

II. 1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Los datos del estudio han sido obtenidos durante la celebración de los Grandes Premios (GP) Infantil y Junior. Estas competiciones son equivalentes a un campeonato de España, y son organizadas por la Real Federación Española de Natación (RFEN) al término de la temporada de invierno, como culminación de la preparación invernal para estas categorías. Por consiguiente, la preparación de los nadadores se orientaba para que pudieran clasificarse y participar en estos campeonatos y de esta forma se garantizaba la presencia de los mejores nadadores de ámbito estatal en estos "Grandes Premios".

En concreto, los registros se han obtenido durante la celebración del GP infantil celebrado en Gandía en febrero de 1994 y durante la celebración de los GP juniors celebrados en Vila-Real en marzo de 1994 y en Montjuic en marzo de 1996.

De esta forma, se ha podido realizar, por un lado, un estudio transversal de determinadas variables antropométricas (talla, peso, envergadura, longitud de pié y longitud de mano) y cinemáticas (velocidad de nado, frecuencia de ciclo, longitud de ciclo y índice de nado) en las poblaciones infantil y junior con un nivel de rendimiento que les permite participar en competiciones de ámbito estatal. Para ello, se han utilizado los registros obtenidos con la población de los tres GP (1 infantil y 2 juniors). Por otro lado, se ha realizado un estudio longitudinal del comportamiento de estas variables en una determinada población, cuyo nivel de rendimiento les permitió participar en competiciones de ámbito estatal en la categoría infantil y dos años después en la categoría junior. Para ello se han utilizado los registros de aquellos nadadores que participaron en el GP Infantil de Gandía en el año 1994 y dos años después (1996) participaron en el GP Junior de Montjuic en la misma prueba.

Los nadadores y nadadoras observados se agruparon con relación al grupo de edad al que pertenecían, según las categorías que establece RFEN, el género y el tipo de prueba nadada.

Las categorías antes citadas son:

- Infantil masculino: 14 y 15 años
- Infantil femenino: 12 y 13 años
- Junior masculino: 16 y 17 años
- Junior femenino: 14 y 15 años

Las pruebas observadas fueron las siguientes:

- 1500 libre (1500 L) masculino
- 800 libre (800 L) femenino
- 400, 200 y 100 libre (400 L, 200 L y 100 L) masculino y femenino
- 200 y 100 mariposa (200 M y 100 M) masculino y femenino
- 200 y 100 espalda (200 E y 100 E) masculino y femenino
- 200 y 100 braza (200 B y 100 B) masculino y femenino

La distribución del número de sujetos, nadadores (m) y nadadoras (f) analizados en este estudio se muestran en la tabla M1.

Tabla M1. Número de sujetos analizados en las distintas pruebas durante las tres competiciones.

	Infantil - 1994		Junior 1994		Junior 1996	
	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>f</i>
1500 L	18	--	26	--	20	--
800 L	--	20	--	32	--	22
400 L	36	36	34	36	34	30
100 L	36	32	35	36	48	45
200 L	19	38	36	41	35	48
100 M	30	44	30	27	44	38
200 M	16	18	34	35	24	29
100 E	34	46	30	39	47	30
200 E	28	25	45	38	39	29
100 B	31	40	29	33	44	43
200 B	18	13	33	36	36	46
Total por género y Gran Premio	266	312	332	353	371	360
Total por Gran Premio	578		685		731	
TOTAL	1994					

m - masculino *f* - femenino

De los sujetos analizados (figura M1) se formó una nueva muestra (figura M2), organizada según que los sujetos repitiesen prueba (RP) o no (NRP) y según que repitiesen competición (RC) o no (NRC).

Para poder participar en estos GP los nadadores y nadadoras tuvieron que superar previamente unos tiempos mínimos que establece RFEN. Por tanto, se puede considerar que los nadadores y nadadoras que participan en estas competiciones son los mejores en el ámbito estatal, con relación a su año de nacimiento.

II.2. MATERIAL INSTRUMENTAL

Los aparatos que se utilizaron para tomar las distintas medidas cinemáticas y antropométricas a los diferentes sujetos y en las diferentes pruebas que componen la muestra fueron los siguientes:

Cámara de vídeo marca PANASONIC modelo VHS NV-M7 que graba utilizando el sistema PAL (Phase Alternation by Line). Dicho sistema es el más utilizado en Europa (excepto en Francia y Rusia), su frecuencia de filmación es de 25 cuadros (fotogramas) por segundo (cada fotograma está compuesto por dos campos que corresponden a las líneas pares e impares del monitor). Un fotograma tiene 625 líneas de exploración la mitad pares y la otra mitad impares.

Reproductor de vídeo del mismo sistema de grabación, marca PANASONIC para la visualización de los registros.

Cronómetro electrónico marca OMEGA Swin-O-Matic OSM 6 para la obtención del tiempo total y tiempos parciales realizados por los nadadores y nadadoras en cada una de las pruebas.

Cronómetro manual marca TAG HEUER modelo microsplot 1030 para las mediciones del tiempo en tres ciclos en cada una de las pruebas y parciales.

Báscula pesa personas marca SECA de precisión de 100 gramos, para obtener el valor del peso corporal.

Tallímetro incorporado a la bascula, con una precisión de un milímetro, para la obtención de la estatura de los nadadores.

Cinta métrica R.C.H. con precisión de un milímetro, para la obtención de la envergadura, longitud de la mano y longitud del pie

Tabla M2. Número de sujetos participantes en el GP Infantil de Gandía en 1994 y en el GP Junior de Montjuic en 1996 según su repetición en participación en prueba y competición

	Infantil - 1994								Junior 1996							
	m				f				m				f			
	RP	NRP	RC	NRC	RP	NRP	RC	NRC	RP	NRP	RC	NRC	RP	NRP	RC	NRC
1500 L	6	12	7	11	--	--	--	--	6	14	14	6	--	--	--	--
800 L	--	--	--	--	3	17	9	11	--	--	--	--	3	19	12	10
400 L	14	22	22	14	12	24	22	14	14	20	19	15	12	18	19	11
100 L	17	19	23	13	15	17	21	11	17	31	26	22	15	30	24	21
200 L	6	13	15	4	13	25	17	21	6	29	18	17	13	35	30	18
100 M	14	16	19	11	14	30	26	18	14	30	24	20	14	24	17	21
200 M	1	15	5	11	6	12	7	11	1	23	10	14	6	23	14	15
100 E	17	17	26	8	18	28	29	17	17	30	23	24	18	12	19	11
200 E	14	14	19	9	6	19	8	17	14	25	23	16	6	23	21	8
100 B	16	15	20	11	20	20	25	15	16	28	22	22	20	23	20	23
200 B	7	11	11	7	8	5	12	1	7	29	16	20	8	38	19	27
Total	112	154	167	99	115	197	176	136	112	259	195	176	115	245	195	165

m - masculino f - femenino

RP - repite prueba NRP - no repite prueba RC - repite competición NRC - no repite competición

II.3. MEDIDAS

3.1. Medidas de parámetros cinemáticos

Los parámetros cinemáticos que se controlaron fueron la velocidad media de la prueba, la velocidad por parciales de la prueba, la frecuencia de ciclo media de la prueba, la frecuencia de ciclo por parciales, la longitud de ciclo media de la prueba, la longitud de ciclo por parciales, el índice de nado medio de la prueba y el índice de nado por parciales

Velocidad media de nado (v): Se obtuvo a partir del tiempo realizado por el nadador en la prueba. Para ello se calculó la relación espacio/tiempo y se midió en metros/segundo.

Velocidad por parciales de la prueba: Se obtuvo a partir del tiempo realizado por el nadador en cada uno de las distancias parciales en que se dividió cada prueba. Para las pruebas en que la distancia era de 1500, 800 y 400 metros, las velocidades parciales fueron calculadas por cada tramo de 100 metros. Para las pruebas en que la distancia a cubrir era de 100 y 200 metros las velocidades parciales fueron calculadas por cada tramo de 50 metros. Para ello se calculó en ambos casos la relación espacio/tiempo en cada parcial y la velocidad de cada parcial se midió en metros/segundo.

Frecuencia de ciclo media (FC) y frecuencia de ciclo por parciales: La FC (ciclos/minuto) se obtuvo a partir del tiempo que el nadador tardaba en realizar tres ciclos de brazos. La toma se hizo en la parte central del segundo tramo de cada 50 metros o en el cuarto tramo de cada 100 metros según la distancia total de la prueba. La FC por parciales se convirtió en nº ciclos/minuto al aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{FC (c/m)} = 60 \text{ segundos} \times 3 \text{ ciclos} / \text{tiempo en 3 ciclos}$$

De esta forma se obtuvieron la FC de todos los parciales que componen la prueba, y la FC media a través de la siguiente fórmula

$$\text{FC} = \sum \text{FC} / \text{n}^\circ \text{ parciales}$$

Longitud de ciclo medio (LC) y longitud de ciclo por parciales: La LC (metros/ciclo) fue calculada dividiendo la v por la FC y multiplicando por 60 segundos, ya sea utilizando los valores medios o los valores por parciales de la FC y de la v:

$$\text{LC (m/c)} = (v / \text{FC}) \times 60$$

Índice de nado medio (IN) e índice de nado por parciales: El IN fue calculado multiplicando la v por la LC, ya sea utilizando los valores medios o los valores por parciales de la LC y de la v. Por consiguiente este es un valor adimensional:

$$\text{IN} = v \times \text{LC}$$

3.2. Medidas de parámetros antropométricos

Los parámetros antropométricos que se controlaron fueron la envergadura, la longitud de la mano derecha, la longitud del pie derecho, la estatura y el peso. Para ello se siguieron las directrices marcadas por Navarro y col. (1991) con algunas modificaciones que a continuación se describen:

Envergadura (E). Distancia entre los extremos de los dedos medios (dactilios), estando los brazos en abducción y paralelos al suelo. El sujeto se

apoya en una pared, con los talones juntos y la cabeza alineada en el plano Francfort. Los valores obtenidos se registraron en centímetros.

Longitud de la mano (LM). Distancia entre el extremo distal de la 3^a falange del dedo medio y el borde proximal interno de la región tenar de la mano. Los valores obtenidos se registraron en centímetros.

Longitud Pie (LP). Distancia según el eje medio del pie entre el borde distal de la segunda falange del dedo gordo y el borde posterior del calcáneo. Los valores obtenidos se registraron en centímetros.

Estatura (T). Distancia desde el vertex al suelo. El sujeto está de pie, con los brazos pendientes y los talones juntos. La cabeza alineada según el plano de Francfort. Los valores obtenidos se registraron en centímetros

Peso (P). Obtenido con el sujeto descalzo y en bañador. Los valores obtenidos se registraron en kilogramos

II.4. PROTOCOLOS

Los parámetros antropométricos, en todos los GP, se registraron en un espacio anexo a la piscina e inmediatamente después de finalizar los(as) nadadores(as) sus respectivas pruebas, con el objeto de no interferir en el desarrollo y preparación de las respectivas pruebas.

Los registros relacionados con la obtención de los diferentes parámetros cinemáticos se obtuvieron, en todos los GP, de la siguiente forma:

- el tiempo total y los tiempos parciales en cada prueba eran facilitados, a través del cronometraje electrónico, por el director de competición correspondiente.
- el registro de los tiempos realizados durante los tres ciclos completos de nado en cada uno de los parciales se llevaron a cabo mediante el visionado cada una de las pruebas en las cintas de vídeo grabadas para tal efecto. Se realizó de forma manual con un cronómetro:
 - en el caso de los crolistas y espaldistas, este se iniciaba en el momento de introducir la mano derecha dentro del agua y se paraba al terminar el tercer ciclo completo de brazos, es decir, en el momento de introducir la mano derecha,
 - en el caso de los mariposistas, la referencia de inicio y final en la toma del tiempo correspondiente a los tres ciclos completos se producía cuando las dos manos entraban de forma simultánea en el agua
 - en el caso de los braicistas, la referencia fue la elevación de la cabeza por encima de la superficie del agua, parando el tiempo en el momento que se producía la tercera elevación de la cabeza por encima de la superficie del agua.

Todos estos registros se realizaron cuando el nadador/a realizaba la segunda piscina de cada parcial de 50 o la cuarta de cada parcial de 100 metros en su parte central (aproximadamente entre los 10 y 20 metros de esa piscina)

En cuanto a la fiabilidad de las mediciones:

De la metodología utilizada para el registro de datos, cabe destacar con relación a los datos de tiempos parciales y tiempos totales, que estos son totalmente fiables en tanto en cuanto han sido obtenidos de los registros efectuados en competición a través del cronometraje electrónico.

En relación con los registros efectuados de la frecuencia de ciclo, registro que ha sido realizado a través de la grabación en cinta de vídeo, que esta ha sido realizada de forma manual. Keskinen y Komi (1993), sobre este tipo de mediciones manuales, realizan un estudio para comparar las diferencias entre dos experimentados evaluadores de la FC de forma manual. La diferencia mayor fue de 0,25 ciclos/minuto, mientras que los valores medios (36,65 y 36,72) mostraron una diferencia media menor (0,07 ciclos minuto) después de evaluar a 12 nadadores diferentes durante 10 nados. Por otro lado, el error estimado cuando la obtención de la frecuencia de ciclo se hace de forma manual en comparación de cuando se sincroniza simultáneamente el tiempo y la imagen en un vídeo es según Reischle (1993) de ± 2 ciclos/minuto.

Con relación a la LC, los cálculos realizados, en este estudio, sobre la base de la velocidad media de los parciales sobrestiman en un 5% a la LC calculada basándose en la velocidad de nado, donde no son tenidos en cuenta ni los virajes ni la salida. En este sentido los trabajos de East (1970) y Thayer y Hay (1984) nos muestran que estos errores no influyen en las comparaciones intergrupos en los estudios realizados sobre un gran número de sujetos. También Dessy y col. (1995) proponen medir la LC basándose en la Frecuencia de ciclo y la velocidad en el parcial para que los entrenadores en sus sesiones de entrenamiento, donde no pueden utilizar métodos más fiables, puedan comparar sus LC con los registros realizados en este tipo de estudios.

En cuanto al índice de nado no hemos encontrado referencias, de esta medida indirecta, en cuanto a la fiabilidad sobre registros que toman de base a la velocidad del parcial o a la velocidad de nado donde se excluyen salida y viraje. Los errores de esta variable habrán de ser similares a los registrados en las dos formas de obtener la longitud de ciclo.

II.5. ANALISIS DE DATOS

El estudio sobre el comportamiento de las variables cinemáticas y antropométricas en los nadadores infantiles y juniors se ha llevado a cabo mediante los cuatro análisis siguientes:

1. Comportamiento de las variables con relación a la prueba, género y edad.
2. Comportamiento de las variables en el tiempo. Estudio longitudinal
3. Comportamiento de las variables en relación con el nivel de rendimiento del nadador.
4. Comportamiento de las variables durante el desarrollo de una prueba

Tabla M3. Variables cinemáticas y antropométricas estudiadas en el presente trabajo

Cinemáticas	Antropométricas
Frecuencia de Ciclo (c/m)	Envergadura (cm)
Longitud de Ciclo (m/c)	Longitud Mano (cm)
Índice de Nado (v x LC)	Longitud Pie (cm)
Velocidad (m/s)	Estatura (cm)
	Peso (kg)

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete SPSS para Windows 95 (v. 6.1.3.). Las gráficas han sido elaboradas con el programa Microsoft Excel del paquete Office 97 de Microsoft.

En cada uno de estos análisis, tanto la muestra como el tratamiento estadístico ha sido el siguiente:

1. Comportamiento de las variables con relación a la prueba, género y edad. Estudio transversal

Se utilizaron los datos obtenidos (las medias, desviaciones típicas y las diferencias porcentuales entre medias correspondientes a cada prueba, grupo de edad y género, tanto de las variables cinemáticas como antropométricas) del total de los sujetos en las pruebas observadas en las competiciones del GP Infantil y Junior de 1994, realizándose, asimismo, los siguientes tests de comparaciones de medias:

- Prueba t para muestras independientes de las variables antropométricas por grupo de edad según género y prueba.
- Prueba t para muestras independientes de las variables antropométricas por tipo de prueba según grupo de edad y género.
- Prueba t para muestras independientes de las variables cinemáticas por grupo de edad según género y prueba.
- Prueba t para muestras independientes de las variables cinemáticas por tipo de prueba según grupo de edad y género.

2. Comportamiento de las variables en el tiempo. Estudio longitudinal.

Partiendo del análisis de los sujetos según su participación o no en prueba y competición (tabla M2) se obtuvieron las medias, desviaciones típicas y diferencias porcentuales entre medias de las variables antropométricas y cinemáticas de cada uno de los nadadores y nadadoras que participaron en la misma prueba tanto en el GP Infantil como en el Junior, realizándose, asimismo, los siguientes tests de comparaciones de medias:

- Prueba t para muestras relacionadas de las variables antropométricas en el tiempo por prueba y género.
- Prueba t para muestras relacionadas de las variables cinemáticas en el tiempo por prueba y género.

Sobre la muestra de nadadores(as) que repitieron participación en el GP Infantil de Gandía en 1994 y en el GP de Montjuic en 1996 se llevaron a cabo los siguientes análisis estadísticos:

- Tabla contingencia para determinar la presencia de nadadores en competiciones de alto nivel en el transcurso de 2 años, ya sea por presencia en la misma prueba o por presencia en las dos competiciones.
- Medias y desviaciones típicas de la variable velocidad por prueba y género entre los que repiten y no repiten prueba entre las dos tomas (1994-1996)
- Medias y desviaciones típicas de la variable velocidad por prueba y género entre los que repiten y no repiten competición entre las dos tomas (1994-1996)

Realizando a continuación los tests siguientes de contraste de medias:

- Prueba t para muestras independientes de la variable velocidad por prueba y género entre los que repiten y no repiten prueba entre las dos tomas (1994-1996)
- Prueba t para muestras independientes de la variable velocidad por prueba y género entre los que repiten y no repiten competición entre las dos tomas (1994-1996)

3. Comportamiento de las variables en relación con el nivel de rendimiento del nadador. Estudio transversal

Se utilizó la muestra total de los sujetos observados en las distintas pruebas en las que participaron durante las competiciones del GP Infantil y Junior de 1994, obteniéndose las medias, desviaciones típicas y diferencias porcentuales entre las medias correspondientes a los 6 mejores nadadores/as clasificados y al resto de nadadores/as clasificados, de cada una de las pruebas, grupo de edad y género, de las variables antropométricas.

Posteriormente se realizó un Anova de un factor con test Post hoc de Scheffé.

En el caso de las variables cinemáticas, se realizó el mismo análisis, incluyendo un nuevo grupo, que llamaremos de élite, formado por los 6 mejores clasificados en la Copa del Mundo en Piscina de 25 metros, celebrada en Palma de Mallorca en Diciembre de 1994. Los datos de velocidades y frecuencias de ciclo de este grupo han sido extraídos del estudio realizado por el Equipo de valoración de la RFEN dirigido por Arellano (1993). Los datos de las longitudes de ciclo e índices de nado han sido calculados a partir del estudio citado. Esto

ha permitido obtener las medias y desviaciones típicas correspondientes de cada uno de los siguientes grupos según las diferentes pruebas y géneros:

- 6 mejores nadadores infantiles
- Resto de nadadores infantiles
- 6 mejores nadadores juniors
- Resto nadadores juniors
- 6 mejores nadadores élite

En las pruebas de 400, 800 y 1500 libre solo se han podido obtener las medias, desviaciones típicas y diferencias porcentuales de los 6 mejores nadadores y el resto de nadadores de cada una de las pruebas, grupo de edad y género, por no disponer de datos de los 6 mejores nadadores de élite

4. Comportamiento de las variables durante el desarrollo de una prueba. Estudio transversal y longitudinal

La muestra y el análisis realizados son los mismos que se han citado en el apartado anterior, con la salvedad el análisis de las variables cinemáticas estudiadas se ha llevado a cabo a través de las diferencias porcentuales de cada parcial con el valor medio del comportamiento de cada variable en cada prueba:

- En las pruebas de 1500, 800 y 400 libre se han registrado parciales cada 100 metros
- En el resto de pruebas se han registrado parciales cada 50 metros

En este apartado también se han estudiado las modificaciones de la velocidad por parciales entre la primera competición (GP Infantil - Gandía 1994) y la segunda competición (GP Junior - Montjuic 1996). La muestra utilizada ha sido la que se refleja en la tabla M2, columna RC, y hace referencia a aquellos nadadores y nadadoras que repitieron prueba entre las dos tomas.

Para ello, se ha realizado una prueba *t* para muestras relacionadas de las diferencias porcentuales de las variables cinemáticas por parciales en el tiempo por prueba y género.