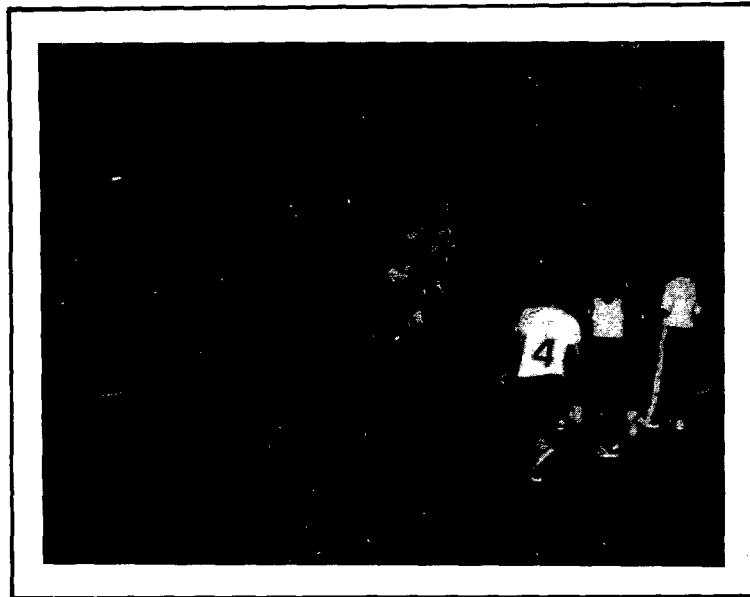
prova ens fa pensar en que hi ha una varietat de factors, sense oblidar aquells de tipus individual, que afecten la resposta cardiovascular a l'exercici, i en concret, el comportament de la F.C., no fent recomanable l'ús indiscriminat d'aquesta en el control de l'entrenament i de l'esportista i deixant un camp obert per a la investigació.

Conclusions

- Els valors de F.C. durant la prova que va fer-se hidratant varen ésser inferiors als de la prova realitzada sense hidratació.
- La tendència a l'increment progressiu dels valors de F.C. amb la duració de l'exercici es manifestà especialment quan els individus no s'hidrataven.
- No es varen trobar diferències entre les dues formes d'hidratació aplicades (750 ml. durant i 500 ml. abans + 750 ml. durant).
- No es va trobar relació entre les pèrdues de pes i la taquicardització dels subjectes durant la prova.

Bibliografia

1. COSTILL, D.L.; FINK, W.J. Plasma volume changes following exercise and thermal dehydration. *J. Appl. Physiol.*, Vol.37: 512-525, 1974.
2. COSTILL, D.L. Boisson et performance. Pourquoi et que boire au cours de l'exercice prolongé? *Facteurs limitant l'endurance humaine*. Colloque de St. Etienne, juillet 1979, U.E.R. Médecine St. Etienne, 1980.
3. DEBRINAY, A. Pertes hydriques et apport liquide en football. *L'entraîneur français*. n° 178, 1981.
4. FLANDROIS, R. Conséquences de l'exercice de longue durée sur l'hydratation de l'organisme: réactions hormonales. *Facteurs limitant l'endurance humaine*. Colloque de St. Etienne, juillet 1979. U.E.R. Médecine St. Etienne, 1980.
5. FOX, E.L., and MATHEWS, D.K. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics* (3^a Ed.) Saunders College Pub. Philadelphia, 1981.
6. FOX, E.L.; COSTILL, D.L. Estimated cardiorespiratory responses during marathon running. *Arch. Environ. Health*, Vol. 24: 316-324, 1972.
7. GISOLFI, C.V.; COPPING, J.R. Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. *Med. Sci. Sports*, Vol. 6: 108, 1974.
8. HARTLEY H.L. Central circulatory function during prolonged exercise. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 301: 189-194, 1977.
9. JOHNSON, J.M. Regulation of skin circulation during prolonged exercise. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 301: 195-209, 1977.
10. NIELSEN B. et al. Physical work capacity after dehydration and hypertemia. *Scand.J.Sports Sci.*, Vol. 3: 2-10, 1981.
11. TIBBITS, G.F. Regulation of myocardial contractility in exhaustive exercise. *Med. Sci. Sports*. Vol. 17, n° 5: 529-537, 1985.
12. WANNER, H.U. Physical performance as a function of liquid intake. In: KOMI, P. (ED.) *Exercise and Sport Biology*. Human kinetics Pub. Champaign, 1982.



El stress de la madre actúa sobre el niño antes de nacer. Los niños son el reflejo o espejo de los conflictos familiares y se puede manifestar de diversas maneras: Hiperquinesia, rebeldía, apatía, depresión, somatización, vómitos, diarrea, dolores abdominales. La neurosis del niño conducirá a la neurosis del adulto. La prevención mediante el entrenamiento mental desde la infancia es importante. Debe practicarse regularmente y con constancia para obtener los mejores resultados. (M.C. Mercado, de su libro "Esquemas de salud", ¡Podemos vivir mejor!)