

Anàlisi de la freqüència cardíaca i concentració de lactat a la sang en nadadors velocistes de crol, quan realitzen natació normal i natació resistida amb paracaigudes

DR. FERNANDO LLOP GARCÍA*

DR. RAÚL ARELLANO COLOMINA**

DRA. CRISTINA GONZÁLEZ MILLÁN*

DR. FERNANDO NAVARRO VALDIVIELSO*

LIC. ANA MARTÍN MORELL*

*Professors de la Facultat de Ciències de l'Esport de la Universitat de Castella La Manxa

**Professor de la Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport de la Universitat de Granada

CORRESPONDÈNCIA:

Fernando Llop García. Facultat de Ciències de l'Esport de la Universitat de Castella La Manxa. Campus Tecnològic "Antigua Fàbrica de Armas".

Avgda. Carlos III s/n 45071-Toledo.

Telèfon 925-268844. Fax: 925-268846

E-mail: fllop@dep-to.uclm.es

Àrea temàtica: Rendiment esportiu

RESUM: L'aparició del paracaigudes com a nou material que facilita l'entrenament amb natació resistida fa necessari que els entrenadors coneixin les modificacions que la seva utilització produeix en les variables fisiològiques. L'estudi es va realitzar amb una mostra de 16 nedadors de nivell nacional i internacional, d'edats compreses entre els 19 i els 24 anys i es va basar en quatre proves que consistien en nedar a crol durant 10 i 45 segons a màxima intensitat, utilitzant la natació normal (NN) i la natació resistida amb paracaigudes (NRAP). En aquests proves en van analitzar les variables de freqüència cardíaca (Fc) i de concentració de lactat en sang (Lac).

Es va aplicar un disseny intragrup i l'estudi de les dades es va realitzar mitjançant un anàlisi de variància per a mesures repetides. En els resultats obtinguts en la Fc es pot observar com aquesta és significativament superior ($p < 0.001$) en les proves de 45 segons respecte a les de 10 segons. La Fc mostra valors similars respecte al tipus de natació, no trobant-se diferències significatives entre les proves de NN i NRAP. La Lac és més baixa en la NN que en la NRAP, tot i que aquestes dades mostren significacions diferents en funció del temps de la prova. Entre les proves de 10 segons, la diferència és significativament superior ($p < 0,05$) en 0,838 mmol/l ($p = 0,030$) en la prova de NRAP, mentre que entre les proves de 45 segons, la diferència és major en les proves de NN en 0,839 mmol/l ($p = 0,111$). Comparant la (Lac) en funció del temps de natació, es pot observar que aquesta és significativament superior ($p < 0,001$) en les proves de 45 segons respecte a les de 10 segons.

Analitzant els resultats, es pot afirmar que la natació resistida amb paracaigudes produeix alguns canvis en les variables fisiològiques que han de ser analitzades pels entrenadors per comprovar si aquest tipus d'entrenament és adient per als seus nedadors.

PARAULES CLAU: Natació, natació resistida, paracaigudes, crol, freqüència cardíaca i concentració de lactat en sang.

SUMMARY. The use of the parachute as a material that facilitates the coaching of hampered swimming requires its coaches to acknowledge the modification that its use can provoke in the physiologic variables. This study was carried out with a sample of 16 swimmers at national and international level, between the ages of 19 and 24. 4 trials were done, which consisted of swimming crawl in maximum effort during 10 and 45 seconds, in normal swimming (NS) and in hampered swimming with parachute (HSWP). Variables of cardiac frequency (Cf) and blood lactate concentration (Lac) were analyzed.

An intragroup design was applied, and the data analysis was carried out through a variation analysis for repeated measures. The results obtained from the Cf show that Cf is significantly superior ($p < 0.001$) in 45 second trial than in 10 second trials. Cf shows similar values regarding the kind of swimming, since there are no significant differences between NS and HSWP trials. Lac is lower in NS than in HSWP, however this data varies according to the duration of the trial. While in the 10 second trials the difference is significantly superior ($p < 0,05$) in 0,838 mmol/l ($p = 0,030$) in the HSWP trial, in the 45 second trials the difference is bigger in NS trials in 0,839 mmol/l ($p = 0,111$). Comparing the Lac according to the swimming time, we observe that Lac is significantly superior ($p < 0,001$) in the 45 second trials than in the 10 second trials.

These results analyzed, we can affirm that the hampered swimming with parachute provokes some modifications in the physiologic variables. This requires the coaches to analyze them and consider whether this coaching method is adequate for his/her swimmers.

KEY WORDS: Swimming, hampered swimming, parachute, crawl, cardiac frequency and blood lactate concentration.

INTRODUCCIO

L'afany de superació, l'alta exigència i complexitat de la competició fan que els entrenadors cerquin nous mètodes per aconseguir que els seus nedadors assoleixin el màxim nivell. L'entrenament mitjançant la natació resistida ha estat un dels més utilitzats per aconseguir aquest objectiu. L'aparició del paracaigudes com un nou material ha facilitat la natació i ha permès que es reguli de manera més senzilla la resistència que ha d'arrossegar el nedador, per això alguns entrenadors han començat a utilitzar-lo en els seus entrenaments. Alguns autors han qüestionat l'entrenament de natació resistida, indicant que no produeix millores ni en la velocitat de natació^(1,2,3) ni en la concentració de lactat en sang,⁽⁴⁾ també s'ha observat que aquest tipus de treball pot alterar la tècnica del nedadors.^(5,6) Tanmateix, altres autors consideren que la natació resistida és un mètode interessant degut a les millores fisiològiques que produeix en el nedador.^(7,8,9) L'objectiu d'aquest estudi és aportar dades que indiquin si l'entrenament resistit amb paracaigudes produeix variacions importants sobre les variables fisiològiques de freqüència cardíaca i de concentració de lactat en sang que facin interessant aquest tipus de treball des d'una perspectiva fisiològica respecte a la natació normal i així justificar la utilització d'aquest mètode d'entrenament.

Per realitzar aquest treball, es van analitzar les variables de freqüència cardíaca i concentració de lactat en sang en quatre proves que consisteixen en nedar a crol durant 10 i 45 segons a màxima intensitat, utilitzant la natació normal i la natació resistida amb paracaigudes.

METODE

Mostra

La mostra seleccionada per a l'estudi estava formada per 16 nedadors d'edats compreses entre els 19 i el 24 anys ($20,69 \pm 1,74$ anys), una talla de $1,84 \pm 0,07$ cm, un pes de $74,90 \pm 7,05$ kg i una envergadura de $1,91 \pm 0,08$ cm. Els nedadors eren especialistes en proves de 50 metres lliures ($24,73 \pm 1,20$ seg) i 100 metres lliures ($54,16 \pm 2,43$ seg).

INSTRUMENTS I MATERIAL

La concentració de lactat en sang va ser mesurada per l'analitzador de lactat model YSI Incorporated 1500 Sport de Yellow Springs Instrument Co., segons el mètode electro-enzimàtic amb membrana. Per a l'anàlisi de freqüència cardíaca es va utilitzar un monitor de ritme cardíac Polar Vantage NV-TM, un transmissor Polar T-31, un Interface Polar Ad-

vantage - TM i un Software Polar Precision Performance. Al voral de la piscina, a les sureres i en el fons de la piscina es van col·locar cons i piques, com a referències per tal de facilitar l'obtenció de dades. En la natació resistida es va utilitzar un paracaigudes model 01904 de la casa INNOSPORT amb una obertura de 15 cm.

Disseny

El disseny utilitzat per al tractament de les dades va ser un disseny intragrup de mesures repetides. Al grup de nedadors se'ls hi va aplicar una equiponderació parcial.⁽¹⁰⁾ L'anàlisi estadística es va realitzar mitjançant una anàlisi de variància per a mesures repetides i unes proves de contrast entre els diferents nivells.

Procediment

La sortida a totes les proves es va realitzar des de l'aigua. El nedador lliurement iniciava la natació a intensitat baixa durant 5 metres, fins que el seu cap creuava la referència de la sortida real. En aquell moment, el nedador començava a nedar a màxima intensitat fins que transcorria el temps determinat per a cadascuna de les proves.

Quan el nedador ja estava preparat, un minut abans de començar la prova, es va posar en marxa el receptor de freqüència cardíaca Polar que enregistrarà la freqüència cardíaca del nedador cada 5 segons. El receptor es va col·locar al cap del nedador en la zona de l'os temporal i en el costat contrari pel qual el nedador realitzava les respiracions per tal d'afavorir la comunicació entre transmissor i receptor. La subjecció del receptor es va fer mitjançant un casquet de silicona.

Transcorregut el temps de natació de 10 o 45 segons, depenent de la prova, es feia sonar amb força un xiulet per tal que el nedador immediatament deixés de nedar i s'apropés al voral de la piscina. Allí, se li introduïa un senyal en el receptor de freqüència cardíaca per enregistrar el final de la prova de natació. Els pulsòmetres continuaven emmagatzemant les dades de la freqüència cardíaca, fins a la finalització dels mesuraments de lactat en sang. De totes les dades enregistrades, es va anotar la freqüència cardíaca més alta de cada nedador en cadascuna les proves.

Finalitzat l'escalfament es va procedir a l'extracció d'una mostra de sang del dit per enregistrar la concentració de lactat abans de començar la prova. Al finalitzar la prova, el nedador sortia de l'aigua i s'asseia en una cadira. Dintre del primer minut se li va eixugar el dit amb un tovalló de paper i amb una llanceta autoclip se li va practicar una punció a la primera falange. Amb un capil·lar de 25 microlitres es va re-

collir la mostra de sang que, més tard, va permetre determinar la concentració de lactat en sang. Aquesta punció es va repetir als 3, 5, 7 i 9 minuts fins trobar el punt de màxima concentració de lactat en sang. De totes les dades enregistrades, es va anotar la concentració de lactat en sang més alta de cada nedador en cadascuna de les proves.

RESULTATS

El resultat demostren mitjançant una anàlisi de variància per a mesures repetides les diferències entre els factors temps de natació (10 i 45 segons) i tipus de natació (normal i natació resistida amb paracaigudes) en les variables de freqüència cardíaca i concentració de lactat en sang (Taula II i IV). A continuació, es mostren els resultats de cadascuna de les variables amb l'estadística descriptiva (Taula I) i l'anàlisi de variància per a mesures repetides amb els contrastos més interessants entre les diferents proves (Taula III i V).

Freqüència cardíaca

En l'anàlisi de la variància de mesures repetides intra-subjecte (Taula II), pot observar-se com en el factor temps de natació apareixen diferències significatives ($p < 0,001$), mentre que en el factor tipus de nedades, no s'aprecien diferències significatives ($p = 0,315$). Entre els dos factors es mostren diferències significatives ($p = 0,049$). En la prova intra-subjecte es van trobar diferències significatives ($p < 0,001$) en la freqüència cardíaca entre el temps de natació i el tipus de natació.

Quan s'estudien els contrastos entre els diferents nivells de la freqüència cardíaca (Taula III) es pot apreciar que la interacció és significativa ($p < 0,001$) entre les proves de 10 segons i de 45 segons, tant en la natació normal com en la natació resistida amb paracaigudes, no existint diferències significatives quan es realitzen en els mateixos temps de natació. La freqüència cardíaca és significativament superior en les proves de

Taula I Estadística descriptiva de les variables de freqüència de cycle, longitud de cycle i velocitat mitja en la natació normal i en la natació resistida amb paracaigudes en 10 i 45 segons.

Variables	Estadístiques				
	N	Mínim	Màxim	Mitjana	Desv. Típ.
Freqüència cardíaca SENSE paracaigudes en 10 seg (bat/min)	16	134,00	162,00	149,88	8,4291
Freqüència cardíaca AMB paracaigudes en 10 seg (bat/min)	16	143,00	171,00	153,88	8,4922
Freqüència cardíaca SENSE paracaigudes en 45 seg (bat/min)	16	157,00	180,00	167,63	6,9270
Freqüència cardíaca AMB paracaigudes en 45 seg (bat/min)	16	147,00	184,00	166,88	9,6532
Concentració de lactat SENSE paracaigudes en 10 seg (mmol/l)	16	3,32	8,01	4,7694	1,1015
Concentració de lactat AMB paracaigudes en 10 seg (mmol/l)	16	3,60	8,83	5,6075	1,3117
Concentració de lactat SENSE paracaigudes en 45 seg (mmol/l)	16	7,08	16,38	10,573	2,0191
Concentració de lactat AMB paracaigudes en 45 seg (mmol/l)	16	6,74	15,85	9,7344	2,2333

Taula II Proves de contrastos intra-subjectes en la variable freqüència cardíaca entre els factors temps de natació (10 i 45 segons) i tipus de natació (natació normal i natació resistida amb paracaigudes).

Freqüència cardíaca (bat/min)	Suma de quadrats	Gl	Mitjana quadràtica	F	Sig.
Temps de natació	3782,250	1	3782,250	124,62	,00
Error (temps de natació)	455,250	15	30,350		
Tipus de natació	42,250	1	42,250	1,081	,315
Error (tipus de natació)	586,250	15	39,083		
Temps de natació • Tipus de natació	90,250	1	90,250	4,585	,049
Error (temps de natació • tipus de natació)	292,250	15	19,683		

Taula III Contrasts entre els diferents nivells de la variable freqüència cardíaca.

Freqüència cardíaca (bat/min)		Diferència entre mitjanes	Error típic	Sig. ^a
10" SENSE paracaigudes	10" AMB paracaigudes	-4,000	1,973	,364
10" AMB paracaigudes	45" AMB paracaigudes	-13,00*	1,796	,000
45" SENSE paracaigudes	45" AMB paracaigudes	,750	1,859	1,000
10" SENSE paracaigudes	45" SENSE paracaigudes	-17,750*	1,740	,000

* La diferència de les mitjanes és significativa al nivell 0,5.

a. Comparacions múltiples: Bonferroni.

Taula IV Proves de contrastos intra-subjectes en la variable concentració de lactat en sang entre els factors temps de natació (10 i 45 segons) i tipus de natació (natació normal i natació resistida amb paracaigudes).

Concentració de lactat en sang (mmol/l)	Suma de quadrats	GI	Mitjana quadràtica	F	Sig.
Temps de natació	394,469	1	394,469	197,051	,000
Error (temps de natació)	30,028	15	2,002		
Tipus de natació	,000	1	,000	,000	,999
Errors (tipus de natació)	13,320	15	,888		
Temps de natació • Tipus de natació	11,248	1	11,248	25,608	,000
Errors (temps de natació • tipus de natació)	6,588	15	,439		

Taula V Contrasts entre els diferents nivells de la variable concentració de lactat en sang.

Concentració de lactat en sang (mmol/l)		Diferència entre mitjanes	Error típic	Sig. ^a
10" SENSE paracaigudes	10" AMB paracaigudes	-,838*	,255	,030
10" AMB paracaigudes	10" AMB paracaigudes	-4,127	,390	,000
45" SENSE paracaigudes	45" AMB paracaigudes	,839	,318	,111
10" SENSE paracaigudes	45" SENSE paracaigudes	-5,804*	,391	,000

* La diferència de les mitjanes és significativa al nivell 0,5.

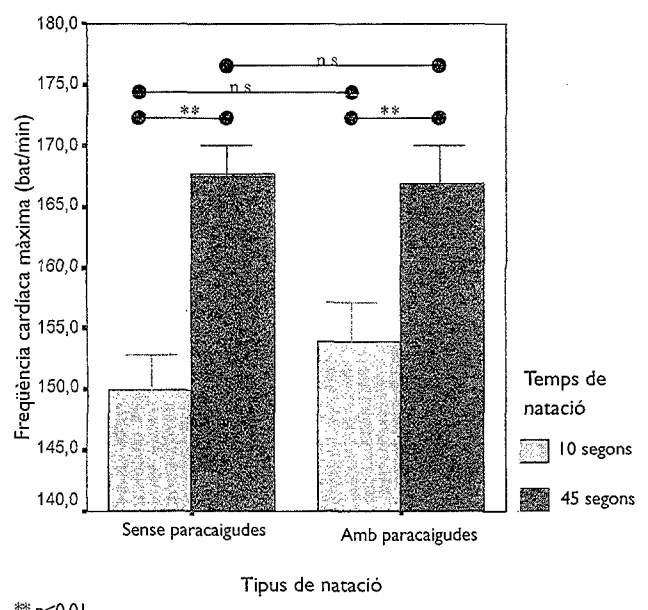
a. Comparacions múltiples: Bonferroni.

45 segons respecte a les de 10 segons, trobant-se diferències en les mitjanes de 17,75 bat/min ($p < 0,001$) entre les proves de natació normal i de 13 bat/min ($p < 0,001$) entre les proves de natació resistida amb paracaigudes. La freqüència cardíaca mostra valors similars respecte al tipus de natació, no trobant-se diferències significatives entre les proves de 10 segons a natació normal i 10 segons a natació resistida amb paracaigudes ($p = 0,364$) i entre les proves de 45 segons a natació normal i 45 segons a natació resistida amb paracaigudes ($p = 1,000$).

La concentració de lactat en sang

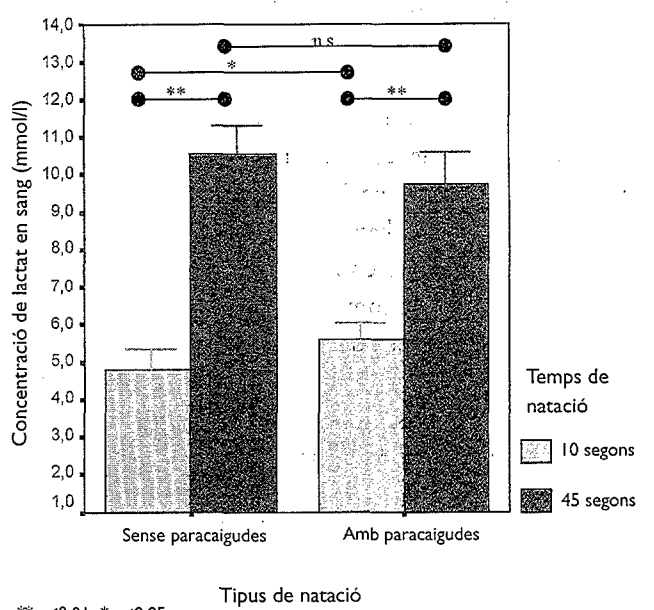
A l'anàlisi intra-subjecte, la concentració de lactat en sang (Taula IV) mostra diferències significatives ($p < 0,001$) en el factor temps de natació. En el factor tipus de natació, no s'observen diferències importants ($p = 0,999$). Entre el factor temps de natació i el factor tipus de natació sí es van apreciar diferències significatives ($p < 0,001$). En la prova intra-subjecte, es van trobar diferències significatives ($p < 0,001$) entre el temps de natació i el tipus.

Figura I Diferències en la variable freqüència cardíaca màxima en les proves de natació lliure de 10 i 45 segons, realitzades mitjançant natació normal i natació resistida amb paracaigudes.



** p<0,01
n.s. = no significatiu

Figura II Diferències en la variable concentració de lactat en sang en les proves de natació lliure de 10 i 45 segons, realitzades mitjançant natació normal i natació resistida amb paracaigudes.



** p<0,01 * p<0,05
n.s. = no significatiu

Com es pot apreciar a la taula V, la concentració de lactat en sang és més baixa en la natació normal que en la natació resistida amb paracaigudes, tot i que aquestes dades mostren significacions diferents en funció del temps de la prova. Entre les proves de 10 segons, la diferència és significativament superior ($p<0,05$) en 0,838 mmol/l ($p=0,030$) en la prova de natació resistida amb paracaigudes, mentre que entre les proves de 45 segons, la diferència és major en les proves de natació normal en 0,839 mmol/l ($p=0,111$). Comparant la concentració de lactat en sang en funció del temps de natació, es pot observar que aquesta és superior en les proves de 45 segons respecte a les de 10 segons, obtenint-se diferències significatives de 5,8 mmol/l ($p<0,001$) entre les proves de natació normal i de 4,13 mmol/l ($p<0,001$) entre les proves de natació resistida amb paracaigudes.

DISCUSSIO

La freqüència cardíaca

Com es pot valorar, en els resultats de la variable de freqüència cardíaca existeixen diferències importants entre la natació en 10 segons i la natació en 45 segons. La freqüència

cardíaca és major en la prova de 45 segons que en les proves de 10 segons, tant quan es realitza la natació normal com quan es realitza la natació resistida amb paracaigudes. La freqüència cardíaca augmenta ràpidament^(11,12,13) des del començament de la prova amb una intensitat màxima; aquest major increment en les proves de 45 segons és degut a la major durada de l'exercici.^(14,15,16) La major part dels experts en entrenament no consideren la utilització de la freqüència cardíaca en esforços curts com els 10 segons.

Per altra part, no es produeixen canvis importants en la variable freqüència cardíaca màxima en cap dels dos temps de natació, tant en les proves de natació normal com en les de natació resistida amb paracaigudes. Això es deu a que el treball que es realitza a la màxima intensitat i amb la mateixa durada, implica que les freqüències cardíacques d'una i altra prova s'igualen, donat que no existeix possibilitat d'incrementar l'energia a utilitzar per a la concentració muscular, confirmant el que expressen diferents autors que indiquen que la freqüència cardíaca varia segons la durada de l'exercici.^(14,15,16)

Kirwan i cols.⁽⁴⁾ van examinar la resposta de la freqüència cardíaca entre la natació normal i la natació resistida, no tro-

bant canvis importants entre els dos tipus de natació. Segons alguns autors,^(14,15) la freqüència cardíaca varia segons la intensitat i durada de l'exercici. Donat que en les proves d'aquest estudi la durada és la mateixa i la intensitat és màxima, no es produeixen diferències importants durant la realització de les diferents proves del factor tipus de natació.

En observar les modificacions de la freqüència cardíaca màxima entre els factors de temps de natació i el tipus de natació es pot comprovar com el factor temps de natació té major incidència i increment sobre aquesta variable que el tipus de natació. Aquestes diferències tenen la seva justificació en els comentaris realitzats abans, on s'indica que la variació de la freqüència cardíaca està en funció de la durada i de la intensitat de l'exercici, així com en la ràpida estabilització després de començar l'exercici, quan aquest es realitza a màxima intensitat.⁽¹¹⁾

La concentració de lactat en sang

Estudiant la concentració de lactat en sang es van trobar diferències significatives en el factor temps de natació, obtenint-se valors més alts en les proves de 45 segons que en les de 10 segons, independentment del tipus de natació. La causa és la menor intervenció de la glucolisis anaeròbica en els esforços predominantment anaeròbic-alàctics de les proves de 10 segons, enfront a les de major demanda dels esforços anaeròbics-làctics en la prova de 45 segons, que generen un increment en la producció del lactat dels músculs i el consegüent augment dels nivells de la concentració de lactat en sang. Aquesta idea ha estat avalada consistentment per molts autors.^(17,18,19,20)

Quan s'analitza el factor tipus de natació, es pot apreciar que la concentració de lactat en sang en les proves de 10 segons és major quan es realitza la natació resistida amb paracaigudes que quan es realitza amb la natació normal. En les proves de 45 segons, les diferències en la concentració de lactat en sang entre la natació normal i la natació resistida amb paracaigudes no són significatives. En relació amb aquest tema, Sharp i Costill⁽⁸⁾ van analitzar la concentració de lactat en sang en la natació lliure i en tres tipus de natació resistida, trobant que en la natació lliure, la concentració de lactat en sang era inferior en relació amb els tres tipus de natació resistida. Weng i cols.⁽⁷⁾ i Maglischo⁽⁹⁾ van indicar que la natació resistida produeix concentracions de lactat en sang més elevades que la natació normal, fet pel qual podria esdevenir un mètode per millorar la tolerància al lactat del nedador. Aquesta afirmació és confirmada per alguns estudis de natació resistida que tot i que no mostren una diferència important, sí indiquen una tendència a una concentració de lactat

més alta en les proves de natació resistida que en les proves de natació normal.^(21,22) La idea que la concentració de lactat sigui més alta en la natació resistida que en la natació normal, pot veure's justificada pels treballs d'alguns autors que indiquen que l'energia consumida a qualsevol velocitat i l'eficàcia de natació són condicionades pel tipus de resistència que arrossega el nedador.^(23,24,25,26) Per altra banda, Kirwan i col.⁽⁴⁾ van examinar la resposta de la concentració de lactat en sang entre la natació normal i la natació resistida, no observant-se cap variació significativa entre els dos tipus de natació. Els registres més importants de concentració de lactat en sang quan s'empra la natació resistida poden ser deguts a que el nedador mou les seves mans sota l'aigua més a poc a poc, però aplicant la mateixa força; el temps d'aplicació de forces és major, però l'esforç muscular és el mateix, fet pel qual la proporció d'esforç muscular net s'incrementa en la natació resistida, tot i que la durada total de l'esforç és la mateixa. Aquestes dades indiquen la necessitat de conèixer els temps de treball en els quals la concentració de lactat en sang és superior en l'utilització de la natació resistida amb paracaigudes que en la natació normal; d'aquesta forma es pot emprar aquest mètode per millorar la tolerància dels nedadors al lactat.

A l'analitzar la influència de cada factor en la modificació de la concentració de lactat en sang, es pot observar que el factor temps modifica la concentració de lactat a la sang de forma més important que el factor tipus de natació. Cap la possibilitat que la major durada de la prova provoqui un nivell d'esforç major que la pròpia utilització del paracaigudes. Alguns autors han demostrat que existeix una alta correlació entre els paràmetres de concentració de lactat en sang i el tipus de resistència.^(27,28) Quan s'utilitza la natació resistida amb paracaigudes hem de tenir en compte la reducció que produeix aquest tipus de mètode sobre la freqüència del cicle i la longitud del cicle, donat que, segons Navarro,⁽²⁹⁾ la freqüència del cicle i la longitud de cicle influeixen en la variació de la concentració de lactat en sang.

CONCLUSIONS

La utilització de la natació resistida amb paracaigudes no produeix variacions significatives dels paràmetres fisiològics de freqüència cardíaca i concentració de lactat en sang respecte a la utilització de la natació normal, tant en esforços màxims de 10 segons com en esforços de 45 segons, amb l'excepció de la concentració de lactat en els esforços de 10 segons en la qual es mostren valors significativament majors en la natació resistida amb paracaigudes que en la natació normal.

La utilització d'esforços màxims de 45 segons produeix variacions significativament majors dels paràmetres fisiològics de freqüència cardíaca i de concentració de lactat en sang respecte a esforços màxims de 10 segons.

Analizant totes aquestes conclusions, es pot afirmar que la natació resistida amb paracaigudes produeix canvis importants en les variables de concentració de lactat en sang i de

freqüència cardíaca, tant pel que fa als temps de 10 segons com els de 45 segons, respecte a la natació normal, quan es nada crol a màxima intensitat. Per aquest motiu, es considera necessari que els entrenadors coneguin l'efecte que aquest tipus de càrregues produeixen en l'entrenament dels seus nedadors.

Bibliografia

- MURRAY, J. L. *Effects of precisely prescribed progressive resistance exercises with pulley weights on speed and endurance in swimming*. Thesis. Univ. of Oregon. Eugene. 1962.
- HUTINGER, P. W. *Comparison of isokinetic, isotonic and isometric developed strength to speed in swimming the crawl stroke*. Univ. of Oregon, Eugene. 1970.
- GOOD, V. *Effects of Isokinetic Exercise Program on Sprint Swimming Performance of College Women*. Thesis, California State University, Chico. 1973.
- KIRWAN, J. P., COSTILL, D. L., FLYNN, M. G., MITCHELL, J. B., FINK, W. J., NEUFER, P. D., HOUMARD, J. A. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Medicine and science in sports and exercise* (Baltimore, Md.). 1988; 20(3), June: 255-259.
- MAGLISHO, E. *Nadar más rápido*. Hispano Europea. Barcelona. 1986.
- DINTIMAN, G. B. *What research tells the coach about sprinting*. AAHPER, Washington. 1974; 85 p.
- WENG, Q., CHEN, Y., NIU, Y., WU, Z. The application of blood lactate testing in swimming training. *Sports science* (Beijing). 1988; 8(2): 47-51.
- SHARP, R. L., COSTILL, D. L. Influence of body hair removal on physiological responses during breaststroke swimming. *Medicine and science in sports and exercise* (Indianapolis). 1989; 21(5): 576-580.
- MAGLISCHO, E. W. *Swimming even Faster* (1ª ed.). Mayfield Publishing Company. Mountain View. 1993.
- PEREDA, S. *Psicología Experimental I. Metodología*. Ed. Pirámide. Madrid. 1987.
- WILMORE, J. H., COSTILL, D. L. *Training for sports and activity: The Physiological bases of the conditioning basis*. 3rd Edition. Human Kinetics. Champaign. 1988.
- GILMAN, M. B. Y WELLS, C. L. The use of heart rates to monitor exercise intensity in relation to metabolic variables. *International Journal of Sports Medicine*. 1993; 14 (6):339-344.
- GILMAN, M. B. The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Medicine*. 1996; 21:73-79.
- ASTRAND, P. O., RODHAL, K. *Physiologie de l'exercice musculaire*. Paris: Masson, 1973.
- LAMB, R. D. *Fisiología del ejercicio*. Respuestas y adaptaciones. Pila Teleña. Madrid. 1985.
- DESNUS, B., HANDSCHUH, R., JOUSSELLIN, E., BENICHO, P. Recuperation immediate de la fréquence cardiaque des sportifs de haut niveau apres effort maximal. *Cinesiologie* (Paris) 1986; 25(108) juil/aout :295-304.
- COSTILL, D. L., THOMASON, H., ROBERTS, E. Fractional utilization of the anaerobic capacity during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1973; 5:248-252.
- BIGARD, A. X., GUÉZENNEC, C. Y. Fatigue périphérique, lactate musculaire, et pH intracellulaire. *Science y Sports*. 1993; 8: 193-204.
- FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiology Review*. 1994; 74:49-94.
- MCARDLE, W., KATCH, F., KATCH, V. *Essentials of Exercise Physiology*, 2ª Edición. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. 2000.
- LLOP, F., NAVARRO, F. Y GONZÁLEZ MILLÁN, C. Variación de la frecuencia de ciclo y de la concentración de lactato entre el nado normal y el nado resistido con gomas en jóvenes nadadores de 14 y 15 años. *NSW Publicación oficial de la Asociación Española de Técnicos de Natación*. 1998; 10 (4): 29-42.
- STARLING, R. D., COSTILL, D. L., TRAPPE, T. A., JOZSI, A. C., TRAPPE, S. W., GOODPASTER, B. H. Effect of swimming suit design on the energy demands of swimming. *Medicine and science in sports and exercise* (Indianapolis). 1995; 27(7): 1086-1089.
- CHATARD, J. C., M., BOURGOIN, B., LACOUR, J. R. Passive drag a good evaluator of the swimming aptitude. *Eur J Appl Physiol*. 1990; 59: 399-404.
- TOUSSAINT, H. M., DE LOOZE, M., VAN ROSSEM, B., LEIJDEKKERS, M., DIGNUM, H.. The effect of growth on drag in young swimmers. *International journal of sport biomechanics* (Champaign, Ill.). 1990; 6(1), Feb:18-28.

25. CAPELLI, C., ZAMPARO, P., CIGALOTTO, A., FRANCESCATO, M. P., SOULE, R. G., TERMIN, B., PENDERGAST, D. R., DI PRAMPERO, P. E. Bioenergetics and biomechanics of front crawl swimming. *Journal of Applied Physiology*. 1995; 78(2):674-679.
26. ZAMPARO, P., CAPELLI, C., TERMIN, B., PENDERGAST, D. R., DI PRAMPERO, P. E. Effect of the underwater torque on the energy cost, drag and efficiency of front crawl swimming. *European journal of applied physiology and occupational physiology* (Berlin). 1996; 73(3/4):195-201.
27. YOSHIDA, T., CHIDA, M., ICHIOKA, M., SUDA, Y. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology* (Berlin, FRG). 1987; 56(1): 7-11.
28. RIBEIRO, J. P., CADAVID, E., BAENA, J., MONSALVETE, E., BARNA, A., DE ROSE, E. H. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *British journal of sports medicine* (Loughborough). 1990; 24(3), Sept:196-200.
29. NAVARRO, F. *Relación de la concentración de lactato en sangre como parámetros cinemáticos en nadadores de alto rendimiento*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 1996.