



Palma, del 22 al 24 de julio de 2015
XIV Congreso de Metodología de las
Ciencias Sociales y de la Salud

Diversificación de patrones en rutinas de solo en natación sincronizada de alto nivel

*Iglesias X¹, Rodríguez-Zamora L¹, Chaverri D¹, Clapés P¹,
Rodríguez FA¹, Anguera MT²*

*¹Grupo de Investigación en Ciencias del Deporte del INEFC Barcelona (GRCE)
INEFC – (Universitat de Barcelona)*

²Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento (Universitat de Barcelona)



Supported by



Introducción





Caracterización Bioenergética

Análisis estructural



INEFC

Institut Nacional
d'Educació Física
de Catalunya

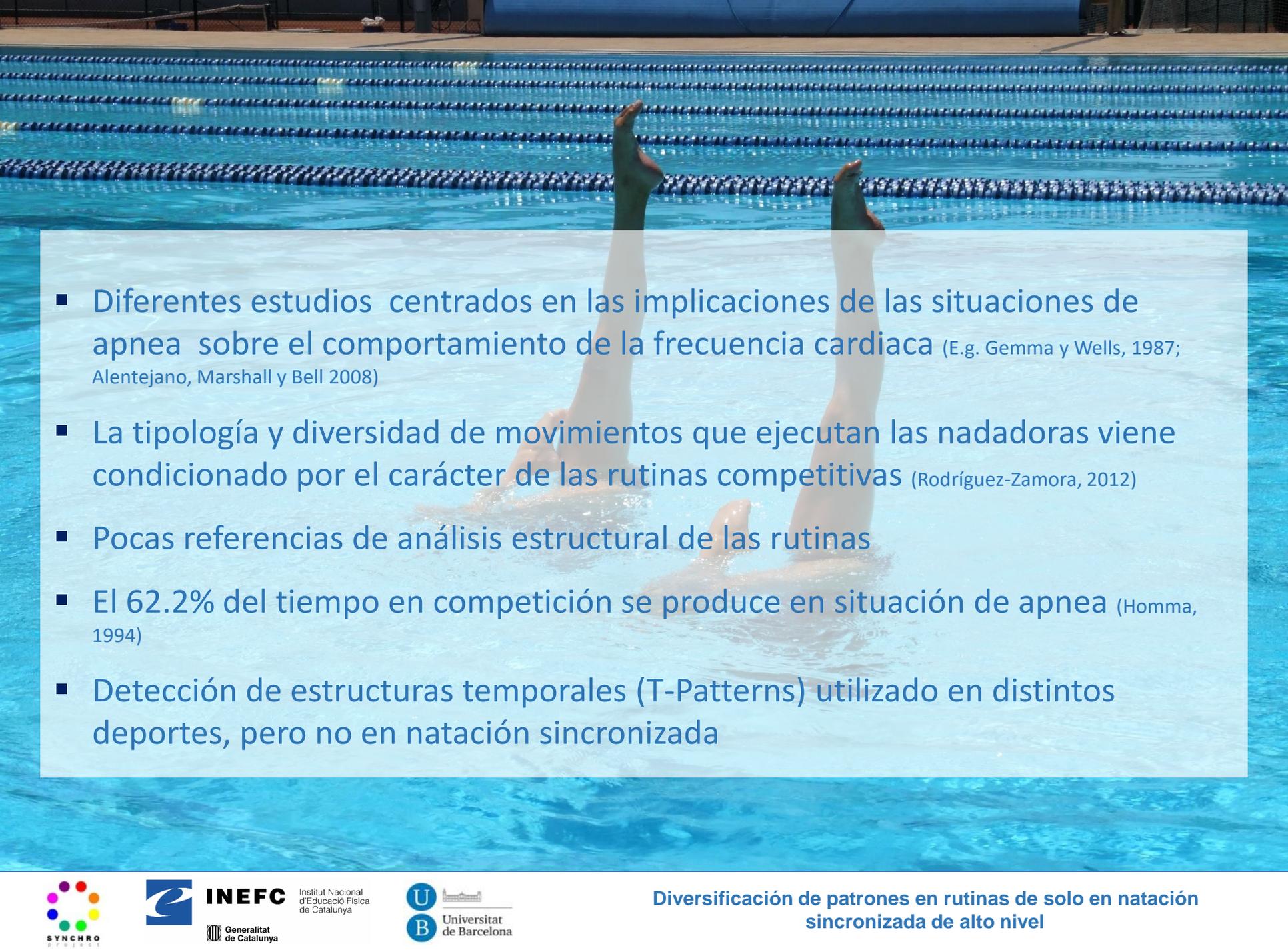


Generalitat
de Catalunya



Universitat
de Barcelona

Diversificación de patrones en rutinas de solo en natación
sincronizada de alto nivel

- 
- Diferentes estudios centrados en las implicaciones de las situaciones de apnea sobre el comportamiento de la frecuencia cardiaca (E.g. Gemma y Wells, 1987; Alentejano, Marshall y Bell 2008)
 - La tipología y diversidad de movimientos que ejecutan las nadadoras viene condicionado por el carácter de las rutinas competitivas (Rodríguez-Zamora, 2012)
 - Pocas referencias de análisis estructural de las rutinas
 - El 62.2% del tiempo en competición se produce en situación de apnea (Homma, 1994)
 - Detección de estructuras temporales (T-Patterns) utilizado en distintos deportes, pero no en natación sincronizada

Objetivos

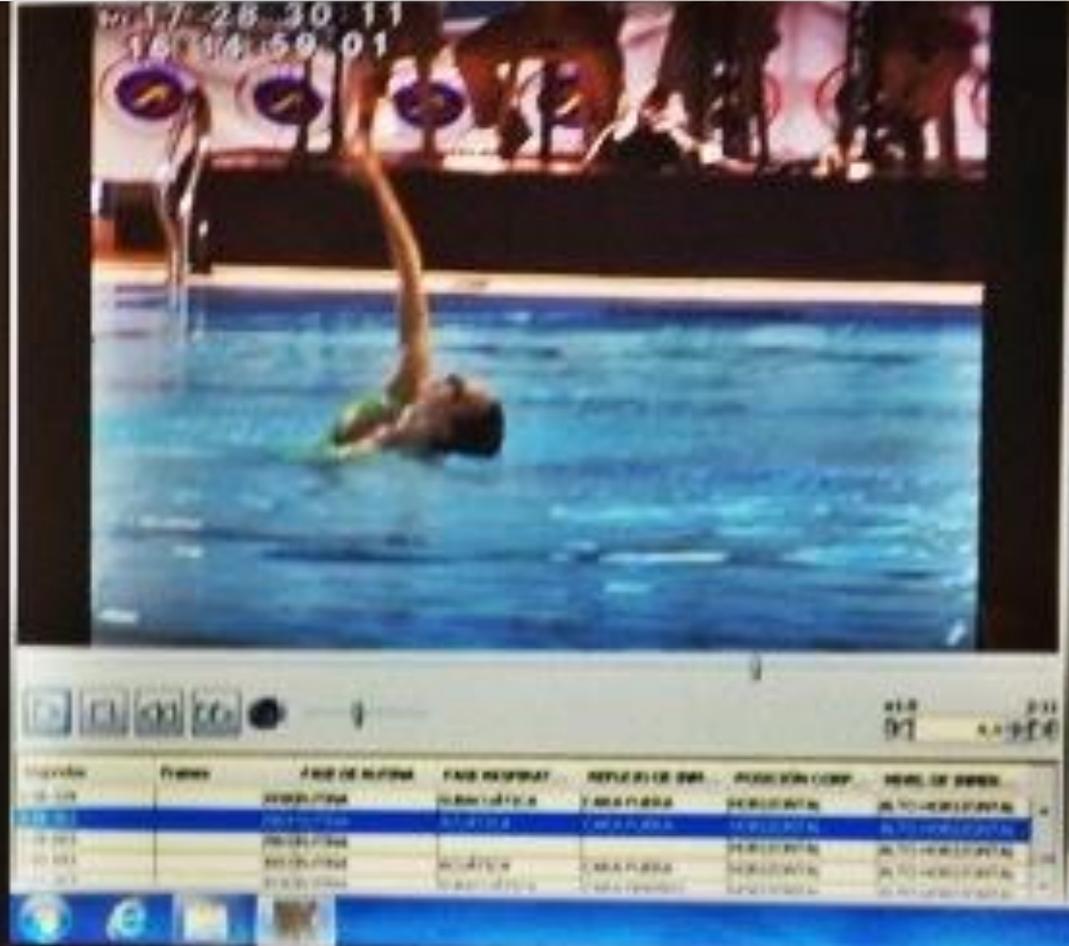


Caracterizar las diferencias en la estructura temporal y en los patrones de movimiento entre las rutinas de solo técnico y libre en la natación sincronizada de alto nivel

Material y método



Time	Activity	Distance	Speed	Heart Rate	Temp
00:00	Swimming	100m	1.20	140	28.0
00:05	Swimming	100m	1.15	145	28.0
00:10	Swimming	100m	1.10	150	28.0
00:15	Swimming	100m	1.05	155	28.0
00:20	Swimming	100m	1.00	160	28.0
00:25	Swimming	100m	0.95	165	28.0
00:30	Swimming	100m	0.90	170	28.0
00:35	Swimming	100m	0.85	175	28.0
00:40	Swimming	100m	0.80	180	28.0
00:45	Swimming	100m	0.75	185	28.0
00:50	Swimming	100m	0.70	190	28.0
00:55	Swimming	100m	0.65	195	28.0
01:00	Swimming	100m	0.60	200	28.0
01:05	Swimming	100m	0.55	205	28.0
01:10	Swimming	100m	0.50	210	28.0
01:15	Swimming	100m	0.45	215	28.0
01:20	Swimming	100m	0.40	220	28.0
01:25	Swimming	100m	0.35	225	28.0
01:30	Swimming	100m	0.30	230	28.0
01:35	Swimming	100m	0.25	235	28.0
01:40	Swimming	100m	0.20	240	28.0
01:45	Swimming	100m	0.15	245	28.0
01:50	Swimming	100m	0.10	250	28.0
01:55	Swimming	100m	0.05	255	28.0
02:00	Swimming	100m	0.00	260	28.0



Time	Frame	Angle de rotació	Angle de inclinació	Angle de inclinació de cap	Angle de inclinació de braços	Angle de inclinació de cadera
00:00	000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:05	000005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:10	000010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:15	000015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:20	000020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:25	000025	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:30	000030	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:35	000035	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:40	000040	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:45	000045	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:50	000050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:55	000055	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:00	000100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:05	000105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:10	000110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:15	000115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:20	000120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:25	000125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:30	000130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:35	000135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:40	000140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:45	000145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:50	000150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01:55	000155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02:00	000200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Diseño

- Diseño observacional P/N/M: Puntual, Nomotético, Multidimensional



Participantes

- 25 nadadoras de élite
- 42 rutinas (22 de Campeonato del Mundo y 20 de Campeonato de España)
- 19 solo técnico y 23 solo libre



Instrumento observacional

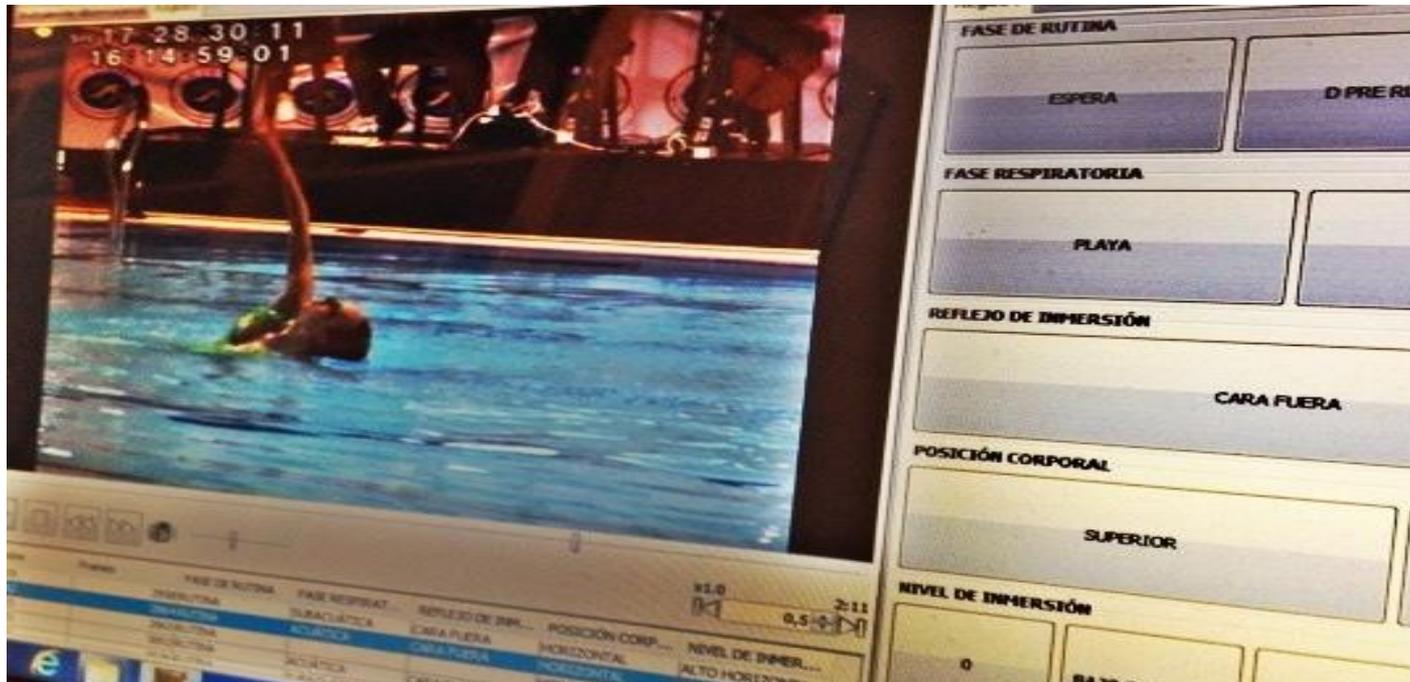


Criterio	Categorías	Descripción
FASE DE RUTINA	PLAYA	 La nadadora está en contacto con el suelo.
	AÉREA	 Momentos de salto o suspensión fuera del agua. Ninguna parte del cuerpo está en contacto con el suelo o el agua.
	ACUÁTICA	 Desde el momento en que la boca de la nadadora sale del agua, hasta que la vuelve a introducir completamente dentro del agua.
	SUBACUÁTICA	 Desde el momento en que la boca se introduce en el agua, hasta el momento en que vuelve a salir.
FASE DE INMERSIÓN	CARA FUERA	 Cara parcial o completamente fuera del agua.
	CARA DENTRO	 Inmersión completa de la cara (Barbilla y Frente).
POSICIÓN CORPORAL	SUPERIOR	 La cabeza permanece por encima de la cadera en relación al suelo.
	INFERIOR	 La cabeza permanece por debajo de la cadera en relación al suelo.
	HORIZONTAL	 La cabeza permanece a la altura de las caderas o muslos, con su límite máximo a la altura de las rodillas. El tronco permanece en todo momento en posición horizontal.
NIVEL DE INMERSIÓN	0% DE INMERSIÓN	 No hay inmersión. Todo el cuerpo de la nadadora está fuera del agua.
	BAJO NIVEL DE INMERSIÓN	 Posición superior. La parte del cuerpo INMERSA empieza desde la línea del pubis, hasta el último contacto de la nadadora con el agua.
		 Posición inferior. La parte del cuerpo inmersa empieza en la línea del pubis y finaliza con el último contacto de la nadadora con el agua. Las dos piernas están elevadas sobre la superficie o paralelas a ella, pero siempre con su nivel máximo de inmersión en la línea de pubis o glútea.
		 Posición horizontal. Si es lateral no hay bajo nivel de inmersión. Si es supina habrá nivel bajo de inmersión cuando con las dos extremidades inferiores fuera del agua, la línea de la superficie del agua quede por debajo de la línea del pubis/línea del glúteo. Si es prono habrá nivel bajo de inmersión cuando con las dos extremidades inferiores fuera del agua, la línea del pubis/línea glútea quede en la superficie del agua o por encima.
ALTO NIVEL DE INMERSIÓN	 Posición superior. Todo lo que no es bajo superior y tiene una inmersión parcial.	
	 Posición inferior. Todo lo que no es bajo inferior y tiene una inmersión parcial.	
	 Posición horizontal. Todo lo que no es bajo horizontal y tiene una inmersión parcial.	
100% DE INMERSIÓN	 Todo el cuerpo está dentro del agua.	

Instrumento de registro

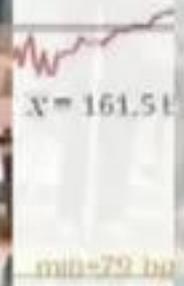
- LINCE v. 1.1

Gabín, B., Camerino, O., Anguera, M.T. y Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694.



src 17:22:28:12

16:08:57:02*



CF-SUP-ALTO



Procedimiento

- Análisis Cto. España y del Mundo absoluto de natación sincronizada.
- Rutinas filmadas (Panasonic AG-DVX100BE 3-CCD) a 1 m de la orilla para el Cto. España y imágenes televisivas para el Cto. del Mundo.
- Acuerdo a la Declaración de Helsinki (Harriss y Atkinson, 2011) y aprobación por el comité ético de investigación clínica del deporte de Cataluña.
- Se determina: tiempo, % tiempo de rutina, número de ocurrencias e inmersiones de cara superiores a 10s (Rodríguez-Zamora et al., 2013).
- Los registros que aportó directamente LINCE fueron tratados para su posterior análisis de *T-Patterns* mediante el software Theme v.6

Análisis estadístico

- Transformación de registros discretos en variables temporales continuas
- Análisis descriptivo de la temporalidad de las distintas categorías a través de la determinación de las frecuencias, porcentaje, media aritmética y desviación estándar (\pm DE) para cada rutina de competición
- Se utilizó la prueba T-Student para muestras apareadas para valorar las diferencias temporales entre rutinas de solo técnico (ST) y solo libre (SL) y la T-Student para muestras independientes para las diferencias entre campeonatos (Mundo vs. España)
- En caso de no cumplir los supuestos de normalidad se utilizó el test U de Mann-Whitney para la comparación entre campeonatos y la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para la comparación entre rutinas
- Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa SPSS, v.18. El nivel de significación fue $p < 0.05$

Resultados

Introduction & Aim

Swimming (SS) athletes need to combine sets of... aesthetically very demanding exercises, leading... breathing freely and holding breath (BH) for almost... (1994). In each program, swimmers competing... perform both a technical and a free routine. No... that characterized the physiological responses...

Examine the cardiovascular, blood lactate and... responses to competitive routines in synchronized...

Materials & Methods

14 ± 3.6 y) and junior (15.9 ± 1.0 y) synchronized... while performing a total of 96 routines during an... workshop in the technical sets (TS), free sets (FS),... dual (FD), technical team (TT), and free team (FT)

monitored using a waterproof monitor (Cardio Team, Switzerland).

(S_{cap}) was obtained from esophageal capillary samples... during recovery (minutes 3, 5, 7, and 10).

of perceived exertion (RPE) was assessed using the... Scale (Borg, 1990).



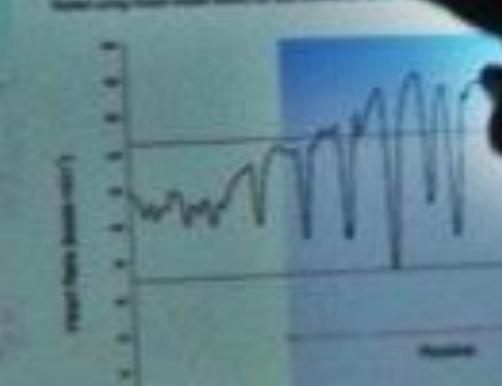
Results

Pre-exercise mean HR (beats min⁻¹) was 129.1 ± 13.2, and quickly increased during the exercise to attain mean peak values of 192.8 ± 8.6, with frequent interspersed bradycardic events down to 88.8 ± 28.3 (Figure 2). Mean L_{peak} (mmol L⁻¹) was 7.3 ± 2.0. On average RPE was 7.0 ± 1.4 ranged from 5.8 (TT) to 8.1 (FD) and was higher in juniors.

Table 1. Heart rate parameters during the routines and peak blood lactate and RPE after exercise

	Technical sets	Free sets	Technical team	Free team	Technical team	Free team
HR _{pre}	129.1 ± 13.2	129.1 ± 13.2	129.1 ± 13.2	129.1 ± 13.2	129.1 ± 13.2	129.1 ± 13.2
HR _{peak}	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6
HR _{min}	88.8 ± 28.3	88.8 ± 28.3	88.8 ± 28.3	88.8 ± 28.3	88.8 ± 28.3	88.8 ± 28.3
HR _{max}	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6	192.8 ± 8.6
HR _{avg}	150.0 ± 10.0	150.0 ± 10.0	150.0 ± 10.0	150.0 ± 10.0	150.0 ± 10.0	150.0 ± 10.0
L _{peak}	7.3 ± 2.0	7.3 ± 2.0	7.3 ± 2.0	7.3 ± 2.0	7.3 ± 2.0	7.3 ± 2.0
RPE	7.0 ± 1.4	7.0 ± 1.4	7.0 ± 1.4	7.0 ± 1.4	7.0 ± 1.4	7.0 ± 1.4

Significant differences p < 0.05 are ** p < 0.01 and *** p < 0.001. Values are mean ± SD.



Discussion

- The diving response appears to... response to exercise during ap... reduced throughout dynamic apne... the systemic vascular resistance w...

- When the swimmer starts holdin... (bradycardic) compete with each o... oxygen flow to the swimming ma... diving response would fully pro... again.

- SS competitive routines appear to... of glycolytic muscle metabolic... turnover and both low ventral... suggested by Park et al. (1982).

- The fact that lower RPE values w... swimmers, could be explained by th... competitive experience (Borg, 1990).

Conclusions

- Cardiovascular demands of co... and are characterized by... developing exercise ha...

	Solo Técnico		Solo Libre	
	Campeonato España (n = 9)	Campeonato Mundo (n = 10)	Campeonato España (n = 11)	Campeonato Mundo (n = 12)
Puntuación (puntos)	83,6 ± 7,2 & #	91,1 ± 3,9 *	82,8 ± 7,5 * ¶	90,9 ± 4,1 &
Rutina (s)	124,6 ± 8,4 &	130,5 ± 3,0 ¶	178,0 ± 6,5 * ¶	184,4 ± 5,7 # &
Fase playa (%)	2,8 ± 1,0	2,9 ± 1,3	2,8 ± 0,9	2,4 ± 0,5
Fase aérea (%)	0,2 ± 0,0 & #	0,3 ± 0,1 ¶ *	0,2 ± 0,0 * ¶	0,2 ± 0,0 # &
Fase acuática (%)	24,1 ± 5,0 &	24,3 ± 5,3 ¶	29,5 ± 4,9 *	31,6 ± 4,9 #
Fase subacuática (%)	72,9 ± 4,3 &	72,4 ± 5,9 ¶	67,5 ± 4,8 *	65,7 ± 4,8 #
Cara dentro (s)	85,1 ± 7,6 &	89,8 ± 7,0 ¶	111,1 ± 10,1 *	110,8 ± 9,0 #
Cara dentro (%)	68,3 ± 4,7 &	68,8 ± 5,8 ¶	62,3 ± 4,4 *	60,1 ± 5,1 #
Tiempo máximo cara dentro (s)	20,7 ± 4,2	19,0 ± 2,9	23,4 ± 3,3	22,3 ± 4,5
Elementos cara dentro > 10" (n)	2,9 ± 0,6	3,6 ± 0,8	3,9 ± 0,9	4,1 ± 1,0
Elementos cara dentro > 10" (s)	47,5 ± 10,6	54,2 ± 9,9	62,3 ± 15,7	65,2 ± 14,2

Valores son media ± SD

* = Diferencias con solo técnico en campeonato de España;

= diferencias con solo técnico en campeonato del Mundo;

& = diferencias con solo libre en campeonato de España;

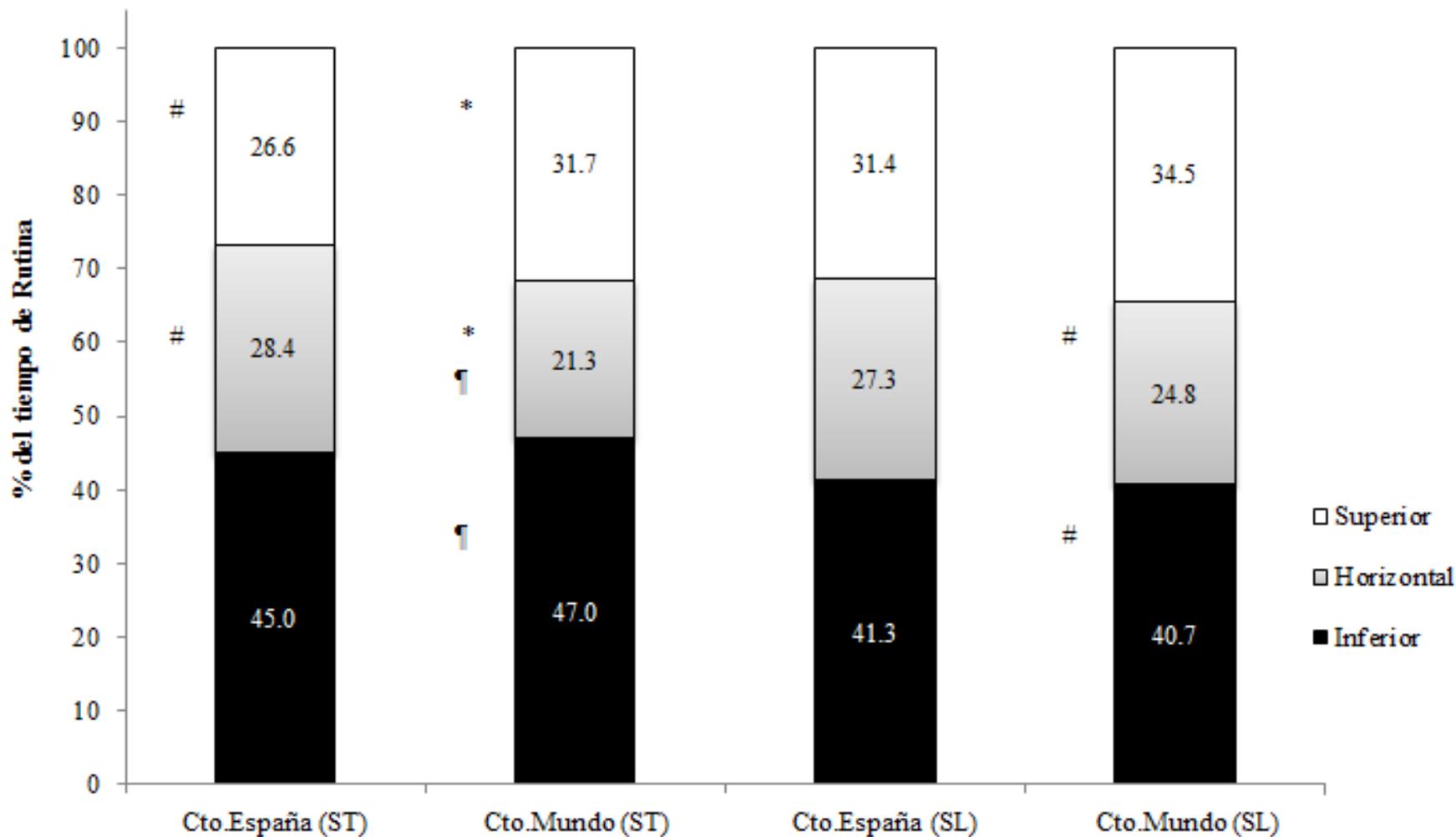
¶ = diferencias con solo libre en campeonato del Mundo (P<0,05)

	Solo Técnico		Solo Libre	
	Campeonato España (n = 9)	Campeonato Mundo (n = 10)	Campeonato España (n = 11)	Campeonato Mundo (n = 12)
0% de inmersión (%)	3,1 ± 0,9	3,3 ± 1,2	3,0 ± 0,9	2,6 ± 0,5
100 % de inmersión (%)	18,5 ± 4,2 &	17,2 ± 3,2 ¶	15,1 ± 4,2 * ¶	12,3 ± 2,9 & #
Alta inmersión (%)	74,6 ± 4,3 &	75,0 ± 4,2 ¶	79,7 ± 4,0 *	81,5 ± 3,5 #
Baja inmersión (%)	3,8 ± 1,8 &	4,5 ± 1,3 ¶	2,2 ± 0,6 * ¶	3,6 ± 1,0 & #

Valores son media ± SD

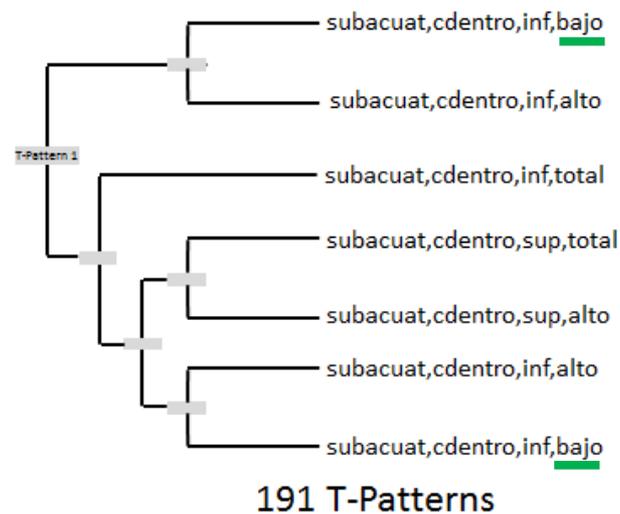
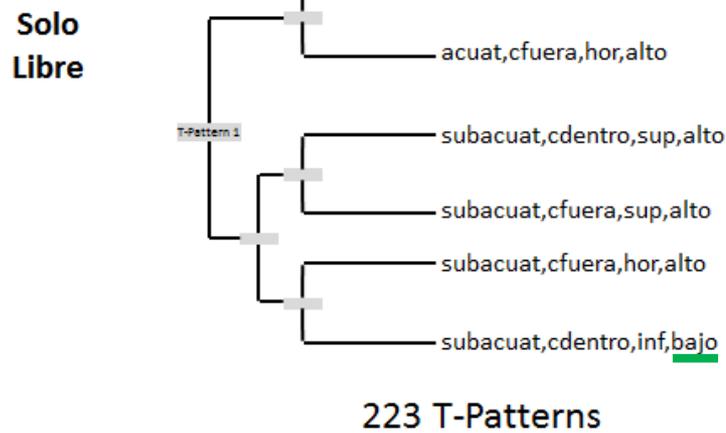
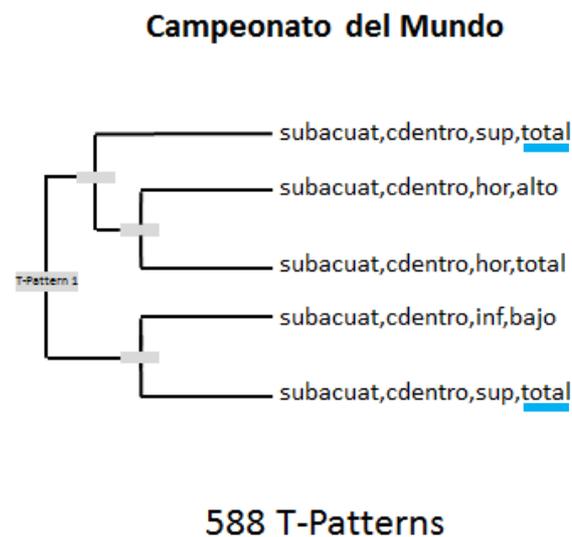
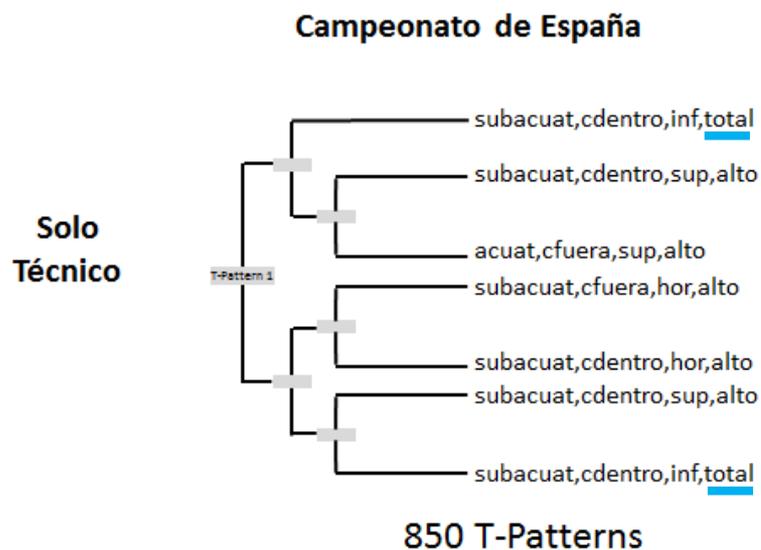
* = Diferencias con solo técnico en cto. de España;
= diferencias con solo técnico en cto. del Mundo;

& = diferencias con solo libre en cto. de España;
¶ = diferencias con solo libre en cto. del Mundo (P<0,05)



* = Diferencias con Solo técnico Cto. España; & = diferencias con Solo libre Cto. España;
 # = diferencias con Solo técnico Cto. Mundo; ¶ = diferencias con Solo libre Cto. Mundo (P<0,05)

Primer *T-Pattern* detectado en los distintos tipos de rutina y nivel competitivo



Principales ocurrencias en las rutinas de sincronizada en función de la fase de rutina, fase de apnea, posición corporal y nivel de inmersión

	Campeonato de España		Campeonato del Mundo	
	Solo Técnico	Solo Libre	Solo Técnico	Solo Libre
	n	n	n	n
Rutinas	9	11	10	12
Patrones	850	223	588	191
Ocurrencias en rutina	1153	1991	1196	2065
1 subacuat,cdentro,inf,alto	203	299	218	385
2 subacuat,cdentro,hor,alto	199	358	199	348
3 subacuat,cfuera,sup,alto	133	287	154	288
4 subacuat,cdentro,sup,alto	148	285	166	249
5 acuat,cfuera,sup,alto	117	247	159	278
6 acuat,cfuera,hor,alto	122	226	110	257
7 subacuat,cfuera,hor,alto	127	234	79	196
8 subacuat,cdentro,sup,total	85	132	101	134
9 subacuat,cdentro,inf,bajo	77	103	95	176
10 subacuat,cdentro,inf,total	72	130	91	148

Conclusiones

- Los análisis estadísticos tradicionales y la detección de *T-Patterns*, nos han permitido apreciar la diversificación de patrones secuenciales temporales en las distintas tipologías de rutinas competitivas de la natación sincronizada.
- Podemos afirmar que existen diferencias significativas entre las rutinas de solo libre y solo técnico tanto en la estructura temporal como en los *T-Patterns* detectados.
- Los programas técnicos se caracterizan por mayores porcentajes temporales en fases de apnea, elementos en baja inmersión, ejecuciones en posición inferior y número de *T-Patterns* detectados.



Gracias

Agradecimientos y financiación:

- INEFC (Universitat de Barcelona)
- Deportistas, equipos técnicos y arbitrales de Real Federación Española Natación y Federació Catalana Natació.
- Proyecto "Synchro Project: Caracterización bioenergética y estructural de la natación sincronizada" subvencionado por Institut Català de les Dones Generalitat Catalunya (U-34/10) y Consejo Superior Deportes (001/UPB10/11). A Pilar Clapés i equipo de observación por su colaboración en el registro de datos.
- Ayudas predoctorales Institut Nacional Educació Física Catalunya (INEFC Barcelona) y AGAUR (IUE/2365/2009)
- Proyecto "Observación de la interacción en deporte y actividad física: avances técnicos y metodológicos en registros automatizados cualitativos-cuantitativos", subvencionado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad (DEP2012-32124).

Xavier Iglesias

xiglesias@gmail.com

<http://inefcresearch.wordpress.com>

<http://inefcgiseafe.com/>



Algunas imágenes de la presentación, han sido obtenidas de recursos en línea y se ha indicado expresamente su fuente. Dada la gran diversidad de sitios web que hay es difícil conocer la autoría de las mismas. Si los/las autores/as desean su reconocimiento o eliminación, no tienen más que indicarlo y se procederá.

Si no se especifica lo contrario, el contenido de esta obra está sujeta a una licencia de [Reconocimiento-NoComercial-CompartidIgual 3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)