

Anàlisi dels indicadors de rendiment en les finals europees de natació en proves curtes i en estil lliure

Analysis of Performance Indicators in the European Freestyle Swimming Short Course Finals

ALFONSO TRINIDAD MORALES
ALBERTO LORENZO CALVO
Universidad Politécnica de Madrid

Autor per a la correspondència
Alfonso Trinidad Morales
retse_gd@hotmail.com

Resum

Aquest estudi ha tingut com a objectiu analitzar les diferències en els indicadors de rendiment de les proves finals de 50, 100 i 200 metres estil lliure. Es van analitzar 384 nedadors pertanyents als Campionats Europeus de Natació en piscines de 25 i 50 metres. Es van utilitzar diferents variables de tipus —temps, velocitat, freqüència de cicle, longitud de cicle i índex natatori— per fer una anàlisi comparativa segons gènere, proves i piscines. Els resultats van mostrar que els homes van ser més ràpids, amb menors temps i nivells de freqüència en les proves de 200 metres. En canvi, les dones van mostrar valors inferiors en les longituds i índexs de cicle en les proves de 100 i 200 metres. En la comparació entre piscines, hi ha diferències significatives en els temps finals, velocitats parcials i freqüències de cicles en la prova de 200 metres. I finalment, en les mitjanes comparades segons les proves, hi va haver diferències significatives en tots els indicadors excepte en l'índex natatori.

Paraules clau: indicadors del rendiment, finals europees, proves curtes, natació, estil lliure

Abstract

Analysis of Performance Indicators in the European Freestyle Swimming Short Course Finals

This study examines the differences in performance indicators for the 50, 100 and 200 metre freestyle finals. 384 swimmers at the European Swimming Championships in 25 and 50 metre swimming pools were analysed. A range of variables were used including time, speed, cycle frequency, cycle length and swimming rate, performing comparative analysis by gender, races and pools. The results showed that men were faster, with lower times and frequency levels in 200 m races. By contrast, women presented lower values in cycle lengths and rates in the 100 and 200 m races. In the comparison between pools, there are significant differences in final times, interval speeds and cycle frequencies in the 200 m races. Finally, there were significant differences in all indicators, except for the swimming rate, in the comparative averages depending on the races.

Keywords: performance indicators, European finals, short course races, swimming, freestyle

Introducció

Diferents estudis sobre l'anàlisi de la competició en natació han aportat informació molt concisa sobre els paràmetres cinemàtics i temporals que influeixen en el rendiment del nedador (per a més informació, vegeu revisió de Robertson, Pyne, Hopkins, & Anson, 2009). Segons Arellano, Brown, Cappaert i Nelson (1994), ja des de les últimes tres dècades, s'ha observat una millora significativa en el procés competitiu. De la mateixa manera, per Kennedy, Brown, Chengalur i Nelson (1990), s'ha

produït una millora progressiva en les proves natatòries com a conseqüència de la possible interacció entre els paràmetres cinemàtics i temporals, i una millora en els processos d'entrenament. Prova d'això són les investigacions fetes en campionats internacionals i jocs olímpics (e. g.: Arellano, Brown, Cappaert, & Nelson, 1994; Hellard et al., 2008; Kennedy, Brown, Chengalur, & Nelson, 1990; Robertson et al. 2009).

L'objectiu de la competició en natació és cobrir una distància de prova en el mínim temps possible. Aquest

temps de prova es pot dividir en quatre parts: el temps de sortida, el temps natatori, el temps de viratge i el temps d'arribada. La relació que existeix entre temps per llarg i temps final ve determinat pel ritme que s'estableix en la prova en funció de la distància (Maglisco, 2003). Un estudi sobre l'anàlisi dels temps de cada llarg en campionats internacionals va desvetllar com els temps de cada llarg eren cada vegada més ràpids, conseqüència fonamentalment del fet que els nedadors tendien a seguir un estil natatori parabòlic per als temps natatoris i perquè a més a més tenien una sortida, un desenvolupament i un final de prova ràpids i eren capaços de mantenir aquesta velocitat durant la prova (Robertson et al., 2009).

La incorporació de noves variables per a l'anàlisi de la competició, com la longitud de cicle, freqüència de cicle i índex natatori (Costill et al., 1985), han donat informació més detallada i individualitzada sobre el que ocorre en la competició, ja que tradicionalment l'anàlisi del resultat de la prova era el mer temps final i el temps parcial, al costat d'observacions tècniques, principalment qualitatives (Sánchez-Molina & Arellano, 2002). Del producte de la freqüència de cicle i longitud de cicle resulta la velocitat natatòria, la qual es veu influenciada pels diferents increments i descensos de la freqüència de cicle i longitud de cicle respectivament (Camarero, Tella, Moreno, & Fuster, 1997).

L'anàlisi d'aquestes variables cinemàtiques s'ha fet en relació amb diversos factors: *a)* l'entrenament (e. g.: Seyfried, 2007); *b)* diferents categories, gèneres, estils i distàncies natatòries (e. g.: Arellano et al., 1994; Camarero et al., 1997; Hellard et al., 2008; Kennedy et al., 1990; Morales, Arellano, Femia i Mercadé, 2009; Robertson et al., 2009; Sánchez-Molina & Arellano, 2002; Vorontsov & Binevsky, 2002); *c)* les característiques antropomètriques (e. g.: Pelayo, Sidney, Kherif, Choliet, & Tourny, 1996), i *d)* les estratègies natatòries (e. g.: Chen, Chen, Jin, & Yan, 2008).

Seyfried (2007), en analitzar com va influir l'entrenament en les variables cinemàtiques, va observar que el domini de la freqüència de cicle i la velocitat permetia al nedador nedar a una velocitat constant i, per tant, a un ritme estable, adaptant-se amb més eficàcia a les velocitats utilitzades, disminuint la despesa energètica, retardant la fatiga i afavorint l'aprenentatge dels moviments. Camarero, Tella, Moreno i Fuster (1997), Morales, Arellano, Femia i Mercadé (2009), i Vorontsov

i Binevsky (2002) van analitzar el comportament de la velocitat, freqüència de cicle i longitud de cicle en diferents categories, gèneres, estils i distàncies natatòries, i van observar com la freqüència de cicle i la longitud de cicle en joves nedadors era inferior a les dels nedadors d'elit. Durant el procés de creixement i d'entrenament, els joves nedadors produeixen un increment de la velocitat i longitud de cicle, amb una lleugera variació de la freqüència de cicle, que coincideix amb els períodes de desenvolupament de la força màxima i el metabolisme anaeròbic làctic.

Al contrari, l'anàlisi d'aquestes variables en nedadors d'àmbit internacional i olímpic (Arellano et al., 1994) va revelar que l'èxit dels nedadors d'estil lliure es caracteritza per tenir una longitud de cicle més llarga i valors més curts en el temps natatori, junt amb una major velocitat mitjana i una major estatura. Kennedy et al. (1990) van afirmar que els homes són superiors a les dones quant al rendiment en proves de 100 metres a causa de la seva major estatura, edat, longitud de cicle i freqüència de cicle. Però segons Arellano et al. (1994), a mesura que augmentava la distància de prova de 50 metres a 200 metres, la freqüència de cicle disminuïa i s'incrementava la longitud de cicle, el temps per completar cada fase de la prova i, segons Mason i Cossor (2001), el temps emprat en la fase subaquàtica. I segons Sánchez-Molina i Arellano (2002), també disminuïa l'índex natatori, entesa aquesta variable com un indicador de l'economia natatòria. En canvi, per a proves de 200 metres, les variables cinemàtiques tendeixen a variar de manera significativa sota una intensitat màxima, i aquestes variacions estan relacionades amb el metabolisme energètic predominant en la prova (Castro & Mota, 2008) i la interacció entre els requisits biomecànics de la tasca i l'habilitat individual (Hellard et al., 2008).

Entre els factors que poden influir en la relació entre la freqüència de cicle i la longitud de cicle, i afectar la velocitat natatòria, hi ha els paràmetres antropomètrics com l'estatura, la constitució física, la superfície dels segments de propulsió i la capacitat de flotació. Segons Pelayo, Siney, Kheirf, Chollet i Tourny (1996), la proporció de freqüència de cicle i longitud de cicle per a l'estil lliure té relació directa amb la distància de la cursa i el sexe del nedador. Els resultats obtinguts van mostrar com la freqüència de cicle observada en les nedadores va ser similar a la dels homes, dels 50 metres als 400 metres, i així

es va arribar a la conclusió que les característiques antropomètriques són millors indicadors de velocitat, freqüència de cycle i longitud de cycle en les dones que en els homes. En primer lloc, aquesta circumstància va poder ser deguda al fet que els nivells de rendiment en les dones van ser inferiors respecte als dels homes. D'altra banda, també es pot explicar perquè la diferència mitjana entre l'altura i envergadura de braç en nedadors barons ($7,39 \pm 6,02$) va ser significativament major. Per tant, sembla que aquests factors influeixen sobre el rendiment i sobre la mecànica del moviment, a més d'estar relacionats amb la freqüència de cycle i, més directament, amb la longitud de cycle.

Determinar quina estratègia natatòria és la més eficient de cara a establir un ritme de prova més eficaç per a la competició, i com el nedador ha de ser capaç de dosificar el seu esforç i de seleccionar una velocitat apropiada, ha estat objecte d'estudi de diversos investigadors mitjançant l'ús de diferents anàlisis estadístiques (e. g.: Chen et al., 2008). En analitzar quina estratègia natatòria i combinació òptima dels paràmetres de la cursa va ajudar els nedadors a aconseguir els seus millors resultats segons la distància, cercant una predicció del rendiment, Chen, Chen, Jin i Yan (2008) van observar com entre nedadors masculins i femenins de 200 metres lliures es podien utilitzar patrons de longitud de cycle similars, mentre que en la velocitat natatòria els homes solien ser una mica més ràpids.

Són nombrosos els estudis que han analitzat la influència de les variables cinemàtiques en la natació, i com poden afectar el rendiment del nedador, però són pocs els estudis que han cercat la millora en un mateix estil segons el tipus de prova, curta i mitja distàncies, i si hi ha diferències entre aquestes variables per als diferents tipus de vasos. Per tant, l'objectiu d'aquest estudi ha estat comparar les diferències existents en les variables temporals i cinemàtiques dels nedadors en les proves de 50, 100 i 200 metres estil lliure en els Campionats Europeus de Natació del 2000 al 2006 en piscines de 25 i 50 metres diferenciant per gènere proves i tipus de piscina.

Mètode

Participants

Es van analitzar 384 nedadors finalistes, 192 homes i 192 dones, participants en les proves de 50,

100 i 200 metres estil lliure, pertanyents als Campionats Europeus de Natació disputats cada dos anys del 2000 al 2006 en piscines de 25 i 50 metres. Tots els nedadors seleccionats van ser els finalistes en cada prova.

Procediments

Les dades han estat obtingudes de la pàgina web <http://www.swim.ee/competition/index.html>, mantinguda pel professor Rein Haljand, pertanyent al Departament de cinesiologia de la Universitat de Tallin (Estònia).

Les variables independents registrades van ser el gènere, les proves natatòries i els dos vasos de les piscines (25 i 50 metres). Les variables dependents registrades van ser: *a*) resultats de la competició: temps final i temps parcials; *b*) temps i velocitats en les diferents fases de la prova de competició –sortida (15 metres), natació (5-20 metres en piscina curta i 15-40 metres en piscina llarga), viratge (15 metres) i arribada (5 metres)–, i *c*) variables cícliques –freqüència de cycle, longitud de cycle (5-20 metres en piscina curta i 15-40 metres en piscina llarga) i índex natatori (adaptat d'Arellano, Ferro et al., 2001)–. Cal destacar que les variables analitzades en les diferents distàncies de competició canvien en incrementar-se el nombre de llargs a recórrer pel nedador (*taules 1 a 4*).

Anàlisi de dades

Per a la realització de l'anàlisi estadística es va utilitzar el programa SPSS 16.0 per a Mac OS X. Es van obtenir els estadístics descriptius de cadascuna de les variables i es va utilitzar la prova *t* per a mostres independents per comparar les dades obtingudes segons el gènere i els vasos de les piscines, ambdós segmentats per proves. A més a més, es va dur a terme una Anova per a les diferents proves i una comparació múltiple de mitjanes aplicant la prova de Tukey, ja que proporciona intervals de confiança de menor longitud. El nivell de significació va quedar establert en $p < 0,05$.

Resultats

Els resultats s'exposen discriminant per gènere, prova i tipus de piscina.

<i>Variables</i>	<i>Nom</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>Definició</i>
Temps natatori	Parcial en 25 m	Tp.25	Temps des del senyal de sortida fins que el nedador talla amb el cap la línia de 25 m.
Velocitat natatòria	Parcial en 25 m	Vp.25	Velocitat mitjana entre 15 i 20 m en piscina curta i entre 15 i 25 m en piscina llarga.
	Parcial en 50 m	Vp.50	Velocitat mitjana entre 35 i 40 m en piscina curta i entre 25 i 35 m en piscina llarga.
Variables acícliques	Freqüència de cicle en 25 m	Fc.25	Tres cicles partits per la durada en segons mesurada en el primer llarg en piscina curta (Hz).
	Freqüència de cicle en 50 m	Fc.50	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el segon llarg en piscina curta i en el primer 50 m en piscina llarga (Hz).
	Longitud de cicle en 25 m	Lc.25	Velocitat natatòria mitjana Vp.25 partida per Fc.25 (m/cicle).
	Longitud de cicle en 50 m	Lc.50	Velocitat natatòria mitjana Vp.50 partida per Fc.50 (m/cicle).



Taula 1

Variabls de l'estudi utilitzades per a la prova de 50 m

<i>Variables</i>	<i>Nom</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>Definició</i>
Temps natatori	Parcial en 25 m	Tp.25	Temps des del senyal de sortida fins que la nadadora toca amb els peus la paret en el primer viratge.
	Parcial en 75 m	Tp.75	Temps des que els peus toquen la paret en el primer viratge fins que tornen a tocar la paret següent.
Velocitat natatòria	Parcial en 25 m	Vp.25	Velocitat mitjana entre 15 i 20 m en piscina curta i entre 15 i 25 m en piscina llarga.
	Parcial en 50 m	Vp.50	Velocitat mitjana entre 35 i 40 m en piscina curta i entre 25 i 35 m en piscina llarga.
	Parcial en 75 m	Vp.75	Velocitat mitjana entre 60 i 65 m en piscina curta i entre 65 i 75 m en piscina llarga.
	Parcial en 100 m	Vp.100	Velocitat mitjana entre 85 i 90 m en piscina curta i entre 75 i 85 m en piscina llarga.
Variables acícliques	Freqüència de cicle en 25 m	Fc.25	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el primer llarg en piscina curta (Hz).
	Freqüència de cicle en 50 m	Fc.50	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el segon llarg en piscina curta i en el primer 50 m en piscina llarga (Hz).
	Freqüència de cicle en 75 m	Fc.75	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el tercer llarg en piscina curta (Hz).
	Freqüència de cicle en 100 m	Fc.100	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el quart llarg en piscina curta i en el segon 50 m en piscina llarga.
	Longitud de cicle en 25 m	Lc.25	Velocitat natatòria mitjana Vp.25 partida per Fc.25 (m/cicle).
	Longitud de cicle en 50 m	Lc.50	Velocitat natatòria mitjana Vp.50 partida per Fc.50 (m/cicle).
	Longitud de cicle en 75 m	Lc.75	Velocitat natatòria mitjana Vp.75 partida per Fc.75 (m/cicle).
	Longitud de cicle en 100 m	Lc.100	Velocitat natatòria mitjana Vp.100 partida per Fc.100 (m/cicle).



Taula 2

Variabls de l'estudi utilitzades per a la prova de 100 m

Variables	Nom	Abreviatura	Definició
Temps natatori	Parcial en 25 m	Tp.25	Temps des del senyal de sortida fins que la nedadora toca amb els peus la paret en el primer viratge.
	Parcial en 75 m	Tp.75	Temps des que els peus toquen la paret en el primer viratge fins que tornen a tocar la següent paret.
	Parcial en 125 m	Tp.125	Temps des que els peus toquen la paret en el segon viratge fins que tornen a tocar la següent paret.
	Parcial en 175 m	Tp.175	Temps des que els peus toquen la paret en el quart viratge fins que la mà toca la següent paret.
Velocitat natatòria	Parcial en 25 m	Vp.25	Temps mitjà entre 15 i 20 m en piscina curta i entre 15 i 25 m en piscina llarga.
	Parcial en 50 m	Vp.50	Velocitat mitjana entre 35 i 40 m en piscina curta i entre 25 i 35 m en piscina llarga.
	Parcial en 75 m	Vp.75	Velocitat mitjana entre 60 i 65 m en piscina curta i entre 65 i 75 m en piscina llarga.
	Parcial en 100 m	Vp.100	Velocitat mitjana entre 85 i 90 m en piscina curta i entre 75 i 85 m en piscina llarga.
	Parcial en 125 m	Vp.125	Velocitat mitjana entre 115 i 120 m en piscina curta i entre 115 i 125 m en piscina llarga.
	Parcial en 150 m	Vp.150	Velocitat mitjana entre 135 i 140 m en piscina curta i entre 125 i 135 m en piscina llarga.
	Parcial en 175 m	Vp.175	Velocitat mitjana entre 165 i 170 m en piscina curta i entre 165 i 175 m en piscina llarga.
	Parcial en 200 m	Vp.200	Velocitat mitjana entre 185 i 190 m en piscina curta i entre 175 i 185 m en piscina llarga.
Variables acícliques	Freqüència de cicle en 25 m	Fc.25	Tres cicles partits per la durada en segons mesurada en el primer llarg en piscina curta (Hz).
	Freqüència de cicle en 50 m	Fc.50	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el segon llarg en piscina curta i en els primer 50 m en piscina llarga (Hz).
	Freqüència de cicle en 75 m	Fc.75	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el tercer llarg en piscina curta (Hz).
	Freqüència de cicle en 100 m	Fc.100	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el quart llarg en piscina curta i en els segons 50 m en piscina llarga.
	Freqüència de cicle en 125 m	Fc.125	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el cinquè llarg en piscina (Hz).
	Freqüència de cicle en 150 m	Fc.150	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el sisè llarg en piscina curta i els tercers 50 m en piscina llarga (Hz).
	Freqüència de cicle en 175 m	Fc.175	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en el setè llarg en piscina curta (Hz).
	Freqüència de cicle en 200 m	Fc.200	Tres cicles partits per la durada en segons mesurades en l'últim llarg en piscina curta i els quarts 50 m en piscina llarga (Hz).
	Longitud de cicle en 25 m	Lc.25	Velocitat natatòria mitjana Vp.25 partida per Fc.25 (m/cicle).
	Longitud de cicle en 50 m	Lc.50	Velocitat natatòria mitjana Vp.50 partida per Fc.50 (m/cicle).
	Longitud de cicle en 75 m	Lc.75	Velocitat natatòria mitjana Vp.75 partida per Fc.75 (m/cicle).
	Longitud de cicle en 100 m	Lc.100	Velocitat natatòria mitjana Vp.100 partida per Fc.100 (m/cicle).

▲
Taula 3

Variabls de l'estudi utilitzades per a la prova de 200 m

Variabes	Nom	Abreviatura	Definició
Variables acícliques	Longitud de cycle en 125 m	Lc.125	Velocitat natatòria mitjana Vp.125 partida per Fc.125 (m/cicle).
	Longitud de cycle en 150 m	Lc.150	Velocitat natatòria mitjana Vp.150 partida per Fc.150 (m/cicle).
	Longitud de cycle en 175 m	Lc.175	Velocitat natatòria mitjana Vp.175 partida per Fc.175 (m/cicle).
	Longitud de cycle en 200 m	Lc.200	Velocitat natatòria mitjana Vp.200 partida per Fc.200 (m/cicle).

Taula 3 (Continuació)

Variabes de l'estudi utilitzades per a la prova de 200 m

Variabes	Nom	Abreviatura	Definició
Comunes	Temps final de prova	Tf	Temps des del senyal de sortida fins que la nedadora toca la paret al final de la prova.
	Temps de sortida en 15 m	Tsal.15	Temps des del senyal de sortida fins al pas del cap del nedador per la referència de sortida en 15 m.
	Temps d'arribada en 5 m	Tlleg.5	Temps des que el cap talla la línia a 10 m de la paret fins que la mà toca la paret durant l'últim llarg de prova.
	Temps de viratge mitjà	Tvirmedio	Temps mitjà entre el tall del cap en els 5 m abans del viratge i 10 m després del viratge en tots els viratges de la prova (50, 100 i 200 m).
	Velocitat mitjana	Vm	Velocitat mitjana de tota la prova natatòria.
	Velocitat de sortida a 15 m	Vsal.15	Velocitat mitjana entre la velocitat del senyal de sortida i el tall del cap en una línia situada a 15 m de la paret.
	Velocitat de viratge mitjana	Vvirmedio	Velocitat mitjana entre el tall del cap en els 5 m abans del viratge i els 10 m després en tots els viratges de la prova (50, 100 i 200 m).
	Velocitat d'arribada a 5 m	Vlleg.5	Velocitat mitjana des de la distància de 5 m fins a tocar la paret.
	Freqüència de cycle mitjana	Fc.m	Mitjana de les freqüències de cycle mesurades en cada llarg (Hz).
	Longitud de cycle mitjana	Lc.m	Mitjana de les longituds de cycle mesurades en cada llarg (m/cicle).
	Índex natatori	In	Producte de la velocitat mitjana per la longitud de cycle mitjana (m ² /s*cicle).

Taula 4

Variabes de l'estudi comú per a totes les proves

Variabes	Homes		Dones		Sig.
	Mitjana	dt	Mitjana	dt	
Tf	22,1156	,39060	25,1052	,50532	*
Vm	2,0979	,03204	1,8681	,03598	*
Vp.50	2,0386	,03364	1,8297	,03385	*
Vsal.15	2,5863	,05065	2,2398	,05892	*
Vvir.medio	2,2847	,03069	2,0019	,03939	*
Tlleg.5	2,2190	,07213	2,5280	,08008	*
Vlleg.5	2,0292	,06484	1,7814	,05626	*

Taula 5

Mitjana, desviació típica i significació de la prova *t* en cadascuna de les variabes per a la prova de 50 m obtingudes segons el gènere

Comparació entre gèneres

A la *taula 5* es presenten els resultats de l'anàlisi descriptiva i de la prova *t* per a la igualtat de mitjanes en la prova de 50 metres, diferenciant entre homes i dones. Els resultats mostren que hi ha diferències significatives en la comparació per gèneres en les variabes Tf, Vm, Vp.50, Vsal.15, Vvir.medio, Tlleg.5, Vlleg.5. (*Taula 5*)

Per a la prova de 100 metres, els resultats han mostrat diferències significatives en les variabes Tf, Tp.25, Tp.75, Vm, Vp.25, Vp.50, Lc.m, Tsal.15, Vsal.15, Tvir.medio, Vvir.medio, Tlleg.5, Vlleg.5. (*Taula 6*)

Variables	Homes		Dones		Sig.
	Mitjana	dt	Mitjana	dt	
Tf	48,7778	,83649	54,6031	,85937	*
Tp.25	10,9019	,15954	12,3294	,22294	*
Tp.75	35,9769	,37465	40,2850	,53204	*
Vm	1,9367	,02607	1,7419	,02581	*
Vp.25	2,0484	,04681	1,8316	,05510	*
Vp.50	1,9792	,03368	1,7755	,03142	*
Lc.m	2,2511	,18511	2,0266	,15869	*
Tsal.15	6,0263	,12689	6,9163	,14838	*
Vsal.15	2,4905	,05260	2,1702	,04822	*
Tvir.medio	7,1183	,12977	8,0002	,15841	*
Vvir.medio	2,1094	,04618	1,758	,03677	*
Tlleg.5	2,5055	,09495	2,7589	,10310	*
Vlleg.5	1,7944	,07026	1,6328	,06022	*

▲
Taula 6

Mitjana, desviació típica i significació de la prova t en cadascuna de les variables per a la prova de 100 m obtingudes segons el gènere

En la prova de 200 metres, els resultats assenyalen diferències significatives en la comparació per gèneres en les variables Tf, Tp.25, Tp.75, Tp.125, Tp.175, Vm, Vp.50, Vp.75, Vp.100, Vp.125, Vp.150, Vp.200, Fc.50, Fc.100, Fc.150, Fc.m, Lc.100, Lc.150, Lc.200, Lc.m, In, Tsal.15, Tvir.media, Vvir.media, Tlleg.5. (Taula 7)

Comparació entre tipus de piscina

Els resultats de la prova t per a mostres independents segons el tipus de piscina, curta o llarga, per a les proves de 50 metres, sí mostren diferències significatives en les variables Tf i Tlleg.5. (Taula 8)

Per a la prova de 100 metres, van mostrar diferències significatives la variables Tf. (Taula 9)

En la prova de 200 metres, es van trobar diferències significatives per a les variables Tf, Vp.25, Vp.50, Vp.75, Vp.100, Vp.175, Fc.50, Fc.100, Fc.m, Tlleg.5. (Taula 10)

Comparació segons el tipus de prova

A la taula 11 es presenten els resultats de l'Anova i la prova de *post hoc* per a comparacions múltiples diferenciant entre les proves natatòries i aplicant el test de Tukey. Els resultats van mostrar que en la variable índex natatori no hi havia diferències pel que fa a la prova, mentre que per a la resta de variables sí.

Variables	Homes		Dones		Sig.
	Mitjana	dt	Mitjana	dt	
Tf	107,4038	2,05779	118,6764	2,15533	*
Tp.25	11,7331	,24169	13,1638	,27733	*
Tp.75	38,7075	,71752	42,8731	,77165	*
Tp.125	66,3256	1,06941	73,3125	1,18803	*
Tp.175	94,3963	1,51760	104,2250	1,51804	*
Vm	1,7630	,02855	1,6088	,02459	*
Vp.50	1,8108	,04084	1,6503	,03660	*
Vp.75	1,7614	,04876	1,6055	,03729	*
Vp.100	1,7480	,04284	1,5986	,03347	*
Vp.125	1,7498	,03893	1,5939	,03416	*
Vp.150	1,7313	,03503	1,5833	,04332	*
Vp.200	1,7056	,04425	1,5648	,03960	*
Fc.50	44,48	3,980	46,16	3,424	*
Fc100	43,19	3,720	44,61	3,180	*
Fc.150	43,58	2,959	45,23	2,549	*
Fc.m	43,88	2,887	45,25	2,507	*
Lc.100	2,4416	,17794	2,1605	,15493	*
Lc.150	2,3895	,14770	2,1072	,13847	*
Lc.200	2,2514	,11904	2,0306	,12371	*
Lc.m	2,3855	,14145	2,1128	,12044	*
In	4,204466	,2403606	3,399103	,2033234	*
Tsal.15	6,4122	,16164	7,3159	,17094	*
Tvir.medio	7,7366	,15515	8,6055	,15779	*
Vvir.medio	1,9395	,03836	1,7441	,03156	*
Tlleg.5	2,6017	,12770	2,8877	,11785	*

▲
Taula 7

Mitjana, desviació típica i significació de la prova t en cadascuna de les variables per a la prova de 200 m obtingudes segons el gènere

Variables	Piscina llarga		Piscina curta		Sig.
	Mitjana	dt	Mitjana	dt	
Tf	23,9351	1,52155	23,3141	1,56104	*
Tlleg.5	2,4103	,16155	2,3397	,17727	*

▲
Taula 8

Mitjana, desviació típica i significació de la prova t en cadascuna de les variables per a la prova de 50 m obtingudes segons el vas de la piscina

Variables	Piscina llarga		Piscina curta		Sig.
	Mitjana	dt	Mitjana	dt	
Tf	52,2475	2,93010	51,1334	3,07551	*

▲
Taula 9

Mitjana, desviació típica i significació de la prova t en cadascuna de les variables per a la prova de 100 m obtingudes segons el vas de la piscina

Variables	Piscina llarga		Piscina curta		Sig.
	Mitjana	dt	Mitjana	dt	
Tf	114,3625	5,87168	111,7177	5,94938	*
Vp.25	1,8006	,10006	1,7705	,09481	*
Vp.50	1,7447	,08882	1,7164	,08827	*
Vp.75	1,7028	,09209	1,6641	,08292	*
Vp.100	1,6913	,08477	1,6553	,08030	*
Vp.175	1,6645	,10331	1,6348	,08332	*
Fc.50	46,59	3,351	44,05	3,802	*
Fc.100	44,67	3,647	43,13	3,234	*
Fc.m	45,11	2,761	44,02	2,711	*
Tlleg.5	2,7744	,16929	2,7150	,20316	*

* $p < ,05$

▲
Taula 10

Mitjana, desviació típica i significació de la prova t en cadascuna de les variables per a la prova de 200 m obtingudes segons el vas de la piscina

Discussió

Comparació entre gèneres

En analitzar el rendiment dels nedadors diferenciant-los per gènere, es va observar com la velocitat es tornava més eficaç a mesura que la longitud de cycle i l'índex natatori eren majors. Això es va observar en les proves de 100 i 200 metres, on les dones van desenvolupar un índex natatori i una longitud de cycle mitjana menor que les dels homes, en coincidència amb Arellano et al. (1994); Chen et al. (2008), i Costill et al. (1985), que van mostrar valors inferiors que influïen en la velocitat natatòria. En les proves de 50, 100 i 200 metres, les dones van registrar velocitats parcials inferiors als 75, 100, 125, 150 i 200 metres, i per tant eren més lentes respecte als homes. A més a més, van mostrar menors valors en la longitud de cycle als 50, 100, 150 i 200 metres, i en la longitud de cycle mitjana. En les proves de 50 i 100 metres van ser menys veloços en els 15 metres de sortida i en els 5 metres d'arribada. I a l'últim, en la prova de 100 metres, la seva velocitat parcial als 25 metres va ser inferior a la dels homes. Aquestes dades coincideixen amb els resultats obtinguts per Sánchez-Molina i Arellano (2002), que confirmen les diferències significatives en aquestes variables a causa probablement de la diferència entre alçades, les quals influïen sobre la longitud de cycle.

Els homes, en les proves de 100 i 200 metres, en els temps parcials als 25 i 75 metres, van mostrar menors valors respecte a les dones. A més a més, van registrar valors inferiors en el temps de sortida als 15 metres i en el temps de viratge mitjà a causa de la

Variable	Prova	Mitjana	dt	Sig.
Tp.25	50	11,1848	0,7861	a,b,c
	100	11,6156	0,74465	
	200	12,4484	0,76576	
Vm	50	1,9821	0,12025	a,b,c
	100	1,8393	0,10116	
	200	1,6859	0,08183	
Vp.25	50	2,0309	0,13541	a,b,c
	100	1,94	0,12018	
	200	1,7855	0,09826	
Vp.50	50	1,9333	0,11011	a,b,c
	100	1,8773	0,1073	
	200	1,7305	0,08933	
Fc.50	50	57,13	4,435	a,b,c
	100	52,47	3,858	
	200	45,32	3,792	
Fc.m	50	59,57	4,052	a,b,c
	100	51,3	3,485	
	200	44,56	2,78	
Lc.50	50	2,0347	0,21016	a,b,c
	100	2,1665	0,19311	
	200	2,3073	0,22935	
Lc.m	50	1,9814	0,18904	a,b,c
	100	2,1388	0,20541	
	200	2,2491	0,18935	
Tsal.15	50	6,2576	0,47474	a,b,c
	100	6,4713	0,46743	
	200	6,8641	0,48297	
Vsal.15	50	2,4117	0,18235	a,b,c
	100	2,3303	0,16846	
	200	2,1965	0,15479	
Tvir.medio	50	7,0297	0,48314	a,b,c
	100	7,5592	0,46909	
	200	8,171	0,46317	
Vvir.medio	50	2,1433	0,14676	a,b,c
	100	1,9926	0,12441	
	200	1,8418	0,10417	
Tlleg.5	50	2,3747	,17266	a,b,c
	100	2,6322	,16102	
	200	2,7447	,18863	
Vlleg.5	50	1,9043	,13829	a,b,c
	100	1,7136	,10404	
	200	1,6480	,11322	

- a) Diferències significatives entre el 50 i el 100.
b) Diferències significatives entre el 50 i el 200.
c) Diferències significatives entre el 100 i el 200.

▲
Taula 11

Mitjana, desviació típica i nivell de significació de les comparacions múltiples per mitjanes entre les proves

seva major velocitat i, segons Hellard et al. (2008), al seu alt índex d'eficiència propulsiva, fruit d'una major força de propulsió.

Els resultats en les proves de 50, 100 i 200 metres per a les variables temps final i temps d'arribada als 5 metres, van reflectir que els homes obtenien menors valors respecte a les dones. A mesura que s'incrementa la distància natatòria, aquests van obtenir una longitud de cicle més llarga i uns temps en cada secció de la cursa més curts, junt amb una velocitat mitjana alta. Per a la prova de 200 metres, els homes van mostrar menors temps per recórrer el parcial als 125 i 175 metres. A més a més, van registrar menors valors de freqüència de cicle als 50, 100 i 150 metres, i en la freqüència de cicle mitjana. Aquestes dades contrasten amb l'estudi de Seyfried (2007), per a proves de 200 metres a intensitat submàxima, on amb una freqüència de cicle més baixa i una major longitud de cicle van donar com a resultat una millor tècnica i un millor rendiment. Castro i Mota (2008) afirmen que les variables cinemàtiques en les distàncies de 200 metres tendeixen a variar de manera significativa a causa de la intensitat màxima de la prova. Per tant, el nedador hauria d'establir una estratègia i un ritme constant, en termes d'economia natatòria, per tenir una eficàcia major en totes les velocitats a un ritme estable.

Entre els factors que poden influir en la relació entre la freqüència de cicle i la longitud de cicle, i afectar la velocitat natatòria per a ambdós gèneres, es troben els paràmetres antropomètrics, els quals es veuen afectats per l'edat. Diverses investigacions (Camarero et al. 1997; Morales et al., 2009; Vorontsov & Binevsky, 2002) han demostrat aquesta relació amb la freqüència de cicle i, més directament, amb la longitud de cicle. Les característiques antropomètriques específiques, com la forma del cos, la grandària, la superfície dels segments de propulsió i la capacitat de flotació, han estat identificades com factors amb una influència sobre el rendiment, i també sobre la mecànica de la braçada, molt important (Chatard, Padilla, Cazorla, & Lacour, 1985; Grimston & Hay, 1986, citats en Pelayo et al., 1996). D'altra banda, Kennedy et al. (1990), en un estudi sobre nedadors olímpics, van argumentar que els homes solien nedar més ràpid (al voltant del 10 %) que les dones i tenien una longitud de cicle més llarga, la qual cosa produïa probablement una major força de propulsió, que al seu torn generaria una major velocitat natatòria.

Comparació entre piscines

Els resultats de les proves comparades per tipus de piscina (curta i llarga) mostren diferències significatives en les proves de 50 i 200 metres, en el temps d'arribada als 5 metres i en el temps final, on totes les proves van registrar valors inferiors a la piscina de 25 metres, amb una diferència de 0,621 segons (50 metres) i 2,644 segons (200 metres). Segons afirma Maglischo (2003), el temps parcial i el temps final estan determinats pel ritme de la prova, que s'estableix en funció de la distància. A més a més, Robertson, Pyne, Hopkins i Anson (2009) afegixen que els nedadors han de ser capaços de mantenir una velocitat durant la prova i seguir un ritme natori parabòlic, a fi de ser cada vegada més ràpids en els parcials de cada llarg i així millorar els temps d'aquests. Això ens fa suposar que les piscines de 25 metres són percebudes com més ràpides pels nedadors a causa del seu menor temps final.

A la piscina curta s'han observat diferències significatives en les proves de 200 metres en els variables: velocitat parcial (25, 50, 75, 100 i 175 metres), freqüència de cicle (50 i 100 metres) i freqüència de cicle mitjana, de manera que s'han obtingut valors inferiors respecte als obtinguts a la piscina llarga. Per això, en combinar la freqüència de cicle amb la longitud de cicle, es produeix una velocitat determinada, que dependrà dels factors individuals del nedador (Camarero et al. 1997). En aquest sentit, els valors relatius a les freqüències emprades pels nedadors presenten diferències marcades, sobretot pel que fa a les distàncies curtes.

Comparació segons el tipus de prova

Els resultats mostren diferències significatives en les variables per a cadascuna de les proves en ser comparades les mitjanes. En canvi, l'índex natori no va mostrar diferències significatives. En les variables acíclics de tipus temps, quan es pretén cobrir una certa distància en el mínim temps possible, els nedadors han d'establir, en funció de la prova, una estratègia natatòria que els permeti fer la prova en el mínim temps possible, economitzant la despesa davant l'exigència de la prova. Aquesta circumstància la confirma Maglischo (2003) en afirmar que el ritme de prova el determina la distància natatòria. Aquest fet es veu reflectit en el temps parcial als 25 metres, amb diferències entre el primer parcial de cada prova d'1,26 segons entre 50 i 200 metres, i de 0,83 segons entre 100 i 200 metres.

En la prova de 200 metres, es tarda més temps a cobrir la distància de 15 metres des de la sortida. Això fa pensar que no és necessària una sortida gaire explosiva, ja que segons afirma Mason i Cossor (2001), un inici de prova molt fort pot causar un increment innecessari del subministrament energètic pel sistema glucolític, i això pot provocar un descens en el pH que podria estar relacionat amb una reducció del rendiment. Si comparem els temps en les proves de 50 i 200 metres, va haver-hi una diferència de 0,6 segons entre ambdues proves. Aquestes dades coincideixen amb allò que han afirmat Robertson et al. (2009), que argumenten que una sortida ràpida és considerada com una estratègia molt reeixida en proves de curta durada (aproximadament 60 segons), mentre que en proves de mitja distància (2 a 4 minuts) una sortida ràpida seguida d'un bon desenvolupament és, comparativament, el ritme de prova que dona millors resultats.

El temps de viratge mitjà es va incrementar amb la distància. Mason i Cossor (2001) identifiquen que els nedadors més ràpids (en l'estil lliure) no són necessàriament els més ràpids en el viratge. A la vista dels seus resultats, el més significatiu va ser la fase subaquàtica, inclosa l'acció d'empenta des de la paret. D'això es dedueix que la distància natatòria subaquàtica i el temps estaven significativament relacionats amb el temps total del viratge, ja que com més gran és la distància natatòria més gran serà el temps emprat en la fase subaquàtica, i per tant més ràpid serà el rendiment en el viratge.

El temps d'arribada als 5 metres (distància abans d'arribar a la paret) va resultar ser cada vegada més lent, i per tant va augmentar amb la distància de prova. Això podria ser a causa del cansament o a la fatiga originada durant el curs de la prova. Segons Castro i Mota (2008), els efectes de la fatiga en els esforços màxims de curt termini a mitjà termini, quan l'alliberament d'energia pels processos anaeròbics és significatiu, donaria lloc a adaptacions en els paràmetres cinemàtics natatoris i generaria una incorrecta execució tècnica que desembocaria en una pèrdua de temps.

En la longitud de cycle als 50 metres i en la longitud de cycle mitjana, s'ha observat un increment a mesura que la distància natatòria augmenta. Aquests resultats coincideixen amb els obtinguts per Arellano et al. (1994) en la seva anàlisi de les proves de 50, 100 i 200 metres en els Jocs Olímpics de Barcelona 92, on afirmen que la longitud de cycle i el temps per cada parcial estan influenciats per la distància i la freqüència de cycle, que és inferior.

Per a les variables velocitat mitjana, velocitat parcial (25 i 50 metres), velocitat de sortida als 5 metres, velocitat de viratge als 15 metres, velocitat d'arribada als 5 metres, freqüència de cycle als 50 metres i freqüència de cycle mitjana, s'observa que disminueixen a mesura que la distància de prova augmenta. Segons Pelayo et al. (1996), tant en els homes com en les dones, el mitjà per augmentar la velocitat natatòria en l'estil lliure durant una competició de curta distància (50, 100 i 200 metres) és augmentar la freqüència de cycle. Això suposa que, probablement, aquesta diferència en la freqüència de cycle es deu a les capacitats neuromotores i energètiques. A més a més, els canvis produïts en el moviment per la variable freqüència de cycle dins la cursa poden ser interpretats com una estratègia utilitzada pels nedadors per fer front a factors com l'increment de la fatiga, l'adversitat, les sortides, el viratge i el nivell d'experiència del nedador (Hellard et al. 2008).

Conclusions

S'han obtingut diferències significatives entre els gèneres, i els homes són els que millors temps aconseguixen en totes les variables. Mentrestant, les dones mostren diferències en les variables de tipus velocitat, i per tant són més lentes. En les variables cícliques, les dones mostren menors valors de longitud de cycle i índex natatori en les proves de 100 i 200 metres, la qual cosa produeix una menor velocitat natatòria en comparació amb els homes. En canvi, aquests van registrar menors valors de freqüència de cycle en els 200 metres.

Segons el tipus de piscina, es van observar diferències significatives en les velocitats finals de totes les proves, de manera que es van obtenir valors inferiors a les piscines de 25 metres. En canvi, la freqüència de cycle mitjana i freqüència de cycle als 50 i 100 metres presenten valors inferiors a la piscina de 50 metres.

Quant a proves, es va produir una disminució en les freqüències de cycles i en les variables de tipus velocitat a mesura que s'incrementen les distàncies natatòries. En canvi, es produeix un augment de les longituds de cycle i de les variables temps a mesura que les distàncies de cursa augmenten.

A l'últim, en relació amb la comparació entre les diferents proves, s'observen diferències significatives entre totes les variables excepte en l'índex natatori, que actua com un indicador de l'economia natatòria i és per tant no significatiu.

Referències

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10(2), 189-199.
- Arellano, R., Ferro, A., Balias, X., García, F., Roig, A., De la Fuente, B., ... Ferrer, M. (2001). Estudio de los resultados del análisis de la competición en las pruebas estilo libre en los Campeonatos de España Absolutos 1999 y 2000. A R. Arellano i A. Ferro (Eds.), *Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel*. (1 ed., vol. 32, pàg. 51-86). Madrid: Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia.
- Castro, F. A. S., & Mota, C. B. (2008). Desempenho em 200-m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. *Brazilian Journal of Biomechanics*, 9(17).
- Camarero, S., Tella, V., Moreno, J. A., & Fuster, M. A. (1997). Perfil antropométrico en las pruebas de 100 y 200 m libres (infantiles y juniors). *Archivos de Medicina del Deporte*, XIV(62), 461-468.
- Chen, I., Chen, M. Y., Jin, C., & Yan, H. (2008). Large-scale cluster analysis of elite male and female swimmers race patterns. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 2(2), 123-128.
- Costill, D. L., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy Expenditure During Front Crawl Swimming: Predicting Success in Middle-Distance Events. *International Journal of Sports Medicine*, 6(5), 266-270. doi:10.1055/s-2008-1025849
- Hellard, P., Dekerle, J., Avalos, M., Caudal, N., Knopp, M., & Hauswirth, C. (2008). Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. *Journal of Sports Science*, 26(1), 35-46. doi:10.1080/02640410701332515
- Kennedy, P., Brown, P., Chengalur, S. N., & Nelson, R. C. (1990). Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100 m events. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6(2), 187-197.
- Maglischo, E. (2003). *Swimming fastest*. Human Kinetics.
- Mason, B. R., & Cossor, M. (2001). Swim turn performances at the Sydney 2000 Olympic Games. En *Proceedings of Swim Sessions: XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (pàg. 65-69). Exercise & Sport Science Department, University of San Francisco.
- Morales, E., Arellano, R., Femia, P., & Mercadé, J. J. (2009). Estudi comparatiu de les proves eliminatòries i finals de 100 metres en nedadors andalusos de grups d'edat. *Apunts. Educació Física i Esports* (96), 76-83.
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D., & Tourny, C. (1996). Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(2), 197-206.
- Robertson, E., Pyne, D., Hopkins, W., & Anson, J. (2009). Analysis of lap times in international swimming competitions (2009). *Journal of Sports Sciences*, 27(4), 387-95. doi.org/10.1080/02640410802641400
- Sánchez-Molina, J. A., & Arellano R. (2002). Stroke index values according to level, gender, swimming style and event race distance. A *XXth International Symposium on Biomechanics in Sports*. Cáceres (España), Universidad de Extremadura.
- Seyfried, D. (2007). Better coaching of elite swimmers with the applied use of optimal individual stroke rate parameters. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 13(1), 144-147.
- Vorontsov, A., & Binevsky, D. (2003). Swimming speed, stroke rate and stroke length during maximal 100 m freestyle of boys 11-16 years of age. A *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (195-199). Chatard, J.C. Saint-Étienne, Université de Saint-Étienne.