UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF

POLITÉCNICA

**ANÁLISIS DE LA COMPETICIÓN EN NATACIÓN
PARALÍMPICA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE
DISTANCIAS INDIVIDUALIZADAS: JUEGOS
PARALÍMPICOS DE LONDRES 2012**

TESIS DOCTORAL

ALBERTO ALMENA FLORES

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Madrid, 2017

**DEPARTAMENTO DE SALUD Y RENDIMIENTO
HUMANO**

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF

**ANÁLISIS DE LA COMPETICIÓN EN NATACIÓN
PARALÍMPICA MEDIANTE LA METODOLOGÍA
DE DISTANCIAS INDIVIDUALIZADAS: JUEGOS
PARALÍMPICOS DE LONDRES 2012**

TESIS DOCTORAL

ALBERTO ALMENA FLORES

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Directores

Dr. JAVIER PÉREZ TEJERO

Doctor en Educación Física

Dr. SANTIAGO VEIGA FERNÁNDEZ

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Madrid, 2017

**Tribunal nombrado por el Mgfco. y Excmo. Sr. Rector de la
Universidad Politécnica de Madrid, el día
.....de de 2017.**

Presidente: D.

Vocal: D.

Vocal: D.

Vocal: D.

Secretario: D.

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis, el día
.....de de 2017 en

Calificación:.....

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría mostrar mi gratitud a mi mentor, el Doctor Javier Pérez Tejero, gracias a ti, esta tesis doctoral es una realidad. A lo largo de ella has sabido guiarme con la precisión, destreza y habilidad que te caracteriza. Has sabido inculcarme la importancia del rigor académico y la responsabilidad sin los cuales no podría haber completado mi formación como investigador.

En segundo lugar agradecer al Doctor Santiago Veiga Fernández por transmitir tus conocimientos, tus orientaciones y meticulosidad a la hora de trabajar. Gracias por el tiempo dedicado, por la premura a la hora de atender mis dudas y por el tiempo dedicado.

A la Cátedra de Estudios sobre Deporte Inclusivo (CEDI) por acogerme y hacerme sentir como en mi propia casa. A su personal que con su total disposición y cordialidad, me han ayudado en todo aquello que he necesitado.

A la Doctora Carmen Ocete, compañera de batalla, siempre has encontrado un momento para solucionar aquello que mis prisas te han pedido.

Al Doctor Enrique Navarro Cabello por abrirme la puertas del Laboratorio de Biomecánica del INEF y poner a mi disposición todos los recursos necesarios para poder llevar a cabo el presente estudio.

Al Comité Paralímpico Internacional, por dejarnos ir a los Juegos Paralímpicos de Londres 2012 y llevar a cabo este proyecto.

Al Doctor Javier Coterón, fuente de conocimiento y vocación docente. Muchas gracias por inculcar tu filosofía, metodología y rigor a la hora de llevar a cabo cualquier investigación. Os agradezco a ti y a la Doctora Evelia Franco la ayuda prestada en la elaboración del apartado de resultados.

A Carol, mi mujer, por mostrarte en todo momento fuerte y firme. Junto a Carlota, nuestra hija, has sabido darme las fuerzas suficientes para seguir adelante. Gracias a vosotras he alcanzado el equilibrio para no desistir en el camino. Vuestra presencia supone un gran apoyo para mi persona, os estoy eternamente agradecido.

A Vicente y Mercedes por vuestra incondicional y desinteresada ayuda. Sois un modelo y ejemplo a seguir.

Al Doctor Archit Navandar el apoyo brindado durante la toma de datos, sin tu ayuda no habría sido posible realizarla.

Por último, no quiero olvidarme de todos mis amigos por la ayuda prestada, en especial a Sergio Martínez y Antonio Ranchal. Hemos pasado grandes momentos hablando de natación y compartido multitud de experiencias que me han ayudado a crecer en este deporte.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	VII
ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
ÍNDICE de FIGURAS.....	XXIII
RESUMEN	XXIX
SUMMARY	XXXV
Capítulo I. Marco teórico.....	3
1.1. El movimiento paralímpico: de los comienzos hasta nuestros días.....	3
1.2. La natación como deporte paralímpico	7
1.3. La clasificación en la natación adaptada y paralímpica	11
1.3.1 Fundamentos de la clasificación en deporte paralímpico.....	11
1.3.2. La clasificación en natación paralímpica	14
1.4. El análisis de la competición	25
1.4.1. Tiempo de salida (TS).....	28
1.4.2 Tiempo de nado (TN).....	30
1.4.3. Frecuencia de ciclo (FC)	31
1.4.4. Longitud de ciclo (LC).....	32
1.4.5. Tiempo de Viraje (TV).....	33
1.4.6. Tiempo de llegada (TLL)	34
1.5. Análisis de la competición en nadadores con discapacidad	35
1.6. Otros estudios basados en parámetros biomecánicos y/o fisiológicos en nadadores con discapacidad.....	39
1.7. Justificación del estudio	42

Capítulo II. Hipótesis y objetivos	45
Capítulo III. Material y método.....	49
2.1. Tipo de investigación	49
2.2. Características de la muestra	49
2.3. Adquisición de datos	51
2.4. Técnicas de adquisición de datos en el análisis de la competición	52
2.5. La fotogrametría 2D	54
2.6. Registro de los datos.....	57
2.6.1. Equipo investigador.....	57
2.6.2. Ubicación y preparación de las cámaras	57
2.7. Procesamiento de los datos.....	68
2.8. Variables del estudio	72
2.9. Tratamiento estadístico.....	74
Capítulo IV. Resultados.....	75
3.1. Caracterización de nadadores con discapacidad según clase-grupo y estilo.....	75
3.1.1. Contribución de los segmentos acíclicos (salida-viraje) de la prueba	77
3.1.2. Distancia recorridas por nadadores/as paralímpicos en los distintos segmentos de prueba en natación (salida, nado y viraje).....	79
3.1.3. Perfil de velocidad de los nadadores/as paralímpicos en los segmentos de prueba en natación (salida, nado y viraje).....	91
3.2. Comparación entre clases.	103
3.2.1. Género femenino.....	104
3.2.2. Género masculino.....	117
3.3. Comparación entre géneros.	129
CAPITULO V. Discusión	131
4.1. Caracterización de nadadores con discapacidad.....	133

4.1.1. Distancias individuales de los segmentos que conforman la prueba en nadadores/as paralímpicos	133
4.1.2. Velocidades en los segmentos que conforman la prueba en nadadores paralímpicos.	139
4.2. Comparación entre clases.	144
4.2.1. Distribución de la prueba en nadadores paralímpicos.....	144
4.2.2. Comparación de los perfiles de rendimiento en nadadores paralímpicos ...	146
4.3. Comparación entre géneros.	149
CAPITULO VI. Conclusiones.....	151
CAPITULO VII. Limitaciones del estudio.....	155
CAPITULO VIII. Futuras líneas de investigación	157
CAPITULO IX. Bibliografía.....	159
ANEXOS	171
ANEXO I. Aprobación comité ético UPM.	
ANEXO II. Carta aprobación proyecto Rector UPM.	
ANEXO III. Aprobación proyecto CPI.	
ANEXO IV. Información proyecto comités paralímpicos nacionales.	
ANEXO V. Consentimiento informado.	
ANEXO VI. Memoria del proyecto de investigación emitido por CPI.	
ANEXO VII. Modelo de dos informes por nadador/a finalista en los JJPP Londres 2012.	

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CCEE: Campeonatos de España.

CEDI: Cátedra de Estudios sobre Deporte Inclusivo.

CF: Clasificación Funcional.

CIDMM: Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías.

CIF: Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud.

CIS: Comité Internacional para Sordos.

COI: Comité Olímpico Internacional

CPE: Comité Paralímpico Español.

CPI: Comité Paralímpico Internacional.

CP-ISRA: Asociación Internacional Deportiva y Recreativa para personas con Parálisis Cerebral.

DE: Desviación estándar.

DLT: Direct linear transformation.

DS: Distancia de Salida.

DSub: Distancia subacuática.

DV: Distancia de Vuelo.

DN: Distancia de nado.

DVAprox: Distancia de Viraje Aproximación.

DVSep: Distancia Viraje Separación.

DVTotal: Distancia de viraje total.

FC: Frecuencia de Ciclo.

FEDC: Federación Española de Deportes para Ciegos.

FEDDF: Federación Española de Deportes para personas con Discapacidad Física.

FEDDI: Federación Española de Deportes para personas con Discapacidad Intelectual.

FEDM: Federación Española de Deportes para Minusválidos.

FEDPC: Federación Española de Deportes para personas con Parálisis Cerebral.

FINA: Federación Internacional de Natación Amateur.

FLT: Fractional linear transformation.

Hz: Hertzio.

IBSA: Federación Internacional de Deportes para Personas con Discapacidad Visual.

IC: Índice de Ciclo.

ICC: Comité Internacional de Coordinación Deportiva para Personas con Discapacidad.

ICSD: Comité Internacional de Deportes para Sordos.

IE: Índice de eficacia.

INAS-FID: Federación Internacional de Deporte para Personas con Discapacidad Intelectual.

IOSD: Organización Internacional de Deporte para Personas con Discapacidad.

ISMGC: Comité Internacional de los Juegos de Stoke Mandeville.

ISMGF: Federación Internacional de los Juegos de Stoke Mandeville.

ISMWSF: Federación Internacional para Deportistas en silla de ruedas de Stoke Mandeville.

ISOD: Organización Internacional de Deportes para Personas con Discapacidad.

IWAS: Federación Internacional de Deportistas en Silla de Ruedas y con Amputación.

JJO: Juegos Olímpicos.

JJPP: Juegos Paralímpicos

LC: Longitud de ciclo.

LEN: Liga Europea de Natación.

m: Metros.

MET: Mínimo Tiempo de Entrada.

MQS: Estándares Mínimos de Calificación.

ONCE: Organización Nacional para Ciegos Españoles.

S: Abreviatura utilizada para designar la clase que hace referencia a los estilos crol, espalda y mariposa.

SB: Abreviatura utilizada para designar la clase que hace referencia al estilo braza.

SCF: Sistema de Clasificación Funcional.

SM: Abreviatura utilizada para designar la clase que hace referencia a la prueba de estilos.

TLL: Tiempo de Llegada.

TN: Tiempo de Nado.

TS: Tiempo de Salida

TT: Tiempo Total.

TV: Tiempo de Viraje.

TVAprox: Tiempo de Viraje Aproximación.

TVCont: Tiempo de Viraje Contacto.

TVSep: Tiempo de Viraje Separación.

UPM: Universidad Politécnica de Madrid.

VN: Velocidad de nado.

VS: Velocidad de Salida

VSub: Velocidad Subacuática.

VV: Velocidad de vuelo.

VVAprox: Velocidad viraje de aproximación.

VVSep: Velocidad de viraje separación.

VVT: Velocidad de viraje total.

X: Media

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de las pruebas del evento de natación en los JJPP Rio 2016. Adaptado de la tabla de Estándares Mínimos de Calificación (MQS) y Mínimo Tiempo de Entrada (MET)	9
Tabla 2. Tabla resumen clases natación paralímpica.	16
Tabla 3. Distribución de puntos por zona corporal y clase funcional (CPI-Natación, 2005, 2011).....	18
Tabla 4. Modelo de Hay para el análisis de la prueba en natación (Adaptado de Hay, 1985).....	26
Tabla 5. Resumen estudios análisis de la competición en nadadores con discapacidad. Nota: JJPP: Juegos Paralímpicos; M: género masculino; F: género femenino; TS: Tiempo de Salida; TN: Tiempo de Nado; TV: Tiempo de Viraje; TLL: Tiempo de Llegada; VN: Velocidad de Nado; FC: Frecuencia de Ciclo; LC: Longitud de ciclo.....	38
Tabla 6. Tabla resumen investigaciones con diversos objetivos en natación para personas con discapacidad.....	41
Tabla 7. Distribución de la muestra objeto de estudio según género, estilo y clase-grupo.	50
Tabla 8. Nadadores en cada clase grupo que realiza la salida desde dentro del agua por género.	51
Tabla 9. Tiempos alcanzados por nadadores y nadadoras paralímpicos en todas las finales de 100 metros en los JJPP de Londres 2012.....	76
Tabla 10. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba 100 m libre.....	80

Tabla 11. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba 100 m espalda.	81
Tabla 12. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba de 100 m braza.....	82
Tabla 13. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba de 100 m mariposa.....	83
Tabla 14. Máximas y mínimas distancias recorridas por los finalistas de los Juegos Paralímpicos de Londres en las subfases de salida de las pruebas de 100 metros. DV: distancia de vuelo en la salida y DSub: distancia subacuática en la salida.....	84
Tabla 15. Máximas y mínimas distancias recorridas por los finalistas de los Juegos Paralímpicos de Londres en las subfases de salida y viraje de las pruebas de 100 metros. DVAprox: distancia viraje de aproximación y DVSep: Distancia viraje de separación.	88
Tabla 16. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m libre.....	92
Tabla 17. Velocidades alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m espalda.	93
Tabla 18. Velocidades alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m braza.....	94
Tabla 19. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m mariposa.	95
Tabla 20. Mínimas y máximas velocidades alcanzadas por los nadadores y nadadoras en las subfases de salida de las pruebas de 100 metros. VV: velocidad de vuelo en la salida y VSub: velocidad subacuática en la salida.	96

Tabla 21. Mínimas y máximas velocidades alcanzadas por los nadadores/as en las subfases de salida de las pruebas de 100 metros. VVAprox: velocidad de viraje aproximación y VVSep: velocidad de viraje separación.....	100
Tabla 22. Efectos principales en nadadoras paralímpicas de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la DS, DNTotal y DVTTotal. *p<0,05. DS: Distancia de Salida; DNTotal: Distancia de Nado Total; DVTTotal: Distancias Viraje Total.....	104
Tabla 23. Influencia de los 4 estilos sobre la DS en nadadoras paralímpicas. *p<0,05. DS: Distancias de salida.	106
Tabla 24. Influencia de los 4 estilos sobre la DS en nadadoras paralímpicas. *p<0,05. DNTotal: Distancias de nado total.	108
Tabla 25. Influencia de los 4 estilos sobre la DVTTotal en nadadoras paralímpicas. *p<0,05. DS: Distancias de viraje total.	110
Tabla 26. Efectos principales en nadadoras paralímpicas de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la VS, VNTotal y VVTTotal. *p<0,05. VS: Velocidad de Salida; VNTotal: Velocidad de Nado Total; VVTTotal: Velocidad Viraje Total	111
Tabla 27. Influencia de los 4 estilos sobre la VS en nadadoras paralímpicas. *p<0,05. VS: Velocidad de salida.	113
Tabla 28. Influencia de los 4 estilos sobre la VNTotal en nadadoras paralímpicas. *p<0,05. VNTotal: Velocidad de nado total.	115
Tabla 29. Influencia de los 4 estilos sobre la VVTTotal en nadadoras paralímpicas. *p<0,05. VVTTotal: Velocidad de viraje total.	116
Tabla 30. Efectos principales en nadadoras paralímpicas de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la DS, DNTotal y DVTTotal. Valor de	

$\alpha < 0,05$. DS: Distancia de Salida; DNTotal: Distancia de Nado Total; DVTTotal: Distancias Viraje Total.....	118
Tabla 31. Influencia de los 4 estilos sobre la DS en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. DS: Distancia de salida.	119
Tabla 32. Influencia de los 4 estilos sobre la DNTotal en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. DNTotal: Distancia de nado total.....	121
Tabla 33. Influencia de los 4 estilos sobre la DVTTotal en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. DVTTotal: Distancia de viraje total.	122
Tabla 34. Efectos principales en nadadores paralímpicos de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la VS, VNTotal y VVTTotal. Valor de $\alpha < 0,05$. VS: Velocidad de Salida; VNTotal: Velocidad de Nado Total; VVTTotal: Velocidad Viraje Total.....	123
Tabla 35. Influencia de los 4 estilos sobre la VS en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. VS: Velocidad de salida.	125
Tabla 36. Influencia de los 4 estilos sobre la VNTotal en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. VNTotal: Velocidad de nado total.	127
Tabla 37. Influencia de los 4 estilos sobre la VVTTotal en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. VVTTotal: Velocidad de viraje total.	128
Tabla 38. Distancias (m) alcanzadas en la salida por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional * (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.	138
Tabla 39. Distancias (m) alcanzadas en el viraje por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional * (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.	138

Tabla 40. Velocidades medias alcanzadas (m/s) en la salida por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional* (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.....	142
Tabla 41.Velocidades medias alcanzadas en el viraje por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional* (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.	142
Tabla 42. Comparación velocidades subacuáticas medias nadadores paralímpicos Londres 2012 y muestra (paralímpicos/olímpicos*) Burkett et al 2010.	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cálculo clase SM	17
Figura 2. Referencias para el cálculo de la velocidad crítica de nado para nadadores con discapacidad intelectual.....	25
Figura 3. Referencias para el cálculo de la velocidad crítica de nado para nadadores con discapacidad intelectual.....	28
Figura 4. Factores de rendimiento en la fase de salida (adaptado de Hay, 1985).	29
Figura 5. Parámetros que determinan el tiempo de nado (Arellano & Sánchez, 2002).	31
Figura 6. Cálculo de la FC.....	32
Figura 7. Calculo de la LC.	32
Figura 8. Calculo de la LC	33
Figura 9. Cálculo de las coordenadas 3D de puntos a partir de las coordenadas proyectadas en dos o más cámaras. (Adaptado de Navarro, 2004).....	56
Figura 10. Ubicación real de las cámaras en la grada.	59
Figura 11. Ubicación de las cámaras en la grada (2).....	59
Figura 12. Campo de visión capturado por la cámara 1.	60
Figura 13. Campo de visión capturado por la cámara 2.	61
Figura 14. Campo de visión capturado por la cámara 3.	61
Figura 15. Zona de seguridad habilitada para la ubicación de las cámaras.....	63
Figura 16. Medición de referencia de 7,5 m.....	65
Figura 17. Delimitación de los puntos de corte con la corchera en el campo visual de la cámara 3.	66
Figura 18. Sistema de Mare para la captura de las imágenes de las tres cámaras utilizadas.....	68

Figura 19. Software utilizado para la digitalización de las imágenes de la competición en natación.....	70
Figura 20. Software utilizado para el cálculo de coordenadas reales a partir de las coordenadas en píxeles.....	71
Figura 21. Porcentaje de distancia de la prueba (100 m) recorrida en los segmentos acíclicos (salida y viraje) por los nadadores.....	78
Figura 22. Porcentaje de distancia de la prueba (100 m) recorrida en los segmentos acíclicos (salida y viraje) por las nadadoras.....	78
Figura 23. Distancias alcanzadas durante la fase de vuelo (DV) por nadadores paralímpicos de género masculino.	85
Figura 24. Distancias alcanzadas durante la fase de vuelo (DV) por nadadores paralímpicos de género femenino.....	85
Figura 25. Distancias alcanzadas durante la fase subacuática (DSub) por nadadores paralímpicos.	86
Figura 26. Distancias alcanzadas durante la fase subacuática (DSub) por nadadoras paralímpicas.....	87
Figura 27. Distancias alcanzadas en la fase de aproximación del viraje (DVAprox) por nadadores paralímpicos.	89
Figura 28. Distancias alcanzadas en la fase de aproximación del viraje (DVAprox) por nadadoras paralímpicas.	89
Figura 29. Distancias alcanzadas en la fase de separación del viraje (DVSep) por nadadores paralímpicos.	90
Figura 30. Distancias alcanzadas en la fase de separación del viraje (DVSep) por nadadoras paralímpicas.	91

Figura 31. Velocidad alcanzada por los nadadores paralímpicos en la subfase de vuelo (VV) en la salida.....	97
Figura 32. Velocidad alcanzada por las nadadoras paralímpicos en la subfase de vuelo (VV) en la salida.....	97
Figura 33. Velocidad alcanzada por nadadores paralímpicos en la subfase subacuática (VSub) en la salida género masculino.	98
Figura 34. Velocidades alcanzada por las nadadoras paralímpicos en la subfase subacuática (VSub).....	99
Figura 35. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en la subfase de viraje aproximación (VVAprox).	101
Figura 36. Velocidades alcanzadas por nadadoras paralímpicos en la subfase de viraje aproximación (VVAprox).	101
Figura 37. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en la subfase de viraje separación (VVSep).	102
Figura 38. Velocidades alcanzadas por nadadoras paralímpicos en la subfase de viraje separación (VVSep).	103
Figura 39. Comparación de la DS en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. $p < 0,05$. DS: Distancia de Salida.	105
Figura 40. Comparación de la DNTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clase-grupos superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. DNTotal: Distancia de nado total.	107
Figura 41. Comparación de la DVTTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. DVTTotal: Distancia de viraje total.	109

Figura 42. Comparación de la VS en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. *p<0,05. VS: Velocidad de salida.	112
Figura 43. Comparación de la VNTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. *p<0,05. VNTotal: Velocidad de nado total.	114
Figura 44. Comparación de la VVTTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clase-grupos superiores. *p<0,05. VVTTotal: Velocidad de viraje total.	116
Figura 45. Comparación de la DS en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases superiores; (*) = diferencias significativas con clase-grupo 4. Valor de α <0,05. DS: Distancia de Salida.	119
Figura 46. Comparación de la DNTotal en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de α <0,05. DNTotal: Distancia de nado total.	120
Figura 47. Comparación de la DVTTotal en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de α <0,05. DVTTotal: Distancia de viraje total.	122
Figura 48. Comparación de la VS en nadadores paralímpicos.(*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de α <0,05. VS: Velocidad de Salida.	124
Figura 49. Comparación de la VNTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo2, 3 y 4. Valor de α <0,05. VNTotal: Velocidad de nado total.	126

Figura 50. Comparación de la VVTot en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. VVTot: Velocidad de viraje total..... 128

RESUMEN

El Comité Paralímpico Internacional (CPI) establece un sistema de clasificación que permite categorizar en tres eventos (S, SB y SM) a los nadadores con diferentes tipos de discapacidad. Es por ello que los nadadores con discapacidad física son organizados en una de las 10 clases para la clase S y otras 9 para la clase SB; los nadadores con discapacidad visual abarcan las categorías 11, 12 y 13 de la clase S y SB y por último la categoría S y SB 14 está destinada a nadadores con discapacidad intelectual. Desde la realización de los primeros Juegos Paralímpicos (JJPP) de Roma en 1960, los sistemas de clasificación han ido evolucionando hasta la situación actual formando el marco regulador para las diferentes modalidades deportivas. Estos sistemas deben estar basados en evidencias científicas que permitan valorar de manera objetiva el impacto de la deficiencia sobre el resultado.

Una forma de evaluar los sistemas de clasificación en natación ha sido mediante el uso del análisis de la competición. Al mismo tiempo, el uso del análisis de la competición ha permitido dar una información útil a los entrenadores sobre el rendimiento de los nadadores en los diferentes segmentos que conforman la prueba. El modelo de análisis de la competición se basa en el modelo establecido por Hay (1983) que diferencia tres partes en la prueba: salida, nado y viraje. La evolución de este modelo dio lugar a un modelo que establece unas distancias fijas para evaluar las partes que componen la prueba. Este modelo es procedente de la natación para personas sin discapacidad y considera los segmentos iguales para todos los nadadores a pesar de los diferentes impactos de las deficiencias de cada deportista. Partiendo de esta realidad y de la existencia del análisis de la competición mediante distancias individualizadas propuesto por Veiga et al., (2013) el presente estudio plantea la aplicación del mismo a

las finales de las pruebas de 100 metros de los Juegos Paralímpicos de Londres 2012, como parte del proyecto de investigación “Relationship between Race Parameters and Swimming Performance in the London 2012 Paralympics”, aprobado por el Comité Paralímpico Internacional” y dirigido por ambos directores de este trabajo de investigación.

Por todo lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) caracterizar la configuración individual de los segmentos que conforman la prueba en nadadores y nadadoras paralímpicas usando el método de las distancias individuales según la clasificación funcional y el estilo de la prueba; 2) examinar la influencia de la clasificación funcional de los nadadores y nadadoras en la configuración (distancias) y rendimiento (velocidad) en los diferentes segmentos de la prueba; y 3) analizar las posibles diferencias según género en las variables propias del análisis de la competición.

La muestra estuvo formada por los 512 finalistas (248 hombres y 264 mujeres) de las pruebas de 100 metros en los citados Juegos Paralímpicos Londres 2012 y que fueron agrupados en cinco grupos (Fulton, y cols., 2009; Dingley, Pyne, y Burkett, 2015): la clase-grupo 1 (S/SB2-S/SB4); la clase-grupo 2 (S/SB5-S/SB7); la clase-grupo 3 (S/SB8-S10/SB9); la clase-grupo 4 (S/SB11-S/B13) y la clase grupo 5 (S/SB14). Se realizó un análisis de las pruebas de competición mediante vídeo con la técnica 2D-DLT (Robertson et al., 2004) y se obtuvieron las distancias y velocidades de cada uno de las fases y subfases que conforman la prueba: distancia de vuelo (DV), distancia Subacuática (DSub) distancia de salida (DS), distancia de nado (DNTotal), distancia de viraje de aproximación (DVAprox), distancia de viraje separación (DVSep), distancia total de viraje (DVTTotal), velocidad de vuelo (VV), velocidad subacuática (VSub), velocidad de salida (VS), velocidad de nado (VNTotal), velocidad de viraje

aproximación (VVAprox), velocidad de viraje separación (VVSep) y velocidad total de viraje (VVtotal).

Con el fin de examinar el efecto de las clases-grupo y del estilo en nadadores y nadadoras paralímpicas se llevaron a cabo dos análisis multivariantes de la varianza (MANOVA). El primero valoró el efecto de la clase-grupo y el estilo sobre la configuración de la prueba en nadadores paralímpicos utilizando como variables dependientes: DS, DNTotal y DVTTotal. El segundo evaluó el efecto de las variables independientes sobre las velocidades que definen los perfiles de rendimiento (VS, VNTotal y VVTTotal). Se utilizó el post hoc Scheffé para realizar comparaciones múltiples entre los diferentes niveles de las variables y se realizó la prueba t de Student para muestras independientes para comparar los dos géneros, estableciendo el nivel de $\alpha < 0.05$.

Cuando la salida y el viraje fueron computados juntos, la máxima contribución de los segmentos acíclicos en las pruebas de 100 m en nadadores paralímpicos para las clases-grupo 3, 4 y 5 sobrepasó el 20% en el género masculino en las clase-grupo 3 ($21.5 \pm 5.4\%$), clase-grupo 4 ($23.1 \pm 5.6\%$) y clase-grupo 5 ($21.3 \pm 1.6\%$) en la braza y la clase-grupo 4 en el estilo espalda ($20.3 \pm 5.5\%$). Por el contrario, el género femenino los valores no sobrepasaron el 20% y los valores oscilaron del $14.3 \pm 1.5\%$ de la clase grupo 4 en el estilo crol al $19.5 \pm 5.4\%$ de la clase-grupo 3 en la braza. Al mismo tiempo, el grupo-clase 2 solo sobrepasó el 10% en los nadadores del género masculino compitiendo en pruebas de crol ($10.4 \pm 5.5\%$) y braza ($15.5 \pm 5.6\%$) y en el género femenino en la braza ($12.5 \pm 5.4\%$). Por último, clase-grupo 1 se mantuvo por encima de los 5% siendo los valores más altos para el estilo braza tanto en el género masculino ($8.6 \pm 2.6\%$) como femenino ($7.1 \pm 2.7\%$). Por último, la DNTotal disminuyó de la clase-grupo 1 a la 3, no encontrándose diferencias entre las clases-grupo 3, 4 y 5.

Respecto al género, se detectó un efecto multivariante significativo tanto de la clase-grupo ($F_{12}=14.818$; $p=0.000$; $ES=0.20$ para nadadoras paralímpicas; y $F_{12}=13.605$; $p=0.000$; $ES=0.18$ para nadadores masculinos) como del estilo ($F_9=8.487$; $p=0.000$; $ES=0.10$ para nadadoras paralímpicas; y $F_{12}=13.605$; $p=0.000$; $ES=0.18$ para nadadores paralímpicos) en la configuración de la prueba. Además la clase-grupo y el estilo ejercieron un efecto multivariante en nadadoras ($F_{12}=23.111$; $p=0.000$; $ES=0.29$; y $F_9=36.251$; $p=0.000$; $ES=0.33$ respectivamente) y nadadores paralímpicos ($F_{12}=18.875$; $p=0.000$; $ES=0.25$; y $F_9=19.098$; $p=0.000$; $ES=0.20$) respectivamente, en el perfil de rendimiento. En base a los efectos detectados, influencia del estilo y de la clase-grupo no fue diferente tanto en la distribución de la prueba como en el perfil de rendimiento en ambos géneros. Sin embargo, la interacción entre ambas solo fue significativa en el perfil de rendimiento en ambos géneros ($F_{21}=5.935$; $p=0.000$; $ES=0.16$ en nadadoras paralímpicas; y $F_{21}=5.325$; $p=0.000$; $ES=0.14$ para nadadores paralímpicos). Además, la comparación por pares realizadas entre las diferentes clases-grupo en nadadores paralímpicos de ambos géneros en las distancias (DS, DNTotal y DVTTotal) y velocidades (VS, VNTotal y VVTTotal) fue diferente en las clases-grupo 1, 2 y 3. Sin embargo, no se observaron diferencias entre las clases-grupo 3, 4 y 5. Respecto a la comparación entre géneros por variables, existieron diferencias significativas entre ambos en TT, DS, DN, DV, VS, VN y VV ($p \leq 0.05$). Aunque existieron excepciones en las variables relativas a las distancias (DS, DN y DV,).

La presente investigación ha supuesto por primera vez la utilización del análisis de la competición mediante distancias individuales en natación paralímpica, por lo que ha resultado difícil la discusión con estudios previos. No siempre existieron diferencias significativas entre clases en las variables analizadas. La igual distribución de la prueba y los similares perfiles de rendimiento en las clases-grupo 3, 4 y 5, presumiblemente,

pueden ser debidas a que el impacto de la deficiencia no influyó de manera diferente en estas clases-grupo. Así mismo, no todos los estilos fueron afectados de la misma manera siendo el estilo espalda en el que menos diferencias se encontraron entre clases en las diferentes fases.

Como conclusiones del presente estudio podemos establecer que frente a los 30 m establecidos por el método de distancias prefijadas, la configuración de los segmentos acíclicos en la clase-grupo 1 osciló de los 5.4 m del crol a los 8.6 m de la braza. En la clase-grupo 2 de los 9.0 m del crol a los 15.5 m de la braza; y en la clase-grupo 3, 4 y 5 de los 14.3 m del crol a los 23.1 m de la braza.

La clase-grupo que presenta el nadador/a influyó de manera significativa en la configuración y el rendimiento de los segmentos que conforman la prueba. Sin embargo, esto es aplicable cuando el grado de deficiencia es severo-medio en nadadores con discapacidad física ya que, cuando los nadadores con un nivel de deficiencia física ligera son comparados con nadadores con deficiencia visual e intelectual estos no mostraron diferencias significativas en la configuración de la prueba ni en el perfil de rendimiento. Por último la comparación entre géneros mostró que existieron diferencias significativas entre ambos en el TT, DS, DN, DV, VS, VN y VV, aunque existieron excepciones en las variables relativas a las distancias (DS, DN y DV).

Las aplicaciones de este trabajo creemos que permitirán a los entrenadores recabar información sobre las distintas distribuciones en las pruebas de 100 m existentes en natación paralímpica para buscar aquellas que se adapten mejor a sus deportistas. A la vez, creemos que servirá para orientar y servir de referencia para el entrenamiento sobre los diferentes perfiles de rendimiento en nadadores de nivel paralímpico para cada una de las clases funcionales.

SUMMARY

The International Paralympic Committee (IPC) establishes a classification system that allows to classify swimmers with different types of disability into one of three classes (S, SB and SM). Swimmers with physical disabilities are organized into one of the 10 classes for class S and 9 for class SB; swimmers with visual impairment are categorized into the next three classes (11, 12 and 13); and finally classes S and S14 are assigned for swimmers with intellectual disabilities. Since the first Paralympic Games (JJPP) in Rome in 1960, classification systems have evolved into the current situation. The race analysis has been used with a double purpose: it has allowed the classification systems to evolve comparing the performance of the swimmers in the different functional classes; and secondly, it has provided coaches some useful information related with the performance of the swimmers in the different segments of the event.

The race analysis is based on the model established by Hay (1983) and differentiates three parts in the event: start, swim and turn. Not only does this swimming model for able bodies consider these segments the same for all swimmers, but also the impact of the impairment on each of the phases: but still this has not been taken into account. Based on this reality and on the existence of race analysis of individual distances carried out by Veiga et al. (2013), the present study proposes the application of this method to the 100 meters finals in the London 2012 Paralympic Games as a part of research project “Relationship between Race Parameters and Swimming Performance in the London 2012 Paralympics” with the approval of the International Paralympic Committee and leaded by the two directors of this research study.

For this purpose, the following objectives were proposed: 1) to characterize the individual configuration of the segments that conform the event in Paralympic

swimmers using the method of individual distances according to functional classification and style; 2) to examine the influence of functional classification on the configuration (distances) and performance (speed) in the different segments of the event; and 3) to analyze the possible differences according to gender in the variables of the analysis of the competition.

The sample consisted of the 512 finalists (248 men and 264 women) who competed in all classes at the 100 meter events. As in previous studies (Fulton, et al., 2009; Dingley, Pyne, and Burkett, 2015), swimmers were distributed in groups to reduce sample variations. Five group-classes were differentiated: class-group 1 (S/SB2-S/SB4); class-group 2 (S/SB5-S/SB7); class-group 3 (S/SB8-S10/SB9); class-group 4 (S/SB11-S/B13) and class-group 5 (S/SB14). The 100 meters events were analyzed using photogrammetry 2D-DLT and the variables measured were distances and velocities of each of the phases and sub-phases that form the events: dive distance (DD), underwater distance (UD) start distance (SD), free swimming distance (FSD), turn in distance (TInD), turn out distance (TOutD), turn distance (TD), dive speed (DS), underwater speed (US), start speed (SS), free swimming speed (FSS), turn in speed (TInS), turn out speed (TOutS) and turn speed (TS).

Two multivariate analyses of variance (MANOVA) were performed to examine the effect of group-classes and style on paralympic female and male swimming. The first one evaluated the effect of class-group and style on the configuration of the events using as dependent variables: SD, FSD and TD. The second one evaluated the effect of the independent variables on the velocities that define the performance profiles (SS, FSS and TS). Also, a Scheffé post hoc was used to perform multiple comparisons between the different levels of the variables and Student's t-test was performed for independent samples to compare the two genders. Alpha level was set at $\alpha < 0.05$.

When the start and turn were computed together, the maximum contribution of the acyclic segments in the 100 m events in Paralympic swimmers for class-groups 3, 4 and 5 exceeded 20% in the male gender in class-group 3 ($21.5 \pm 5.4\%$), class-group 4 ($23.1 \pm 5.6\%$) and class-group 5 ($21.3 \pm 1.6\%$) in the breaststroke and class-group 4 in the backstroke ($20.3 \pm 5.5\%$). On the contrary, the female gender values did not exceed 20% and the values ranged from $14.3 \pm 1.5\%$ of class group 4 in freestyle to $19.5 \pm 5.4\%$ of class-group 3 in the breaststroke. At the same time, class-2 only exceeded 10% in male freestyle swimmers ($10.4 \pm 5.5\%$) and male ($15.5 \pm 5.6\%$) and female ($12.5 \pm 5.4\%$) swimmers in breaststroke. Finally, class-group 1 was above 5% with the highest values for the breaststroke in males ($8.6 \pm 2.6\%$) and females ($7.1 \pm 2.7\%$). Finally the FSD decreases from a class-group 1 to 3, not finding differences between classes-groups 3, 4 and 5.

A significant multivariate effect was detected by class-groups ($F_{12}=14.818$, $p=0.000$, $ES=0.20$ for female Paralympic swimmers; and $F_{12}=13.605$, $p=0.000$, $ES=0.18$ for males) and stroke ($F_9=8.487$; $p=0.000$; $ES=0.10$ for females; and $F_{12}=13.605$; $p=0.000$; $ES=0.18$ for males) in the distance's configuration. In addition, class-group and stroke had a multivariate effect on female swimmers ($F_{12}=23.111$, $p=0.000$, $ES=0.29$ and $F_9=36.251$, $p=0.000$, $ES=0.33$ respectively); and male Paralympic swimmers ($F_{12}=18.875$, $p=0.000$, $ES=0.25$; and $F_9=19.098$, $p=0.000$, $ES=0.20$ respectively) in the performance profile. However, the interaction between both was only significant in the performance profile of both genders ($F_{21}=5.935$, $p=0.000$, $ES=0.16$ in females; and $F_{21}=5.325$, $p=0.000$, $ES=0.14$ for males). In addition, the comparison between the different group-classes in Paralympic swimmers of both genders at distances (SD, FSD and TD) and velocities (SS, FSS and TS) was different in

group-classes 1, 2 and 3. However, no differences were observed between class-groups 3, 4 and 5.

Gender comparison showed that there were significant differences in FT, SD, FSD, TD, SS, CSS and TS. Although there were exceptions in the variables related to distances (SD, FSD and TD).

The present research assumes for the first time the use of the individual distances method for race analysis in Paralympic swimming, thus discussion with previous studies was difficult. There were not always significant differences between classes in the measured variables. The same distribution of the event and the similar performance profiles in group-classes 3, 4 and 5 may presumably be due to the fact that the impact of the deficiency did not influence these group-classes in a different way. Moreover, not all strokes were affected in the same way being backstroke in which less differences were found between group-classes in the different phases.

As conclusions of the present study we can establish that 30 m established by the fixed distances method, the configuration of the acyclic segments in class-group 1 ranged from 5.4 m of the freestyle to 8.6 m of the breaststroke. In class-group 2 of 9.0 m of the freestyle to 15.5 m of the breaststroke; And in class-group 3, 4 and 5 of the 14.3 m of the freestyle 23.1 m of the breaststroke.

The group-class had a significant influence on the configuration and performance of the segments that form the event. Nevertheless, this is applicable when the degree of impairment is class-group 2 in physically disabilities. But when swimmers with a level of class-group 3 physical impairment are compared with visually and intellectual impaired swimmers, they did not show significant differences in the configuration of the event or performance profile. Finally, gender comparison showed

that there were significant differences between them for FT, SD, FSD, TD, SS, FSS and TS ($p < 0.05$), although there were exceptions in the variables related to distances (SD, FSD and TD).

The applications of this research will allow coaches to obtain information about the different distributions in the 100 m events in Paralympic swimming, to search those who adapt better to their swimmers. At the same time, it will serve to guide them on the different performance profiles expected in Paralympic swimmers in each of the different functional classes.

PARTE 1: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. El movimiento paralímpico: de los comienzos hasta nuestros días

Desde las primeras manifestaciones deportivas, hasta los actuales Juegos Paralímpicos (JJPP), el deporte para personas con discapacidad ha existido desde hace más de 100 años (Comité Paralímpico Internacional, 2010). En sus orígenes el deporte adaptado a personas con discapacidad tuvo sus primeras manifestaciones deportivas a principios del siglo XX cuando un grupo de mutilados de guerra de Alemania comenzó en 1918 a practicar deporte. Esta iniciativa desapareció cuando estas personas dejaron el hospital y se incorporaron a la vida cotidiana (Palau y García-Alfaro, 2012). Habría que esperar a la década de los 40 cuando, tras la II Guerra Mundial, los tradicionales métodos de rehabilitación no podían satisfacer las necesidades de la gran cantidad de soldados y civiles con discapacidad que generaba la contienda. Fue entonces cuando el gobierno británico creó en 1944 la unidad para lesionados medulares en el Hospital de Stoke Mandeville, poniendo al frente de ella al neurólogo de origen alemán Sir Ludwig Guttmann. La llegada al hospital del Doctor Guttmann revolucionó la teoría y práctica de la rehabilitación. Fue el primer médico en introducir la utilización de la actividad físico deportiva como herramienta fundamental en el proceso de rehabilitación y recreación de los pacientes (Guttman, 1976).

Ya en 1948, y coincidiendo con la ceremonia de apertura de los Juegos Olímpicos (JJO) de Londres, cuando el Dr. Guttmann sembró el germen del deporte para persona con discapacidad al organizar la primera edición de los juegos anuales de Stoke Mandeville para pacientes y antiguos pacientes del propio hospital (Bailey, 2008). En esta primera edición sólo se contaba con el tiro con arco como deporte, pero, gracias a su éxito, año tras año el número de deportes fue incrementando, y el número de deportistas fue en ascenso, siempre procedentes de las diferentes partes del Reino

Unido. Hubo que esperar a 1952 para que se produjera la internalización de los juegos de Stoke Mandeville que contaron con la participación de excombatientes alemanes y un equipo holandés (Comité Paralímpico Internacional, 2010; Palau y García-Alfaro, 2012). En 1959, tuvo lugar a la formación del Comité Internacional de los Juegos de Stoke Mandeville (ISMGC), germen de la futura Federación Internacional de los Juegos de Stoke Mandeville (ISMGF; CPI, 2010).

Fue en 1960 cuando, gracias a la insistencia del doctor Guttmann por establecer un vínculo entre los Juegos de Stoke Mandeville y los JJOO, los juegos internaciones de Stoke Mandeville fueron celebrados en el mismo país y ciudad que los JJOO, celebrándose ambos en Roma. Hito que pasó a considerarse como los primeros JJPP de la historia donde participaron 400 atletas (todos ellos con paraplejia) procedentes de 23 países.

Tras estos Juegos, y como evolución y aceptación de los juegos celebrados, en 1961 se creó un grupo de trabajo para regular el deporte para personas con discapacidad. Entre sus objetivos estaba el establecimiento de una organización que englobara a deportistas con diferentes tipos de discapacidad. Hecho que aconteció en 1964 con la formación de la Organización Internacional de Deportes para Personas con Discapacidad (ISOD; Comité Paralímpico Internacional, 2010). ISOD ofreció la oportunidad de unirse a un movimiento global a aquellos deportistas con discapacidad visual, amputados y parálisis cerebral que no podían unirse a la ISMGF. Ese mismo año, se celebraron la II Paralimpiadas en Tokio con una participación 390 deportistas con paraplejía procedentes de 22 países (Palau, 1993).

La III Edición no pudo llevarse a cabo en México, pero el gobierno de Israel brindó la oportunidad de celebrar esta en la ciudad de Tel Aviv. La asistencia fue de 750 deportistas de 25 países (Palau y García-Alfaro, 2012).

En 1972, los esfuerzos ISMGC por realizar los juegos en Munich no dieron su fruto, pero la insistencia del Dr Guttman posibilitó que se realizarán en Heidelberg (Palau y García-Alfaro, 2012). ISOD intentó participar en éstos, pero al final no fue posible y en esta edición sólo participaron deportistas en silla de ruedas. Ese mismo año el ISMGC pasó a denominarse ISMGF. Esta organización puso especial interés en incluir deportistas con discapacidad visual y amputación en los siguientes JJPP de Toronto de 1976 (Comité Paralímpico Internacional, 2007b).

Dado que la antigua URSS no acogió los JJPP de 1980 en su territorio, ISOD y la Federación Internacional para Deportistas en silla de Ruedas de Stoke Mandeville (ISMWSF) acordaron celebrar la sexta edición en Arnhem (Holanda). Estos juegos sirvieron para consolidar el programa deportivo y por primera vez en la historia participaron los cuatro principales grupos de discapacidad, representados por sus respectivas federaciones en una misma sede. El deseo de establecer nuevas categorías más específicas en el movimiento paralímpico internacional propició la creación de dos federaciones internacionales: la Asociación Internacional Deportiva y Recreativa para Personas con Parálisis Cerebral (CP-ISRA) creada en 1978, y la Federación Internacional Deportiva para Personas con Discapacidad Visual (IBSA) en 1981 (Comité Paralímpico Internacional, 2006).

En 1982, ISOD, ISMGF, CP-ISRA e IBSA crearon el Comité Internacional de Coordinación Deportiva para Personas con Discapacidad (ICC), para liderar, coordinar y organizar los JJPP, cuya finalidad, entre otras, fue coordinarse con el Comité

Olímpico Internacional (COI) en la organización conjunta de eventos. Más tarde, en 1986, el Comité Internacional de Deporte para Sordos (ICSD) y la Federación Internacional de Deporte para Personas con Discapacidad Intelectual (INAS-FID) también se unieron (Comité Paralímpico Internacional, 2007b).

Sin embargo, los organismos nacionales demandaron más participación en la organización de los eventos y toma de decisiones en este organismo. Fue entonces cuando en 1989, estos hechos dieron lugar a la fundación de una nueva institución llamada Comité Paralímpico Internacional (CPI) la cual pasó a sustituir de manera oficial al ICC en los JJPP de Barcelona en 1992 y que, desde 1994, asume la total responsabilidad en la organización de los JJPP.

En la actualidad, cuatro de las cinco organizaciones internacionales existentes en la Organización Internacional de Deporte para Personas con Discapacidad (IOSDs) son miembros del CPI:

- CP-ISRA.
- IBSA.
- INAS-FID.
- Federación Internacional de Deportistas en Silla de Ruedas y con Amputación (IWAS): que surgió de la unión entre ISOD e ISMWSF en 2004.
- Comité Internacional para Sordos (CISS): Fundada en 1928 en París, institución que solo formó parte del IPC desde 1986 hasta 1995.

Los JJPP de Seúl en 1988 marcaron un momento crucial para el movimiento paralímpico ya que, aunque previo a estos ya habían compartido el mismo lugar de celebración, es a partir de estos donde se empieza a considerar la verdadera convivencia de ambos eventos. Además este hito marcó el comienzo del uso del

término de “Juegos Paralímpicos” tal y cómo los conocemos hoy en día (Bailey, 2008). Concepto éste que en sus orígenes procedía del juego de palabras que combinaba la palabra “paraplejia” y “olímpico”, evolucionando hasta la acepción actual que surge de la combinación de la preposición griega “para” (que significa “paralelo”) y la palabra “olímpicos” para sellar esta alianza (Comité Paralímpico Internacional, 2010).

En la actualidad, los últimos JJPP de Río 2016 se han convertido en un evento universal donde 2.15 millones de tickets fueron vendidos haciendo de este evento el segundo más grande de la historia deportiva después de los JJPP de Londres 2012. A su vez los juegos de Rio fueron los que más cobertura televisiva han tenido en la historia de los JJPP siendo emitidos en 154 países (Comite Paralímpico Internacional-Natación, 2016).

1.2. La natación como deporte paralímpico

La natación es una de las formas de actividad física más populares entre las personas con algún tipo de discapacidad. Debido a que los profesionales de la salud otorgan una gran importancia al medio acuático como parte del proceso de rehabilitación, éstas se suelen iniciar en el mundo de la natación por recomendación médica (Daly, Malone, Smith, Vanlandewijck, y Steadward, 2001). Desde un punto de vista de la salud, este interés inicial supuso el paso previo para posteriormente interesarse por la natación como deporte de competición. Con esta premisa, se fue gestando la natación adaptada como deporte en los años 50 hasta llegar a la concepción que presenta en nuestros días (Burkett, 2011). En la actualidad, la natación competitiva se encuentra regulada por la misma reglamentación que establece la Federación Internacional de Natación Amateur (FINA), con algunas excepciones que viene a tener

en cuenta principalmente la influencia de la deficiencia en el rendimiento en las pruebas de natación adaptada (Almena, Pérez-Tejero, Coterón, y Veiga, 2015; CPI, 2006; Daly et al., 2001).

A nivel internacional, desde la creación de los Juegos de Stoke Mandeville en 1948 hubo que esperar hasta la edición de 1953 para que la natación apareciera en el programa de los JJPP. En los considerados primeros JJPP de Roma 1960, la participación fue de 77 deportistas en natación. Hemos de recordar que en aquellos primeros juegos todos los participantes eran deportistas con lesión medular. Desde entonces y con el paso de los años, este deporte ha seguido creciendo, interesando a más gente y adquiriendo una mayor profesionalización y especialización (Caus, 2011). Esta realidad se constata por la gran evolución que ha sufrido este deporte durante los últimos 50 años, siendo el segundo deporte que más deportistas aportan a los JJPP tras el atletismo (Daly y cols., 2011). Ejemplo de ello son los pasados JJPP disputados en Río de Janeiro en 2016 (ver tabla 1), donde participaron 620 nadadores repartidos en 152 eventos. La categoría masculina contó con 80 eventos y 340 nadadores y en la categoría femenina tomaron parte 280 nadadoras en 71 eventos. Por último, y con un carácter novedoso, hubo un evento de categoría mixta (Comité Paralímpico Internacional, 2015).

Tabla 1. Distribución de las pruebas del evento de natación en los JJPP Rio 2016. Adaptado de la tabla de Estándares Mínimos de Calificación (MQS) y Mínimo Tiempo de Entrada (MET)

PRUEBAS	CLASES	
	Hombres	Mujeres
50 Libre	S3 – S13	S4 – S13
100 Libre	S3 – S13	S3 – S13 (No S4)
200 Libre	S2 – S5 y S14	S5 y S14
400 Libre	S6 – S12 y S13	S6 – S12 y S13
50 Espalda	S1– S5	S2 – S5
100 Espalda	S1, S2, S6-S14	S2, S6
50 Braza	SB2 – SB3	SB3
100 Braza	SB4 – SB14	SB4 – SB11/SB13, SB14
50 Mariposa	S5 – S7	S5 – S7
100 Mariposa	S8 – S10/S11, S13	S8 – S10, S13
150 Estilos	SM3-SM4	SM4
200 Estilos	SM5 (femenina) – SM14	
Relevo 4x100 libre 34 puntos		
Relevo 4x100 estilos 34 puntos		
Relevos 4x50 libre mixtos		

A nivel nacional, hemos de decir que España no tuvo representación en los primeros Juegos Paralímpicos de Roma 1960, debido a una falta de estructura federativa. El combinado español tendría que esperar a los Juegos de Tel Aviv en 1968 para competir en unos JJPP. En aquellos juegos, la representación española se limitó a personas con lesión medular (Santos, Almena, y Pérez-Tejero, 2016). En 1968 se crea la Federación Española de Deportes para Minusválidos (FEDM), que se encargó de regular el deporte para personas con discapacidad (Palau y García-Alfaro, 2012) y de

velar por las primeras manifestaciones deportivas en nuestro país. En el ámbito de la natación, su misión consistió en organizar de manera conjunta las competiciones nacionales para todos los grupos de discapacidad y encargarse de la participación de los nadadores en eventos internacionales.

Desde la creación de la FEDM destacan diversos momentos que ponen de manifiesto la evolución de este organismo y por consiguiente de la natación. El primero de ellos coincide con la realización de los VIII Campeonatos Nacionales de 1978, donde se extrajeron como conclusiones la necesidad de vincular las competiciones provinciales con las nacionales y la importancia de crear un combinado nacional que permitiera su participación en los diversos eventos internacionales (Caus, 2011). De esta última reflexión saldría el primer equipo nacional que participaría en los JJPP de Arnhem (Holanda) en 1980. El siguiente hito, fue en 1983 con la celebración de los XIII campeonatos de España (CCEE), donde participaron por primera vez nadadores con parálisis cerebral. Ya en 1988 se produce la desvinculación de los nadadores con discapacidad visual de la organización conjunta de CCEE de natación. La creación de la Organización Nacional para Ciegos Españoles (ONCE) tomó la responsabilidad de organizar dichas competiciones hasta que en 1991 se creó la Federación Española de Deportes para Ciegos (FEDC; Vaquero, 2002). Este hecho contrasta con la vinculación de la ya creada Federación Española de Deportes para Personas con Discapacidad (FEDDF) y la Federación Española de Deportes para Personas con Parálisis Cerebral (FEDPC), donde ambas sellan la participación y organización conjunta de competiciones nacionales en 1992 (Palau y García-Alfaro, 2012). Posteriormente en 1993 se creó la Federación Española de Personas con Discapacidad Intelectual (FEDDI, 2016) y en 1995 se creó el Comité Paralímpico Español (Comite Paralimpico Español, 2016). En el ámbito de la natación, el CPE cuya misión será la de coordinar la

participación conjunta de las cuatro federaciones en las competiciones de carácter internacional (Comite Paralimpico Español, 2016). El siguiente hito llegará en la temporada 2007/2008 donde se produce la vuelta a la organización conjunta de competiciones de las cuatro federaciones nacionales de deportes para personas con discapacidad: FEDDF, FEDPC, FEDC y FEDDI, sin la FEDS.

Desde entonces la natación para personas con discapacidad ha ido evolucionando y creando una amplia base de deportistas que han ido representando a las distintas federaciones y cosechando numerosos éxitos internacionales. Hecho que se muestra en los logros conseguidos en los tres últimos JJPP donde se obtuvieron 31 medallas (12 de oro); en los JJPP de Pekín 2008, 22 medallas (2 de oro); en los JJPP de Londres 2012 (Santos et al., 2016); y 17 en los pasados JJPP de Rio 2016 (6 de oro)

1.3. La clasificación en la natación adaptada y paralímpica

1.3.1 Fundamentos de la clasificación en deporte paralímpico

Bajo el lema de “permitir a los atletas Paralímpicos alcanzar la excelencia deportiva e inspirar y excitar al mundo” el CPI establece su cuaderno de guía (Comité Paralímpico Internacional, 2006) dedicando la sección 2 del mismo a la “Regulación, reglas, códigos y políticas”. En el capítulo 1.3. de este documento se encuentran las bases que han de seguir los códigos de clasificación que fundamentan las diferentes modalidades deportivas. La premisa fundamental de dicho código es contribuir a la excelencia deportiva a través de un proceso de clasificación robusto, transparente y justo que promueva la participación igualitaria de los deportistas. Para ello, la clasificación juega dos papeles importantes: determinar la elegibilidad de los deportistas para competir y agruparlos para la competición.

Tweedy (2003) establece que la clasificación debe minimizar el impacto de los diversos tipos de deficiencia sobre el resultado de competición. Cada deporte debe establecer cuáles son los métodos y sistemas de evaluación objetivos que permitan desarrollar códigos de clasificación basándose para ello en evidencias científicas. Esta premisa fue tomada como base para definir el posicionamiento del IPC en cuanto a elegibilidad y clasificación funcional (Tweedy y Vanlandewijck, 2011).

Según el diccionario Maria Moliner (2007), clasificar es la acción de “Dividir un conjunto de cosas en clases”. Esta acción de clasificar sigue los principios de la taxonomía y es entendida como la “Ciencia que trata los principios, métodos y fines de la clasificación” (Real Academia Española de la Lengua, 2001). Como ciencia, la taxonomía gana sentido a través de su aplicación en otras áreas y campos.

Es sabido que para establecer diferentes clases, es necesario observar las propiedades que tienen en común las diferentes unidades que la componen (Tweedy y Vanlandewijck, 2011). Cada deporte, en base a la particularidad que presenta, debe establecer cuáles son los métodos y sistemas de evaluación objetiva que permitan desarrollar sus propios códigos de clasificación. Estos, a su vez, han de surgir de la interrelación de diferentes sistemas de clasificación usados en dos ámbitos: el de la salud y el deportivo (Tweedy y Vanlandewijck, 2011). En el ámbito de la salud, el que presenta mayor validez y aceptación para su aplicación es la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF; OMS, 2001). La CIF se caracteriza por presentar un nuevo enfoque bio-psicosocial y ecológico que supera la planteada en la anterior, la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDMM) basada en una perspectiva bio-médica (Egea y Sarabia, 2001). En esta clasificación se plantea un nuevo esquema de múltiples interacciones entre sus

dimensiones y sus áreas estableciendo una estructura que se encuentra dividida en dos partes (Egea y Sarabia, 2001; OMS, 2001): “funcionamiento y discapacidad” y “factores contextuales”. La primera de las partes se encarga de categorizar las deficiencias producidas en las funciones corporales, tales como la capacidad visual, intelectual y neuroesqueléticas; y las producidas en las estructuras corporales, como por ejemplo las amputaciones y/o malformaciones congénitas (Egea y Sarabia, 2001) . Es por ello que esta categorización planteada facilita su utilización y aplicación en el seno del deporte paralímpico (Tweedy, 2003).

El segundo sistema de clasificación es el relacionado con el ámbito deportivo. Un elemento básico y diferenciador del ámbito deportivo con cualquier clasificación relacionada con la actividad física y el ejercicio físico, es la presencia de competición (Cagigal, 1983). La competición por su carácter agónico es conocida como un factor motivador que incita a las personas a practicar deporte (Parlebas, 2002). Sin embargo, cuando el resultado de la competición es predecible y arbitrario, la participación es reducida y el interés que crea, mucho menor. Por tanto la finalidad de la clasificación deportiva es reducir la probabilidad de que se produzcan tales situaciones fomentando la participación. Según Tweedy y Vanlandewijck (2011), dos formas de clasificación son utilizadas en el ámbito deportivo: la clasificación basada en el rendimiento y la clasificación selectiva. La primera de ellas, clasifica a los deportistas en función del rendimiento mostrado en una modalidad determinada; aquí los deportistas presentan un rendimiento similar, pero pueden variar en edad, género, dimensiones corporales, etc. En términos taxonómicos, el criterio de agrupamiento es el rendimiento. En contraposición a este tipo de clasificación se encuentra la clasificación selectiva, que se caracteriza porque el rendimiento no es el criterio básico de agrupamiento, pasando a ser la edad, el peso y el género. El “efecto selectivo” está enfocado a minimizar el

impacto de la unidad de agrupamiento sobre el resultado de la competición. El matiz diferenciador entre ambas formas de clasificar el deporte viene determinado porque en el primero de ellos el rendimiento es factor decisivo mientras que en el segundo, el rendimiento es un elemento que permite caracterizar a los grupos en función del criterio elegido para su agrupamiento. Es por ello que, aunque los dos sistemas de clasificación deportiva promueven la participación facilitando el marco para una justa y equitativa competición, el CPI está comprometido con la utilización de la clasificación deportiva selectiva (Tweedy, 2003). Esto supone que cada deporte tendrá un sistema de clasificación funcional específico, ya que una deficiencia dada puede tener mayor impacto en un deporte que en otro (Comité Paralímpico Internacional, 2007a).

A éste respecto, y a fin de delimitar terminológicamente este estudio, se usará el término “discapacidad” (CIF, 2011) cuando nos refiramos de manera más amplia a las limitaciones en las actividades y restricciones en la participación, mientras que usaremos el término “deficiencia” para indicar expresamente aquellas alteraciones en las funciones y estructuras corporales que influirán de manera negativa en la capacidad de nado (Tweedy y Vanlandewijck, 2011).

1.3.2. La clasificación en natación paralímpica

Delimitados y acotados los fundamentos de los sistemas de clasificación en el deporte paralímpico, el CPI establece que cada deporte debe detallar los criterios y definir las tareas oportunas para que un deportista sea considerado elegible para la competición en un deporte dado (2007a). CPI Natación (IPC Swimming, su denominación en inglés) es el área del CPI encargada de desarrollar de manera específica el código de clasificación en natación, funcionando a semejanza de una

federación internacional. Además se encarga de la organización de competencias internacionales y es la responsable de regular la actividad competitiva (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2005, 2011). La clasificación en natación tiene como finalidad asignar una clase deportiva tras un proceso de evaluación física y técnica basado y adaptado al tipo y grado de la deficiencia que se trate (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2005, 2011). La clase deportiva es una categoría en la cual el nadador es asignado en base al tipo y grado de la deficiencia que plantea. Para cada clase, existen una serie de perfiles funcionales con sus características que el nadador debe cumplir para ser considerado elegible en una de ellas. Las clases que el CPI Natación diferencia son: de la 1 a la 10 para personas con deficiencia física, 11 a la 13 para personas con deficiencia visual y clase S14 para deficiencia intelectual. Además, dentro del actual sistema de clasificación, el CPI Natación designa sus clases deportivas según el estilo de natación utilizado en el evento (CPI-Natación, 2011): los estilos crol, espalda y mariposa se denominan estilos "S", el estilo braza se denomina estilo "SB" y la prueba de estilos se denomina "SM" (ver tabla 2). Es por ello que un nadador con presentará un máximo de tres clases y utilizará una u otra con en función del estilo con el que vaya a competir.

Tabla 2. Tabla resumen clases natación paralímpica.

<u>Tipo de discapacidad</u>	<u>clase</u>
	S1 - S10
Discapacidad Física	SB1 - SB9
	SM1 - SM10
	S11 - S13
Discapacidad Visual	SB11 - SB13
	SM11 - SM13
	S14
Discapacidad Intelectual	SB14
	SM14

1.3.2.1. La clasificación en nadadores con discapacidad física

En sus comienzos, cada grupo de discapacidades presentaba su sistema propio de clasificación médica establecido por la federación internacional que regulaba la natación para un determinado colectivo de personas con una discapacidad dada (Richter, Adams-Mushett, Ferrara, y McCann, 1992). Así, encontramos como la ISOD utilizaba un método de clasificación basado en el nivel de amputación, mientras que la ISMWSF se basaba en un sistema de evaluación neurológica para determinar la implicación motora del tronco, de los miembros superiores e inferiores en la realización del gesto para asignar una clase determinada. Por último, CP-ISRA realizaba una evaluación del deportista valorando el tono muscular, rango de movimiento, control motor, coordinación y equilibrio para asignar una clase. La maraña de clases existentes y la evolución de la natación hicieron que se desarrollará un sistema de clasificación integrado donde se redujeran el número de clases y pudieran competir nadadores con diferentes tipos de discapacidad dentro de la misma clase (Daly y Vanlandewijck, 1999;

Richter y cols., 1992). El sistema fue desarrollado por la alemana Brigitta Blomqwisten en 1985 y posteriormente modificado por el CPI (Richter y cols., 1992), pero no sería hasta los JJPP de Barcelona 1992 cuando se aplicaría (Daly y Vanlandewijck, 1999; Richter y cols., 1992; Wu y Williams, 1999). Desde entonces el sistema de clasificación funcional ha seguido evolucionando a lo largo de los años, ya que es revisado y modificado continuamente cada dos años, coincidiendo con la Asamblea General del CPI, con el objetivo de mejorar dicho sistema y lograr que la competición sea lo más justa y equitativa posible (Tweedy y Vanlandewijck, 2011).

Actualmente, la natación competitiva para personas con discapacidad física se basa en un sistema de clasificación que agrupa a los nadadores en categorías para poder competir en igualdad. Por tanto, los asignados a un mismo grupo deben reunir una serie de aspectos comunes a todos ellos, basándose en las particularidades de su capacidad motriz y/o condicionado por su deficiencia concreta (Almena y Pérez-Tejero, 2011; Almena, Pérez-Tejero, et al., 2015). En el caso de la clasificación funcional para nadadores con discapacidad física la clase SM se obtiene de la aplicación de la siguiente formula (IPC, 2005):

3 x Clase S + 1 Clase SB
<hr style="width: 50%; margin: 5px auto;"/>
4

Figura 1. Cálculo clase SM

El sistema de clasificación funcional (SCF) se basa en el uso de un sistema numérico para el cálculo de la habilidad locomotora como guía para asignar a cada nadador a una determinada clase funcional (CPI-Natación, 2005). Esta puntuación se obtiene de la valoración de las posibilidades de movimiento de cada una de las articulaciones y segmentos del cuerpo, así como las implicaciones de los mismos en el

estilo de nado (Almena y Pérez-Tejero, 2011). El sistema se basa en una asignación de puntos totales máximo teórico al nadador, de manera que se van sustrayendo puntos en función de la deficiencia que plantee. El total máximo de puntos asignados para la clase S son 300 puntos y para la clase SB son 290 (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2005, 2011). Estos puntos son repartidos entre las diferentes zonas corporales en función de su implicación en estilo, de ahí que estos sean repartidos de la siguiente manera (ver tabla 3):

Tabla 3. Distribución de puntos por zona corporal y clase funcional (CPI-Natación, 2005, 2011).

Clase S (Crol, Espalda y Mariposa)		Clase SB (Braza)	
Miembros Superiores	130 puntos	Miembros Superiores	110 puntos
Miembros Inferiores	100 puntos	Miembros Inferiores	120 puntos
Tronco	50 puntos	Tronco	40 puntos
Salidas	10 puntos	Salidas	10 puntos
Virajes	10 puntos.	Virajes	10 puntos.
Total	300 puntos	Total	290 puntos

Cada clase funcional posee unos perfiles basados en la variación de la eficacia del movimiento, que se fundamentan en la pérdida de efectividad de las diferentes partes del cuerpo que intervienen en el estilo, derivada de la deficiencia que presenta el nadador. Dicha pérdida implicará una pérdida de puntos sobre el total máximo de cada estilo, ubicándose al nadador en una de las clases. Para que un nadador pueda entrar dentro del sistema de clasificación, es necesaria una pérdida mínima de puntos, es lo que se denomina *mínimal hándicap* (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2005, 2011). El nadador, pues, para poder ser clasificado y entrar dentro del sistema de clasificación, debe perder un mínimo de 15 puntos en la valoración. Los perfiles que

caracterizan a cada clase funcional se recogen en el manual de clasificación (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2005, 2011).

Para asignar a un nadador una determinada clase funcional, el nadador debe realizar tres test: un test de camilla, un test de agua y la observación en competición para contrastar la información obtenida en los dos test anteriores (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2005, 2011; Comité Paralímpico Internacional, 2006). El nadador tomará parte en cada uno de los test y ha de mostrar una actitud cooperativa en cada uno de los mismos; de no ser así, el nadador será considerado como no clasificable y no podrá tomar partido en las competiciones. Como la clasificación funcional del nadador es determinante para la competición y también para este trabajo de investigación, seguidamente indicamos en qué consisten dichos tests (CPI, 2005):

1. Test de camilla. Existen diferentes tipos de test que varían en función del tipo de discapacidad. Por tanto distinguimos:

a) Test muscular: este test está adaptado del Medical Research Council (CPI, 2005). Este test está destinado a personas que presentan discapacidad asociada a lesión medular. El músculo es evaluado utilizando la escala de Daniels que se basa en la capacidad del deportista de generar movimiento (Caus, 2011).

b) Test de coordinación: este test está destinado a nadadores con parálisis cerebral y a nadadores con problemas de coordinación debido a un trastorno del sistema nervioso central que supone espasticidad, ataxia y/o atetosis. Está basado en la repetición de una secuencia de movimientos bilaterales progresivos en velocidad y de carácter asimétrico.

c) Test de movilidad articular: el test de movilidad articular es un test de valoración de la capacidad de movimiento de las diferentes articulaciones, adaptado a la

natación. La medida de los diferentes rangos articulares darán una puntuación en base a la capacidad de movimiento del nadador. Se consideran los rangos articulares funcionales para la realización correcta del gesto técnico.

d) Test para personas amputadas o que presentan dismelia. La finalidad de este test es la medida del miembro amputado y en base a la misma establecer un déficit de puntuación determinado por unas tablas. En función del miembro y de la ausencia del mismo, así será el déficit.

Además de la aplicación de uno de los anteriores tests en función de la discapacidad que presenta el nadador, y de una forma teórica, serán valoradas las habilidades para realizar la salida y el viraje.

2. *Test de Agua.* Con este test se trata de valorar la capacidad funcional del nadador para realizar el patrón técnico de los diferentes estilos, asignándole las clases funcionales correspondientes. Una vez obtenida la puntuación del test camilla y contrastada con el manual de clasificación, se obtienen unos posibles perfiles que darán el posible comportamiento del nadador en el agua. Esto no quiere decir que estos perfiles se ajusten a las posibilidades de movimiento del nadador, ya que éste puede presentar mayor o menor capacidad de movimiento en el agua y, por tanto, corresponderle otros perfiles que por exceso corresponderán a la clase superior o, por defecto, a la clase inferior. Existe por tanto un predominio de la valoración del nadador en el agua sobre los resultados obtenidos en la camilla, ya que la competición se desarrolla en el medio acuático y predominan los aspectos funcionales de este test sobre los obtenidos en el test de camilla. Los aspectos que se valoran en el test de agua son:

1. Salidas: se valora la capacidad del nadador para realizarla. Se comprueba si es capaz de salir desde el poyete, si no empezará desde el agua. Si sale desde el agua

se valora si el nadador posee capacidad de prensión y/o empuje; si es necesaria o no ayuda para realizar el gesto. Por el contrario, si sale desde el poyete, se comprueba la capacidad para realizar el modelo mecánico de salida procedente de la natación para personas sin discapacidad. Se evaluará la capacidad para mantener el equilibrio, si necesita ayuda para subir o permanecer en el mismo, la acción de brazos, la capacidad de impulsión de las dos piernas y la coordinación global del gesto.

2. Flotación: se comprueba esta capacidad en posición ventral y dorsal y se dibuja la misma en el parte de clasificación.
3. Estilos de nado: es necesario que el nadador domine todos los estilos, ya que éstos serán valorados, comprobando la capacidad de realización de los mismos. Es fundamental diferenciar entre incapacidad de realizar el gesto técnico con el error técnico: el primero es debido a la deficiencia que limita la posibilidad de realizarlo y el segundo es consecuencia de un incorrecto aprendizaje. A su vez, se pide al nadador que los estilos sean ejecutados a diferentes velocidades, siendo necesario para valorar la capacidad de coordinación en la realización de los mismos. Por último destacar la realización de ejercicios técnicos específicos adaptados a la capacidad de ejecución del nadador, que permitirán valorar aspectos concretos derivados de la deficiencia que presente el nadador.
4. Virajes: se valora la capacidad el nadador para realizar los mismos: si es capaz de voltear, impulsa con una pierna (caso de los amputados) o con las dos y dentro de esta última, si la impulsión es igual con las dos piernas.

En función de la observación de los diferentes aspectos, el manual de clasificación establece el déficit obteniendo una puntuación que deberá o no corresponderse con la del perfil establecido por el test de agua.

3. *Observación en competición.* El nadador, antes de ser clasificado, debe de firmar una hoja de consentimiento en la cual se compromete a que va a participar de forma activa y a cooperar completamente en el proceso, sin dificultarlo o engañar sobre su capacidad funcional de movimiento durante el proceso de clasificación. Es por tanto necesario observar y valorar al nadador inmerso en competición, ya que es aquí donde, en el caso de haber mentido para obtener una ventaja en las pruebas previas, se entiende que no va a limitar su verdadera capacidad. Lo que se persigue es comprobar que los datos obtenidos durante la clasificación son correctos y el nadador no ha falseado ningún dato derivado de la realización de las pruebas anteriores (Howe y Jones, 2006). Esta observación se lleva a cabo en la primera aparición en competición teniendo en cuenta que hay una para cada estilo (CPI-Natación, 2011).

1.3.3.2. La clasificación para nadadores con discapacidad visual

El CPI establece un sistema de clasificación para los nadadores con discapacidad visual categorizándolos en tres clases (B1 o S11, B2 o S12 y B3 o S13) utilizando como criterio el grado de agudeza visual, el campo de visión y la percepción de luz (Daly y Martens, 2011). Los nadadores de la clase S11 son ciegos totales, mientras que las clases S12 y S13 tienen algún tipo resto visual, mayor siempre en S13 (CPI-Natación, 2005; Daly, Malone, Burkett, Gabrys, y Satkunskiene, 2009; Malone, Sanders, Schiltz, y Steadward, 2001). Al igual que ocurría con la discapacidad física, las clases deportivas se asignan según el estilo de natación que se utiliza en la prueba. Al mismo tiempo, el CPI-Natación (2011) establece que para que un nadador sea elegible en estas clases debe de presentar al menos alguna de las siguientes afectaciones, resultado de una enfermedad o trastorno: afectación de la estructura del ojo, del nervio óptico/vías

ópticas y/o del córtex visual del cerebro (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2014).

La afectación debe ser diagnosticada por un oftalmólogo con suficiente documentación médica para apoyar el diagnóstico. En su totalidad, la evaluación del deportista y la asignación de clase se basarán en la evaluación de la agudeza visual con el ojo que tenga mayor agudeza, llevando la mejor corrección óptica disponible, mediante gafas o lentes de contacto. Los nadadores de la clase S11, a excepción de los que usan prótesis en ambos ojos, usan gafas opacas en cada una de las pruebas en las que tome parte. Al mismo tiempo, a estos nadadores se les permite el uso del “*tapper*” (palo). El “*tapping*” es el método que usan los nadadores de esta clase para saber cuándo se están aproximando a la pared y poder realizar de forma óptima el viraje o finalizar la prueba. La persona encargada de utilizarlo se coloca en el extremo de la calle en la cual compite el nadador con una pértiga acabada en una pieza blanda, y que a la llegada del mismo a la zona, toca la cabeza para realizar el viraje o la llegada. Durante la competición el uso de *tapper* es opcional para nadadores de la clase S12 y S13.

1.3.3.3. La clasificación para nadadores con discapacidad intelectual

CPI-Natación ha designado la clase S14 para los deportistas que presentan limitaciones en sus capacidades cognitivas. Al igual que las anteriores discapacidades, designa las clases según el estilo de natación utilizado en la prueba y comprende las mismas fases presentes en la evaluación del deportista con discapacidad física con un matiz diferenciador: la evaluación física será sustituida por la aplicación de una batería de pruebas de cognición aplicada al deporte donde se evalúan los siguientes

componentes: memoria y aprendizaje, funcionamiento ejecutivo, percepción visual e inteligencia fluida y velocidad de procesamiento, técnicas de atención y concentración (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2011).

La observación durante la competición se lleva a cabo durante la ya mencionada primera aparición y consiste en el análisis de una serie de variables pertenecientes al nado para determinar la velocidad relativa del mismo. La velocidad relativa de nado es el resultado de aplicar un coeficiente donde interviene la velocidad de nado y la frecuencia de ciclo media. La frecuencia de ciclo (FC) es el número de ciclos de brazos realizados por el nadador en la unidad de tiempo. Según indica el manual de clasificación (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2011), éste se calcula midiendo el tiempo que tarda en realizar de 3 a 5 ciclos (entendiendo como ciclo la realización de dos brazadas con las extremidades superiores, ya sea de forma simultánea o alternativa) y de la aplicación de la siguiente fórmula: $FC = n^{\circ} \text{ ciclos contados} \times t \text{ ciclos contados } (s^{-1})$ (Arellano, Brown, Cappaert, y Nelson, 1994; Arellano y Sánchez, 2002b). Además, la frecuencia de ciclo, debe de ser calculada dos veces para la prueba de 100 metros y cuatro en las pruebas de 200 m (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2011).

Por otro lado, la velocidad de nado (VN) es la velocidad que desarrolla el nadador que no está influenciada por la salida, viraje y/o la llegada (Chow, Hay, Wilson, y Imel, 1984; Miller, Hay, y Wilson, 1984). Esta velocidad puede variar en función de las cualidades de nadador dando lugar la realización de cierto número de ciclos de nado en las zonas destinadas a otro fin (salida y viraje) (Almena, Veiga, Navarro, y Pérez-Tejero, 2014b; Veiga, Cala, Mallo, y Navarro, 2013) aunque de forma general se utilizan los 15 metros (m) para la salida y los 7,5 m para los virajes y 5 m para la llegada teniendo como referencia las paredes del vaso (Arellano y Sánchez,

2002b). No obstante, el manual de clasificación (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2011) estipula que la distancia mínima necesaria para determinar la velocidad a mitad de la piscina es de 7,5 m preferiblemente de 12,5 a 15 m, evitando así los primeros de 25 m de la prueba (ver figura 2).

Figura 2. Referencias para el cálculo de la velocidad crítica de nado para nadadores con discapacidad intelectual.

Una vez obtenidas la velocidad de nado en cada parcial y la frecuencia de ciclo, se procede al cálculo de la velocidad relativa de nado que, en función del valor obtenido, se considerará elegible o no el nadador como clase S14-SB14-SM14.

1.4. El análisis de la competición

El análisis de la competición es considerado un método que permite evaluar el rendimiento del nadador en cada uno de los segmentos que conforman la prueba (salida, nado y viraje). Bajo esta consideración existen dos tipos: el análisis de la competición basado en distancias prefijadas (Arellano y cols., 1994) de mayor tradición en el tiempo

y usado ampliamente en numerosos estudios; y otro de reciente aplicación basado en distancias individualizadas (Veiga y cols., 2013).

El origen de los estudios centrados en el análisis de la competición datan de los años 70 con los estudios realizados por autores como East (1970) o Navarro (1979). Éstos analizaron la relación que tenían las variables cíclicas de nado (FC y longitud de ciclo) sobre la VN. A partir de estos estudios, empezaron a surgir otros trabajos que comienzan a dividir la prueba en diferentes partes permitiendo medir el tiempo que utiliza el nadador en cubrir dichas distancia (Hay y Guimaraes, 1983; Letzelter y Freitag, 1982; Pai, Hay, y Wilson, 1984). De todos estos trabajos destaca el realizado por Hay y Guimaraes (1983) donde estos autores establecen un modelo de análisis determinista que divide la prueba en tres partes independientes desde el punto de vista motriz. El interés del modelo propuesto por Hay radica en que sus trabajos incluyen variables específicas de cada fase de la prueba (Hay y Guimaraes, 1983), delimitadas por gestos técnicos como la salida de la cabeza del agua después del deslizamiento o bien el comienzo de un ciclo de nado. De esta manera, se consigue separar específicamente los gestos técnicos de cada fase (salida, nado y viraje). Es por ello que diferencian un tiempo de salida, un tiempo de nado y un tiempo de viraje (ver tabla 4).

Tabla 4. Modelo de Hay para el análisis de la prueba en natación (Adaptado de Hay, 1985).

$\text{TIEMPO TOTAL} = \text{TIEMPO DE SALIDA} + \text{TIEMPO DE NADO} + \text{TIEMPO DE VIRAJE}$

El interés del modelo propuesto por Hay radica en que cada fase de la prueba esta marca por la realización de gestos técnicos como son la salida de la cabeza después del deslizamiento o bien, con el comienzo de un ciclo de nado. Para realizar el análisis de la competición de una prueba se parte del hecho de que, a pesar de ser la natación

una modalidad deportiva cíclica, solamente entre el 75-80% de la distancia de prueba el nadador efectúa movimientos cíclicos; el 20-25% restante corresponde a la salida, a la preparación del viraje, al deslizamiento posterior y al tiempo en recorrer los últimos metros (Arellano y Sánchez, 2002a).

La evolución del análisis de la competición desde los primeros estudios realizados por East (1970) ha tejido un conjunto de variables básicas para la evaluación y seguimiento del desempeño diario del entrenador de natación moderno. Es por ello que el estudio de los parámetros que determinan el tiempo de prueba se realiza en el orden temporal en que se suceden a lo largo de la prueba real. Según el planteamiento de Hay (1983), la distancia de competición se divide en tramos en cuyo recorrido el nadador ejecuta acciones distintas a las de la parte cíclica e independientes unas de otras. El estudio de los parámetros que determinan el tiempo de la prueba se realizará atendiendo al orden temporal en que se suceden a lo largo de la prueba. La figura 3 explica los diferentes tiempos parciales que componen el tiempo final. A su vez, se observa que el tiempo de viraje se divide en dos: tiempo de aproximación a la pared del vaso y tiempo de separación de la pared del vaso. Estos tiempos son tomados a partir de unas referencias espaciales fijas que determinan el inicio y la finalización de dicho tiempo. Es por ello que este modelo ha sido denominado “análisis de la competición basado en distancias prefijadas”.

Figura 3. Referencias para el cálculo de la velocidad crítica de nado para nadadores con discapacidad intelectual.

1.4.1. Tiempo de salida (TS)

El Tiempo de Salida (TS) es el tiempo invertido por el nadador en recorrer una distancia en que la acción de salida afecta a la velocidad de nado. La salida es un componente importante de la distancia total de prueba, es la sección de la carrera en la que el nadador viaja a la máxima velocidad (Arellano, Pardillo, y Gavilán, 2000; Welcher, Hinrichs, y George, 2008). El TS (ver figura 4) está determinado por el tiempo en el poyete de salida (*block time*), el tiempo de vuelo (*flight time*) y el tiempo de deslizamiento (*glide time*). Tal y como se muestra en la figura 4, el tiempo de deslizamiento depende de la distancia recorrida durante esa fase así como de la velocidad a la que se realiza siendo la parte más importante en el rendimiento en la salida (Hay y Guimaraes, 1983). De forma genérica, se considerará el paso de la cabeza del nadador por la referencia establecida la que marca el final del espacio, siendo el inicio la salida del nadador desde el poyete. Por tanto, consideramos como tiempo de salida el tiempo que transcurre desde que el nadador sale hasta llegar a una referencia a partir de la cual la velocidad de salida no afecta a la velocidad de nado (Arellano, 2002). Ahora bien, han sido varias las distancias utilizadas para valorar la salida es así que las más utilizadas han sido la de 10 como la de 15 m. La primera referencia fue justificada por Absaliarov y Timakovoi (1990 en Arellano y cols., 2002), quienes establecieron la

distancia de salida como el espacio cubierto por el nadador tras el primer ciclo de nado, al considerar que la influencia del salto de salida, en cuanto a la velocidad de desplazamiento del nadador, desaparece en ese momento.

Figura 4. Factores de rendimiento en la fase de salida (adaptado de Hay, 1985).

El que los nadadores llegaran más allá de los 10 m fue atribuido a los bracistas al realizar la brazada subacuática. No obstante, los primeros problemas habían surgido ya cuando, en las salidas de espalda, algunos nadadores comenzaron a propulsarse con sus extremidades inferiores más allá de la referencia de 15 m, de ahí que FINA en 1998 estableciera como distancia límite para el nado subacuático la distancia de 15 m, siendo considerada como el límite del espacio donde se ubica el TS (Arellano, La Fuente, García, y Pardillo, 2000).

1.4.2 Tiempo de nado (TN)

Este tiempo está determinado por dos factores: la distancia de prueba y la velocidad media sobre dicha distancia (Pai y cols., 1984). Asumiendo que el nadador sigue una trayectoria rectilínea, la distancia recorrida es la distancia de prueba. El TN puede, de forma más precisa, medirse desde el momento en que inicia la acción cíclica después de la salida y el viraje, hasta que acaba esta acción antes del viraje o la llegada (Arellano y Sánchez, 2002b).

El TN representa el 60-70% del tiempo de prueba y, como está determinado por la longitud (LC) y frecuencia media de ciclo (FC), la relación entre éstas y la velocidad media de nado (VN) es obvia, siendo calculada en una fase determinada de la prueba, dividiendo el espacio considerado por el tiempo empleado en recorrerlo ($v \cdot t^{-1}$; Ferro y Arellano, 2002).

Pero además, el TN se ve afectado por otros dos parámetros más: el tiempo de viraje y el tiempo de llegada. Podemos concretar que, como el TN constituye la suma de los tiempos parciales de nado, cada tiempo parcial puede a su vez definirse como el tiempo requerido para que un nadador cubra una distancia usando solo el nado. Por tanto, es el periodo de propulsión excluyendo lo que se determine como tiempo de salida, tiempo de viraje y tiempo de llegada, empleando como criterio el paso de la cabeza del nadador por las marcas de referencia establecidas.

Figura 5. Parámetros que determinan el tiempo de nado (Arellano & Sánchez, 2002).

El cálculo del tiempo empleado por el nadador en recorrer esta fase se suele calcular a partir de distancias fijas que delimitan la misma fase de nado para todos los nadadores. Debido a circunstancias de tipo metodológico, la mayoría de los estudios no se ciñen completamente a la definición de tiempo de nado, ya que calculan esta variable en función de una distancia que no siempre abarca todo el tiempo comprendido entre viraje y salida.

1.4.3. Frecuencia de ciclo (FC)

La frecuencia de ciclo media es el número de ciclos de brazos realizados por el nadador en la unidad de tiempo. En un ciclo se realizan dos brazadas, una acción con cada extremidad superior, ya sea de forma simultánea o alternativa. Para su cálculo se comenzó contando el número de brazadas en cada parcial, pero este método de medición no resulta económico, dado el gran número de nadadores en cualquier competición, para lo cual fue necesario desarrollar un método alternativo para hallarla. Kennedy, Brown, Chengalur y Nelson (1990) realizaron un estudio donde calcularon la FC de cada nadador registrando el tiempo en completar dos, tres, cuatro ciclos en la sección media de la piscina, correlacionando los valores medios de la primera y de la segunda FC con la real medida sobre la sección de la piscina. Los resultados indicaron

que la FC estimada basada en el método de los cuatro ciclos ofrecía las predicciones más validas, con coeficientes de correlación de 0,95 para la braza y de 0,99 para los tres estilos. En definitiva, la FC responderá a la siguiente ecuación, en función del número de ciclos utilizados para determinarla (Arellano y Sánchez, 2002a):

$$FC = n^{\circ} \text{ ciclos contados} \times t \text{ ciclos contados (s)}^{-1}$$

Figura 6. Cálculo de la FC.

Dado que la FC se combina con la velocidad media de nado para determinar la LC, la sección del vaso elegida para contabilizar los ciclos deberá estar integrada en la zona donde se determine el TN y por tanto, por la velocidad (V). En cuanto a las referencias a considerar para la determinación de la FC en los estilos alternativos, se establece la entrada de la mano derecha delante de la cabeza, mientras que en la braza se utiliza cuando los brazos están en extensión o cuando se encuentran al final del recobro.

1.4.4. Longitud de ciclo (LC)

La longitud de ciclo es el espacio horizontal anteroposterior recorrido por el nadador hacia delante en cada ciclo completo de brazos. Para obtener la LC se aplica la siguiente ecuación (Arellano y Sánchez, 2002a):

$$LC = \text{espacio recorrido (m)} \times n^{\circ} \text{ ciclos contados (c)}^{-1}$$

Figura 7. Cálculo de la LC.

Esta fórmula conlleva un complicado proceso de registro, por tanto, no parece el método más adecuado para hallar la LC de una forma rápida, por lo cual se atiende a los

dos parámetros vistos con anterioridad, V y FC, determinándola mediante la siguiente relación (Arellano y Sánchez, 2002a):

$$LC = V \times FC^{-1}$$

Figura 8. Cálculo de la LC

Como es evidente, para determinar la LC es preciso, en primer lugar, calcular la FC para cada parcial, así como los tiempos de nado en aquellas zonas de la piscina que se consideren libres de la influencia de la salida, los virajes y la llegada, con el fin de determinar las velocidades de nado en dichos parciales.

1.4.5. Tiempo de Viraje (TV)

El tiempo de viraje es el tiempo desde que la cabeza del nadador alcanza una distancia antes de la pared, previo al inicio del viraje, hasta que llega a la marca de separación, distancia desde la pared después de completar el viraje. Por tanto, el TV viene determinado por el tiempo de aproximación (TV_{Aprox}), tiempo de contacto (TV_{Cont}) con la pared del vaso y tiempo de separación (TV_{Sep}). El TV_{Aprox} depende de la distancia y de la V media del nadador, desde el punto en el que el nadador ajusta sus acciones de nado para comenzar el viraje hasta el contacto con la pared. El TV_{Sep} depende a su vez de la distancia y la V media desde el abandono de la pared con los pies hasta el punto donde el nadador reinicia el nado. Por su parte, el TV_{Cont} no es posible analizarse en competición aunque su rendimiento viene determinado por el tiempo de contacto de manos o piernas dependiendo de la técnica de viraje del estilo a analizar. Partiendo de estas premisas, Absaliarov y Timakovoi (1990; en Arellano, 2002) observaron que tras el viraje la mayoría de los nadadores terminaba el primer ciclo de

brazada a 7,5 m de la pared, produciéndose una modificación de la frecuencia de movimientos antes de ésta, que les permitía la aproximación óptima para preparar la ejecución del viraje. Por tanto, optaron por establecer tal distancia como la de aproximación del viraje, concretando el tramo completo de viraje en 15 metros.

1.4.6. Tiempo de llegada (TLL)

Los criterios están establecidos por LEN (Liga Europea de Natación), la distancia de llegada se ha considerado de 7,5 y 5 m para competiciones en piscina de 50 y 25 m, respectivamente (Arellano y Sánchez, 2002b). Sin embargo, el aislamiento de la llegada como parte motrizmente independiente en competición y la escasa utilización del mismo en los últimos estudios sobre el análisis de la competición en natación, ha llevado a no considerarla en la presente investigación. Aun así, la medición de dicha fase de la prueba podría ser sustituida por la medición de la distancia de la última brazada a la pared (Hay y Guimaraes, 1983).

A pesar de la gran implantación del modelo de análisis de la competición y de la gran importancia que presenta para la labor diaria del entrenador, este modelo está planteado para nadadores sin deficiencia. Aunque su uso se ha extrapolado a la natación paralímpica en multitud de estudios previos y ha servido como modelo para desarrollar diversas investigaciones (Daly y Martens, 2011), su utilización no permite evaluar la eficacia de la acción motriz en cada una de las fases establecidas por el modelo de Hay y Guimaraes (1983) durante una prueba. La validez que pueda presentar va a estar condicionada por el tipo y grado de deficiencia que presente el nadador.

1.5. Análisis de la competición en nadadores con discapacidad

En lo que respecta a la natación para personas con discapacidad, el análisis de la competición ha sido la herramienta más utilizada para desarrollar la investigación (Daly et al., 2001). Además de dar información útil a los entrenadores acerca del desarrollo de la prueba, otras utilidades han sido intentar validar los sistemas de clasificación y caracterizar a los nadadores con deficiencia en cada una de las clases establecidas (Almena, Pérez-Tejero, y cols., 2015).

En este caso, se realizó una búsqueda bibliográfica al efecto de conocer los estudios previos que permitieran definir el punto de partida en el análisis de la competición en natación paralímpica, así como los distintos perfiles de rendimiento por clase y la fundamentación científica del actual sistema de clasificación funcional. Los criterios de búsqueda que guiaron dicho proceso en sus distintas combinaciones fueron: *classification, swimming, disability, race analysis, impairment*. Tras una búsqueda bibliográfica en las diferentes bases de datos existentes (Academic Search Premier (EBSCO), ERIC (EBSCO), ICYT - Ciencia y Tecnología (CSIC), Ciencia y Tecnología (CSIC), IME - Biomedicina (CSIC), ISOC - Humanidades y Ciencias Sociales (CSIC), MEDLINE (ISI), PubMed y "SPORT Discus with Full Text" (EBSCO) realizada el 21 de marzo de 2015, se encontraron 329 estudios. A partir de ellos se observó que son pocos los estudios que hacen referencia al análisis de la competición. Como resultado de la búsqueda se encontró que los primeros estudios que utilizaron variables procedentes del análisis de la competición datan de los años 90 y principios del siglo XXI. Los primeros estudios midieron la LC, FC y VN y la muestra utilizada fueron nadadores de élite que participaron en competiciones internacional (Pelayo, Sidney, Moretto, Wille, y Chollet, 1999; Pelayo, Sidney, Tarik, Chollet, y Tournay, 1996). Posteriormente a éstos, se realizaron una serie de estudios donde se analizan todas las variables del análisis de

la competición (TS, TN, TV, TLL, FC, LC y VN) y se calcularon índices de eficacia (IE) de ciertas variables. Las muestras empleadas fueron nadadores paralímpicos con diferentes tipos de discapacidad que participaron en los JJPP de Atlanta 1996 y Sydney 2000 (Daly, Malone, Vanlandewijck, y Steadward, 1999c; Daly y Vanlandewijck, 1999; Djjobova, Mavromati, y Daly, 2002). Al mismo tiempo, se observa, que según avanza el siglo XXI, los estudios que utilizan como método el análisis de la competición son los menos, encontrándose tan sólo los desarrollados por Vanneste (2007) en nadadores con deficiencia intelectual y por Burkett y Mellifont (2008) y Daly y cols., (2009) con discapacidad visual. El motivo es que el análisis de la competición dejar de aportar datos útiles para perfeccionar y validar los diferentes sistemas de clasificación. Tan sólo se sigue utilizando en aquellas grupos de discapacidad en lo que todavía puede seguir aportando información como es el caso de los nadadores con discapacidad intelectual. En el ámbito nacional destacar el único estudio llevado a cabo, es el realizado por Almena y cols., (2015) donde se analizaron el TS, TN, TV y TLL en nadadores españoles con deficiencia física en el Campeonato de España de 2011. Al mismo tiempo existen otra serie de estudios que utilizan el tiempo total de prueba (TT) bien sea para comparar las diferentes clases funcionales (Daly y Vanlandewijck, 1999) o para realizar estudios longitudinales para el rendimiento de los nadadores de una misma clase en las diferentes pruebas (Djjobova, Mavromati, y Daly, 2002). La tabla 5 sintetiza todos los estudios, en nuestro conocimiento, que se han llevado a cabo mediante el análisis de la competición en nadadores con discapacidad.

Por último, y a modo de reflexión, destacar que la aplicación del modelo de análisis de la competición basado en distancias prefijadas procede de la natación convencional. Esto quiere decir que las distancias empleadas para el cálculo de los diferentes segmentos no han tenido en cuenta el grado y tipo de deficiencia que limitará

las posibilidades del nadador para realizar las diferentes acciones que se realizan durante la prueba.

Tabla 5. Resumen estudios análisis de la competición en nadadores con discapacidad. Nota: JJPP: Juegos Paralímpicos; M: género masculino; F: género femenino; TS: Tiempo de Salida; TN: Tiempo de Nado; TV: Tiempo de Viraje; TLL: Tiempo de Llegada; VN: Velocidad de Nado; FC: Frecuencia de Ciclo; LC: Longitud de ciclo

Autor	Año	Competición	Clases	Pruebas	Género	Variables
Pelayo, P.	1999	C. Europa 1995	S3-S10	100 m libre	M-F	V, FC y LC
Daly, D.	1999	Campeonato del Mundo 1999	S(B)2-S(B)10	100, y 400 m libre; 100 m braza	M-F	Tiempo de prueba e índice de rendimiento
Daly, D.	1999	JJPP Atlanta 1996	S2-S10 y AB	100 m libre	M	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Daly, D.	1999	JJPP Atlanta 1996	S2-S10	100 m libre	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Daly, D.	1999	JJPP Atlanta 1996	SB4-SB10 y AB	100 m braza	M	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Daly, D.	1999	JJPP Atlanta 1996	SB4-SB10	100 m braza	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Malone, L.	1999	JJPP Atlanta 1996	S7-S10	400 m libre	M	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Burkett, B.	2000	JJPP Sydney 2000	S11-S13 y AB	100 m libre	M	FC, LC y VN
Daly, D.	2001	JJPP Atlanta 1996	S2-S10/SB4-SB10	100 m libre, espalda, braza y mariposa	M	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Malone, L.	2001	JJPP Atlanta 1996	S11-S13	50-100 m libre	M-F	VN, FC, LC índice de Ciclo (IC)
Djobova, S.	2002	JJPPs Atlanta 1996/ Sydney 2000	S2-S10	50, 100, 400 m libre	M-F	Tiempo de prueba e índice de rendimiento
Daly, D.	2003	JJPP Sydney 2000	S2-S10	100 m libre	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Daly, D.	2003	JJPP Sydney 2000	SB4-SB9	100 m braza	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Daly, D.	2003	JJPPs Atlanta 1996/ Sydney 2000	SB4-SB9 (SB10)	100 m braza	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Daly, D.	2004	JJPP Sydney 2000	SM6-SM10	200 m estilos	M	VN, FC, LC e índices de eficacia
Vanneste, T.	2007	Campeonato islandés 2006	S14	200 libre	M	FC, LC y VN
Burkett, B.	2008	JJPP Sydney 2000/ Competiciones internacionales	S9-S11,S12, S13 y AB	100 m libre	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Daly, D.	2009	JJPP Sydney 2000	S11-S13 y AB	100 m libre	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia
Fulton, S.	2009	Varias competiciones nacionales e internacionales	S2-S13	100 m libre	M-F	Variabilidad del TT
Almena, A.	2015	Campeonato de España 2011	S3-S10	100 m libre	M-F	TS, TN, TV, TLL, VN, FC, LC e índices de eficacia

1.6. Otros estudios basados en parámetros biomecánicos y/o fisiológicos en nadadores con discapacidad

Como consecuencia de la evolución natural de un deporte en desarrollo, la disminución de estudios que tienen como fundamento el análisis de la competición basado en distancias prefijadas fue en disminución. Este descenso es debido a que los datos obtenidos dejaron de aportar información útil para perfeccionar los sistemas de clasificación y los estudios previos ya habían perfilado y caracterizado el comportamiento de las diferentes clases en competición. Sin embargo, su uso pasó a ser una herramienta exclusiva de los comités nacionales contribuyendo a desarrollar la labor de los entrenadores. Su finalidad al igual que para los nadadores sin discapacidad, quedó reducida a ayudar a mejorar el rendimiento individual de cada uno de sus nadadores (Burkett, 2011).

A raíz de este momento empiezan a surgir otro grupo de estudios enfocados a solventar ciertos problemas que, o bien no fueron solucionados con las investigaciones anteriores, o bien, con nuevas cuestiones que necesitaban una respuesta. Se observa que seguían existiendo problemas con determinados perfiles de deficiencias físicas que no terminaban de encajar dentro de las clases establecidas, es el ejemplo de los nadadores amputados unilaterales de brazo o nadadores con acondroplasia. Tampoco estaban claros los parámetros de corte en la clases con discapacidad visual como el caso de los parámetros que diferencia a la clase S12 de la S13 donde se establece que el límite para el campo visual se establece en un diámetro inferior o igual a los 10 grados; o el desarrollo de un nuevo un sistema de clasificación para nadadores con discapacidad intelectual que valore la relación existente entre FC y LC en los segmentos cíclicos durante la prueba; o la evolución de parámetros relacionados con el entrenamiento deportivo como son los umbrales aeróbicos o anaeróbicos. Es por ello que empiezan a

surgir una nueva oleada de investigaciones encaminadas a realizar estudios en situaciones de laboratorio evaluando la competencia motriz de una o varias fases de la prueba en determinadas deficiencias (Burkett, Mellifont y Mason, 2010; Fulton, Pyne, y Burkett, 2011; Lecrivain, Payton, Slaouti, y Kennedy, 2010; Osborough, Payton, y Daly, 2010; Prins y Murata, 2008; Satkunskiene, Schega, Kunze, Birzinyte, y Daly, 2005; Schega, Kunze, y Daly, 2004) o aplicando y desarrollando test específicos que permitan evaluar el rendimiento y/o parámetros fisiológicos (Edmonds, Burkett, Leicht, y McKean, 2015; Garatachea y cols., 2006; Szafraniec, Seidel, Kruszyna, y Zurowska, 2012); y establecer programas para la mejora del rendimiento y evaluar dicha mejora (Dingley, Pyne, y Burkett, 2014a; Fulton, Pyne, Hopkins, y Burkett, 2010). Todos ellos con el denominador común de la muestra, que suele ser escasa, ya que no siempre hay nadadores de todas las clases. Además se comparan diferentes tipos de deficiencia e incluso con nadadores sin discapacidad (AB). Al igual que en el apartado anterior, fruto de una nueva búsqueda en las bases de datos existentes (Academic Search Premier (EBSCO), ERIC (EBSCO), ICYT - Ciencia y Tecnología (CSIC), Ciencia y Tecnología (CSIC), IME - Biomedicina (CSIC), ISOC - Humanidades y Ciencias Sociales (CSIC), MEDLINE (ISI), PubMed y "SPORT Discus with Full Text" (EBSCO) realizada el 7 de diciembre de 2016, se encontraron 370 estudios utilizando como criterio de búsqueda las palabras claves “*classification, swimming, disability, race analysis, impairmentparalympics, biomechanics, performance, competition*”, la tabla 6 sintetiza todos los estudios encontrados hasta la actualidad donde se recogen los diversos objetivos que se plantean en las investigaciones y la cual se fundamenta con los mismos criterios de búsqueda que en el apartado anterior.

Tabla 6. Tabla resumen investigaciones con diversos objetivos en natación para personas con discapacidad.

Autor	Año	Muestra	Objeto de estudio
Williamson, D.	2004	Deportista con discapacidad intelectual	Reflexionar sobre los sistemas de clasificación en deportistas con discapacidad intelectual
Satkunskiene, D.	2005	S3-S10	Investigar la importancia del uso de parámetros cinemáticos de brazada (índice de coordinación de brazo) en crol para optimizar y mejorar el rendimiento
Garatachea, N	2006		Determinar y validar un test para medir la velocidad crítica de nado en nadadores con discapacidad física.
Cregan, K.	2007	-----	Valorar la evolución del conocimiento en la natación para persona con discapacidad.
Payton, C.	2008	-----	Revisar y poner de manifiesto los recursos que el equipo Británico de natación dispone para mejorar y optimizar el rendimiento de sus nadadores.
Prins, J.	2008	Nadadores con discapacidad física (amputación de miembros superiores/inferiores, parálisis cerebral, paraplejias y cuadriplejias)	Evaluar en nadadores con discapacidad física la mecánica brazada mediante filmaciones subacuáticas.
Querido, A.	2009	Nadadores con discapacidad intelectual y síndrome de Down.	Establecer, desarrollar y evaluar un programa de entrenamiento mediante un programa de periodización tradicional (Matveiev, 1960)
Osborough, C.	2009	Nadadores con amputación unilateral de brazo a nivel de la articulación del codo.	Determinar la relación existente entre la VN, LC y VC en nadadores con amputación unilateral de brazo al nivel del codo
Fulton, S.	2009	S6, S7, S8, S9, S10	Cuantificar el número y la velocidad de la patada en 100 metros.
Osborough, C.	2010	Nadadores con amputación unilateral de brazo a nivel de la articulación del codo.	Evaluar la influencia de la VN en la coordinación interciclo de brazo en nadadores con amputación unilateral de brazo al nivel del codo
Leclivain, G.	2010	Nadadores con amputación unilateral de brazo a nivel de la articulación del codo.	Valorar el efecto de la amplitud de giro sobre el eje longitudinal y velocidad de la rotación del brazo en la propulsión de nadadores con amputación unilateral de brazo al nivel del codo
Fulton, S.	2010	S3, S6, S7, S8, S9 y S10	Cuantificar el patrón de entrenamiento semanal (volumen /intensidad) en nadadores con discapacidad en un ciclo previo a la competición.
Szafraniec, R.	2012	Nadadores con discapacidad física y visual	Evaluar si la resistencia aeróbica y anaeróbica incrementa de la manera esperada en nadadores con discapacidad tras un ciclo.
Marques-Aleixo, I.	2013	Nadadores con síndrome de Down	Evaluar la coordinación y la variación de la velocidad intraciclo en nadadores con síndrome de Down.
Magno, M.	2013	S11, S12, y S13	Determinar la etiología y las características de las lesiones en nadadores con discapacidad visual
Dziuba, A.	2013	S9 y S10	La importancia del análisis cinemático (VN, FC, LCe IC) como recursos para mejorar el SCF en nadadores con discapacidad física
Lee, C.	2014	Nadadores con amputación unilateral de brazo a nivel de la articulación del codo y sin discapacidad.	Evaluar los cambios en las fuerzas de propulsión en parámetros de brazada en nadadores con amputación unilateral de brazo en comparación con nadadores sin discapacidad (AB)
Osborough, C.	2014	Nadadores con amputación unilateral de brazo a nivel de la articulación del codo.	Efecto de la VN en la coordinación brazo-pierna en nadadores con amputación unilateral de brazo al nivel del codo
Dingley, A.	2014	S6, S8, S9, S10, S13 y S14	Evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento en seco para incrementar los niveles de fuerza y potencia de nado en nadadores paralímpicos.
Dingley, A.	2014	S2, S3, S6, S8, S9, S10, S13 y S14	Cuantificar la relación entre la producción bilateral de fuerza, rendimiento en el nado y la influencia de la fatiga.
Dingley, A.	2014	S3, S6-S10, S13 Y S14	Analizar las variables relacionadas con la salida: Tiempos (15m, despegue, vuelo, subacuática y nado), distancia (entrada, subacuática y nado) y velocidad (despegue, subacuática y nado)
Edmonds, R.	2015	S8,S9, S10, S13 y S14	Evaluar el efecto del entrenamiento en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en nadadores con discapacidad a través de la medición de encimas presentes en la saliva.
Dingley, A.	2015	S6, S7, S8, S9, S10, S13 y S14)	Caracterizar la relación existente entre propulsión, medidas antropométricas y rendimiento en nadadores paralímpicos.

1.7. Justificación del estudio

Desde el nacimiento de la natación como deporte para personas con discapacidad, esta ha ido evolucionando de manera natural hasta nuestros días. En sus comienzos, y como si de un espejo se tratara, la natación adaptada y paralímpica han utilizado los métodos procedentes de la natación convencional para solucionar las dudas existentes siendo su máximo exponente el valorar los sistemas de clasificación y el rendimiento. De ahí la utilización del análisis de la competición basado en distancias prefijadas para caracterizar las diferentes clases y establecer diferencias entre ellas, chequeando así la pertinencia de dicho sistema. En cierto modo, esta situación se debió a la falta de medios y recursos no sólo materiales, sino también humanos que se dedicaran de manera profesional y científica a esta manifestación deportiva.

Según se avanzaba en el tiempo, la incorporación de entrenadores cualificados con sed de conocimiento, algunos de ellos procedentes de la natación para personas sin deficiencia y/o antiguos nadadores que consideraban que había todavía aspectos que necesitaban ser mejorados y/o solucionados, lideraron un segundo estadio en las investigaciones (ver tabla 6). A estos últimos, hay que sumarles los ya existentes que marcaron un camino que se preveía largo y por explorar. Es aquí, donde empieza a surgir la necesidad de conocer para aplicar los resultados en su labor profesional. Es decir, no sólo se pretende mejorar los sistemas de clasificación, sino que se pretende aplicar los resultados a mejorar el rendimiento de los deportistas.

Por tanto, siendo conocedores de la evolución del deporte, de las limitaciones de las investigaciones previas y tras haber pasado por los diversos roles que existen, como clasificador (donde hemos podido experimentar las limitaciones de los sistemas), entrenador (donde hemos tenido que solventar e indagar para poder desarrollar nuestra labor de la mejor forma posible) y ahora como investigador (donde, tras haber

aprendido del conocimiento de los que en su día iniciaron el camino, y conocer nuevas tendencias y métodos indicados) se plantea esta investigación como colaboración entre la catedra CEDI y el laboratorio de Biomecánica aplicada de esta Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) bajo el proyecto “Relationship between Race Parameters and Swimming Performance in the London 2012 Paralympics”, aprobado por el CPI en convocatoria abierta de carácter mundial, y que tiene como fin último seguir generando conocimiento contribuyendo a la evolución de la natación para personas con discapacidad.

Creemos que la selección y utilización del método de análisis de la competición mediante distancias individualizadas (Veiga y cols., 2013) aportará información nueva sobre las distancias reales que alcanza cada grupo de discapacidad en cada uno de los segmentos que conforman la prueba (cíclicos/acíclicos), basándose en el patrón de técnico teniendo en cuenta el impacto de la deficiencia sobre las acciones, hecho que hasta la fecha no ha sido estudiado. Además, su uso va a permitir determinar de forma precisa valores de referencia para utilizarlos en el entrenamiento, configurándose como un nuevo modelo teórico de análisis de la competición adaptado a cada grupo de discapacidad. Así mismo, los valores procedentes de su aplicación podrán determinar el rendimiento que cada clase puede alcanzar en cada una de los segmentos de prueba, siendo todos ellos datos de gran valor para que los entrenadores, que en definitiva se nutren de la información que procede de las investigaciones, permitiéndoles desarrollar de la mejor forma posible su función.

CAPÍTULO II HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La presente investigación surge como consecuencia de observar que el modelo de análisis de la competición basado en distancias prefijadas procedente de la natación para personas sin discapacidad no podía aplicarse a la natación. Pese a su uso en investigaciones previas, las distancias empleadas no servían para medir las acciones que conforman cada uno de los segmentos. Es por ello que su uso podría considerarse como una referencia intermedia que permitiría contrastar el rendimiento en puntos intermedios de la prueba extrapolando un modelo no ajustable a la realidad de la natación paralímpica. Por ello, la aplicación del método del análisis de la competición basado en distancias individualizadas en el presente estudio trata de caracterizar a los nadadores con discapacidad y establecer un modelo que se ajuste a las necesidades de la natación paralímpica. En base a lo anterior, las hipótesis que se plantean en este trabajo de investigación son las siguientes:

HIPÓTESIS 1: Los nadadores paralímpicos presentan una misma configuración en las pruebas de 100 metros con independencia del tipo de discapacidad que presenten o la clase funcional en la que compitan.

HIPÓTESIS 2: Los nadadores paralímpicos presentan la misma configuración en las pruebas de 100 metros con independencia del género.

Ante lo expuesto anteriormente, los objetivos de investigación que se plantean en el presente estudio son:

1. Caracterizar la configuración individual de los segmentos que conforman la prueba en nadadores y nadadoras paralímpicas usando el método de las distancias individuales según la clasificación funcional y el estilo de la prueba.

2. Examinar la influencia de la clasificación funcional de los nadadores y nadadoras en la configuración (distancias) y rendimiento (velocidad) en los diferentes segmentos de la prueba.
3. Analizar las posibles diferencias según género en las variables propias del análisis de la competición.

PARTE 2: ESTUDIO

CAPÍTULO III MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

El presente trabajo se define como una investigación descriptiva de tipo aplicado, en la que se lleva a cabo un análisis del rendimiento de nadadores paralímpicos durante los JJPP de Londres 2012. La metodología aplicada para la realización del estudio fue de tipo observacional. Mediante la observación se pretende describir objetivamente la realidad para analizarla, no tiene otra función que acotar la parcela de realidad que nos interesa (Anguera, 2003). Según Anguera (2003) el tipo de observación llevada a cabo fue de tipo no participante y su finalidad fue recoger la conducta no verbal del deportista. Es por ello que a través de la observación directa de la competición, se recabó la información pertinente para la realización del estudio. La observación es, por tanto, un instrumento para el logro de los objetivos. Esta observación está planificada sistemáticamente, adaptada a la instalación donde se va a llevar a cabo el estudio y diseñada para la recogida de datos que conforman dicho análisis.

2.2. Características de la muestra

La muestra estuvo formada por los 512 finalistas (248 hombres y 264 mujeres) que compitieron en todas las clases en las pruebas de 100 metros en los JJPP de Londres 2012. Es por ello que la calidad de la muestra que se utilizó para el desarrollo del presente estudio fueron los mejores nadadores/as mundiales en su mejor estado de forma para el evento más esperado que tiene cita cada cuatro años. Debido al elevado número de clases que compiten en natación paralímpica (S/SB-1 a S/SB14) se decidió agrupar las clases en clases-grupo. Al igual que hicieran autores como Fulton, Pyne,

Hopkins, y Burkett (2009) o Dingley, Pyne, y Burkett (2015), la finalidad de este agrupamiento fue distribuir las clases en clases-grupos para reducir las variaciones de la muestra y permitir la estimación precisa de los efectos aleatorios de la competición en las diferentes variables. Al encontrarse nadadores de todas las clases (exceptuando la clase S1, que no compitieron en el programa de estos Juegos), se diferenciaron 5 grupos: S2–S4, S5–S7 y S8–S10 para las clases funcionales con discapacidad física, S11–S13 para nadadores con discapacidad visual y S14 para nadadores con discapacidad intelectual. La tabla 7 presenta la distribución de la muestra por género en cada una de las pruebas. Llama la atención que no todas las clases-grupo participan en todas las pruebas, los motivos depende del número de inscripciones realizadas en cada una de las pruebas aunque es la organización la que decidirá en última instancia, la viabilidad de la prueba (Comité Paralímpico Internacional-Natación, 2011).

Tabla 7. Distribución de la muestra objeto de estudio según género, estilo y clase-grupo.

Subgrupo	Crol		Espalda		Braza		Mariposa	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
S2-S4	8	12			8	8		
S5-S7	24	28	16	16	24	24		
S8-S10	24	24	24	24	16	16	16	8
S11-S13	24	24	16	24	24	16	8	24
S14			8	8	8	8		

Al mismo tiempo, en natación para nadadores con discapacidad encontramos que no todos los nadadores realizan salida desde el poyete. Encontramos nadadores en los grupos que engloban las clases S2-S4 y S5-S7 que realizan esta acción desde dentro

del agua. En el 100 m libre masculino encontramos 5 nadadores en la clase-grupo 1 (S2-S4) y 2 en la clase-grupo 2 (S5-S7); y uno en el 100 m braza en la misma clase-grupo. Para el género femenino hubo 15 nadadoras que salieron desde el agua en el 100 m libre, 3 en la clase-grupo 1 (S2-S4) y una en la clase-grupo 2 (S5-S7) en la prueba de 100 m braza. La tabla 8 resume los nadadores por clase y grupo que realizaron la salida dentro del agua.

Tabla 8. Nadadores en cada clase grupo que realiza la salida desde dentro del agua por género.

		100 m libre		100 m braza	
Grupo	clase	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Grupo 1	S3		7		
	S4/SB4	5		1	3
	S5/SB5	1	4	1	1
Grupo 2	S6/SB6	1	3		
	S7/SB7		1		

2.3. Adquisición de datos

El análisis de la competición se ha basado principalmente en el método cinematográfico, que permite la adquisición de imágenes a través de la técnica de fotogrametría de vídeo. Con esta técnica, propia del área de estudio de la cinemática, la presente investigación pretende aplicar un modelo de análisis de la competición procedente de la natación para personas sin discapacidad en nadadores paralímpicos en lo JJPP de Londres 2012. Los recursos técnicos y humanos necesarios para ello fueron obtenidos del Centro de Estudios sobre Deporte Inclusivo y del Laboratorio de Biomecánica Deportiva de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF) de la Universidad Politécnica de Madrid.

El punto inicial que permitió la aplicación de la metodología fotogrametría DLT-2D para el análisis de la competición en natación paralímpica fue la aprobación del proyecto por parte del CPI (Anexo III) concediendo los permisos pertinentes para el obtener el acceso a la instalaciones donde tuvieron lugar los JJPP de Londres 2012 (Aquatic Center); la aprobación del Vicerrector de Investigación (Anexo II) y del Comité Ético de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM; Anexo I) con el compromiso de cumplir en todo momento lo establecido en la Declaración de Helsinki. Los nadadores y/o sus responsables firmaron un consentimiento informado (Anexo V) donde autorizaban su participación en el estudio y fueron informados del proyecto mediante dos dossieres elaborados para el CPI (Anexo V y VI). Al mismo tiempo, el equipo investigador se comprometió a entregar un informe detallado por nadador/a estudiado (Anexo VII), que fue posteriormente enviado a cada comité paralímpico nacional en las que participaron sus nadadores y donde se recogían todas las variables objeto de estudio.

2.4. Técnicas de adquisición de datos en el análisis de la competición

La aplicación de las leyes de la mecánica sobre el movimiento de los seres vivos, implica la utilización de representaciones teóricas que expliquen, de manera ideal, el cuerpo humano y su movimiento. Tradicionalmente, los modelos teóricos más utilizados en biomecánica deportiva han sido los modelos mecánicos de sólidos rígidos articulados entre sí (Veiga, 2010). Para su uso es necesario determinar la localización exacta del centro de gravedad del cuerpo. Uno de los modelos mecánicos más empleados en la biomecánica deportiva es el modelo de Clauser en 1969 (Navarro, 2006b) el cuál configura el cuerpo humano a partir de un modelo compuesto por 21 puntos anatómico-articulares que determinan 14 segmentos corporales.

En un contexto de práctica deportiva concreta, la adaptación del movimiento humano a las demandas del entorno, provoca una serie de respuestas motrices que intentan dar solución a los problemas planteados en el entorno (la competición) de la forma más eficaz posible. Este conjunto de respuestas motrices es lo que se conoce como técnica deportiva y son específicas de cada especialidad.

Posteriormente resulta necesario dividir las fases del movimiento que conforman la prueba o los componentes del criterio de eficacia. En el caso de una prueba de natación este criterio va a seguir el planteamiento desarrollado por Hay y Guimaraes (1983). Sobre cada una de las fases del movimiento será necesario establecer los factores que afectan a su resultado y así, sucesivamente, seguir hasta delimitar los factores que influyen en la consecución del criterio de eficacia.

Se trata, en definitiva, de desarrollar un diagrama conceptual que explique el rendimiento en una especialidad deportiva. Los factores de rendimiento quedan jerarquizados y se facilita el desarrollo de un sistema de entrenamiento óptimo para la prueba o para la mejora de la técnica, según los objetivos pretendidos. Bartlett (1999) resume las etapas del análisis teórico formulado por Hay y Reid (1982) en: identificar el criterio de rendimiento, dividir el criterio de rendimiento en los factores que lo forman e identificar los parámetros de rendimiento. En el caso de la natación, el criterio de rendimiento de un nadador de competición es nadar la distancia de la prueba en el menor tiempo posible de forma acorde a las normas del estilo de nado de la prueba.

Las características peculiares de la técnica experimental utilizada imposibilita la utilización de un modelo como el de Clauser, que permite el cálculo del centro de gravedad del sujeto. Al igual que hiciera Veiga (2010), la posición del nadador quedó determinada por las coordenadas bidimensionales (x,y) de puntos del cuerpo localizados

en el plano delimitado por la superficie del agua de la piscina. Pero la localización en todo momento de dicho punto fue necesario considerar aspectos que podrían dificultar un criterio válido que representase la posición del nadador. Se consideraron la posición horizontal del nadador, el movimiento del agua producido por el desplazamiento del nadador, la realización de movimientos que tanto sobre la superficie del agua como debajo; la particularidad de la técnica del estilo y el tipo de discapacidad y grado de deficiencia

Por tanto, a raíz de los condicionantes expuestos anteriormente, y teniendo como referencia los usados por Veiga (2010), los criterios utilizados para la medición de la salida y del viraje fueron:

- ✓ Fase salida y de separación del viraje: el punto de corte de la cabeza del nadador con el plano delimitado por la lámina de agua al realizar la emersión de la primera brazada después del nado subacuático. En el caso de que el nadador fuera amputado, se tomó como referencia la salida del muñón; y en el caso de que el nadador no poseyera extremidades superiores, la emersión completa de la cabeza.
- ✓ Aproximación de viraje: el punto de corte de la cabeza del nadador con el plano delimitado por la lámina de agua en la inmersión de la última brazada o, en el caso de que el nadador no poseyera extremidades superiores, la realización del último batido de piernas antes de realizar la inmersión de la cabeza previa al volteo.

2.5. La fotogrametría 2D

De entre todas las técnicas experimentales desarrolladas en el ámbito de la biomecánica, la fotogrametría es una de las más importantes. Según la American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (1980), la fotogrametría es el arte, ciencia y tecnología de obtener información fiable sobre objetos físicos y sobre el

ambiente a través de procesos de grabación, medida e interpretación de las imágenes (Robertson, Caldwell, Hamill, Kamen, y Whittlesey, 2004). La importancia de una gran precisión a la hora de estimar posiciones en el movimiento humano, ha llevado a algunos investigadores a explorar otras técnicas diferentes a la técnica escalar para el análisis de actividades deportivas en dos dimensiones. De entre ellas, la más utilizada para transformar los datos de coordenadas digitalizadas a unidades métricas es la *fractional linear transformation* (FLT; Robertson y col., 2004) o *Direct linear transformation* en 2 dimensiones (DLT-2D). La utilización de esta metodología permite conocer la posición de un punto en el plano a partir de las imágenes de vídeo. Como la posición de un punto en el plano queda definida por dos coordenadas (x, y) al tratarse de un sistema bidimensional una única cámara de vídeo resulta suficiente para llevar a cabo el registro de los datos. Se utiliza un sistema de referencia de conocidas dimensiones, que sirve para realizar la calibración del espacio y se pueden determinar las coordenadas planas reales de un punto (x, y) que esté dentro de él, ya que éstas están relacionadas con las coordenadas planas de ese punto proyectadas en la imagen (u, v) aplicando algoritmos basados en la DLT (Abdel-Aziz y Karara, 1971).

Figura 9. Cálculo de las coordenadas 3D de puntos a partir de las coordenadas proyectadas en dos o más cámaras. (Adaptado de Navarro, 2004).

La utilización de dicha técnica permite realizar el análisis de las variables cinemáticas con una óptima relación entre la rapidez del proceso y la exactitud de los datos aportados. Esta última aplicación es la que caracteriza al presente estudio, que se centra en la determinación cinemática del desplazamiento a lo largo de la prueba en natación, diferenciando las fases cíclicas (nado) de las fases acíclicas (salida y viraje). Para ello, la caracterización del desplazamiento se realiza determinando la posición del nadador mediante un punto de corte con la lámina de agua.

La realización de diferentes estudios pilotos (Almena, Veiga, Navarro, y Pérez-Tejero, 2014a; Almena y cols., 2014b; Almena, Veiga, Pérez-Tejero, y Navarro, 2015) y la experiencia acumulada en el análisis de diferentes competiciones de nivel nacional para nadadores sin discapacidad (Veiga, Cala, Frutos, y Navarro, 2014; Veiga, Cala, Frutos, y Navarro, 2013; Veiga y cols., 2013), han permitido la adaptación del sistema y delimitación de las referencias en función de las características que presenta la natación

paralímpica. Con la finalidad de adaptarse a las características de la instalación se utilizaron 3 cámaras perpendiculares al avance del nadador permitiendo la monitorización de las tres fases diferenciadas de la prueba (salida, viraje y llegada) y un procesamiento de la información mucho más rápido.

2.6. Registro de los datos

2.6.1. Equipo investigador

El equipo investigador estuvo compuesto por 3 personas formadas para dicho fin. Para ello se desarrollaron acciones formativas previas a la toma de datos en situación real competitiva. Se definieron las variables de análisis y las referencias para su medición y se explicó el funcionamiento de los programas necesarios para el análisis de los datos. El equipo investigador realizó una toma de datos previa a los JJPP de Londres 2012 en el Open de Natación de Madrid (8 al 10 de Junio de 2012) para poner en práctica y a punto el método. En ella se desarrollaron las siguientes acciones: ubicación de las cámaras; calibración del sistema de filmación en cada una de las jornadas según se estableció para el desarrollo del estudio (ver apartado 2.6.2.1) y posterior análisis de los datos utilizando los programas pertinentes (ver apartado 2.8). Una vez realizada la toma de datos, se procedió al análisis de los datos por parte de los tres observadores y se correlacionaron los datos para testear la variabilidad interobservador (ver apartado 9.8).

2.6.2. Ubicación y preparación de las cámaras

La utilización de la DLT-2D exige el respeto de una serie de consideraciones metodológicas para el correcto registro de los datos. Según Veiga (2010), las cámaras se

deberán ubicar en un lugar que permita filmar al mismo tiempo deportista y las referencias del sistema de calibración; en un lugar elevado para capturar la lámina de agua y estar fijas para poder utilizar el mismo sistema de referencia para todos los deportistas.

Las dimensiones del vaso de la piscina de competición (50 x 25 m) impiden la filmación de la totalidad de la competición con una sola cámara. Es por ello que se utilizaron tres cámaras para la filmación de las acciones del nadador. Cada una de ellas se encargó de la filmación de las tres zonas diferenciadas por el modelo establecido por Hay (1983). Las cámaras utilizadas fueron cámaras de vídeo formato mini DV con velocidad estándar (25 hertzios), siendo los modelos utilizados JVC GY-DV500E (Japan Victor Company, Japón) equipadas cada una de ellas con un trípode Manfrotto 116Mk3 (Manfrotto, Bassano, Italia) de altura regulable.

Con el fin de ubicar las cámaras en el mejor lugar posible, la semana previa a los JJPP de Londres 2012 se realizaron diferentes pruebas. Se concluyó que la mejor zona para la ubicación de las cámaras coincidía con la parte alta del graderío en un área destinada a los medios de comunicación. Una vez determinada la zona, se pasó a señalar en el suelo el lugar que debía de ocupar cada cámara. Las Figuras 10 y 11 recogen la distancia y altura de la grada donde se ubicaron las cámaras.

Figura 10. Ubicación real de las cámaras en la grada.

Figura 11. Ubicación de las cámaras en la grada (2).

Al mismo tiempo, cada una de las cámaras filmó una de las partes de la prueba (salida, nado y viraje):

- ✓ La cámara que filmaba la fase de la salida (cámara 1), se situó en la prolongación de la marca de 15 metros de salida con su eje óptico dirigido hacia el inicio de la prueba; de esta forma se captaba también la señal luminosa del sistema de cronometraje electrónico situado en la base de las plataformas de salida.

Figura 12. Campo de visión capturado por la cámara 1.

- ✓ La cámara 2 se encargaba de filmar la fase de nado cíclico, se situó con su eje óptico perpendicular a la dirección de los nadadores, cubriendo una distancia de 20 metros en la zona media del vaso, entre las marcas de 20 y 40 metros del inicio.

Figura 13. Campo de visión capturado por la cámara 2.

- ✓ La cámara 3 se encargó de filmar la fase de viraje. Esta se situó en la prolongación de la marca de 7.5 metros de la pared del vaso. Además, ésta se encargó de capturar la salida para las pruebas de 50, hecho que implicaba aumentar el campo de visión hasta los 15 metros.

Figura 14. Campo de visión capturado por la cámara 3.

Al mismo tiempo fue necesario realizar otra serie de acciones metodológicas en la preparación de las cámaras encaminadas a obtener la mayor calidad de la imagen. Éstas consistieron en:

- ✓ El adecuado enfoque de la imagen en cada cámara.
- ✓ Ajuste:
 - Tiempo de obturación.
 - Diafragma o iris.

Enfocar la imagen significa ajustar el objetivo para poder obtener una imagen nítida; dado que el estudio implica un análisis fotograma a fotograma de las acciones del nadador, la obtención de imágenes claras que permitan marcar correctamente la posición del cuerpo del nadador es uno de los aspectos clave a conseguir. Para evitar que la cámara se autoenfocara a otros objetos ajenos, se siguieron las indicaciones de Robertson y cols. (2004), que recomienda el ajuste manual de la cámara desechando el enfoque automático para evitar la obtención de imágenes borrosas.

Posteriormente se procedió a realizar diferentes ajustes que permiten obtener imágenes de calidad óptima. El tiempo de exposición, definido como el tiempo durante el que el medio grabador (cinta MiniDV) se expone a la luz que pasa a través de la lente de la cámara (Robertson y col., 2004), se estableció entre 1/1000 y un 1/500 segundos en función de las condiciones de luz de la instalación. Dicha velocidad, que siempre ha de ser mayor que la velocidad de filmación de la cámara, permite evitar las imágenes borrosas para realizar una posterior digitalización de las coordenadas más preciso (Bartlett, 1997). En cuanto al ajuste del diafragma o iris, (sistema de apertura mecánica del objetivo que permite controlar la cantidad de luz que llega a la lente), el hecho de tener condiciones de luz cambiantes a lo largo de la competición hizo necesario la utilización del sistema de ajuste automático de apertura del diafragma.

Una vez ubicadas en la zona señalizada y para evitar un cambio de posición de las cámaras que implicase recalcular el sistema de calibración, las cámaras permanecieron fijas durante cada jornada. Para ello, éstas fueron colocadas y fijadas en un área reservada y delimitada por barreras en la zona destinada para que los investigadores realizaran sus actividades, justo por encima del área de los medios de comunicación (ver figura 15). Esta ubicación permitió el desplazamiento del equipo investigador de forma rápida y fluida, al mismo tiempo que impedía el paso de los espectadores.

Figura 15. Zona de seguridad habilitada para la ubicación de las cámaras.

2.6.1.1. Filmación del sistema de calibración

La técnica DLT en dos dimensiones implica la utilización de un sistema de calibración formado por un mínimo de cuatro puntos de control. Estos puntos de control son marcadores pegados a una estructura o bien fijados a la superficie de filmación cuyas coordenadas exactas son conocidas. Deben de ser visibles en la cámara con la cual ha sido filmado el evento competitivo (Veiga, 2010).

La construcción de un objeto de calibración lo suficientemente grande para contener los puntos de control y, a su vez, captar la actividad competitiva puede provocar problemas en su transporte y manejo. Por otra parte, la posibilidad de utilizar un objeto de calibración formado por piezas más pequeñas puede provocar una pérdida de precisión (Challis, 1995). Respecto a la distribución y al número de los puntos utilizados se basaron en elementos de construcción del vaso de la piscina distribuidos de forma uniforme y delimitando un cuadrado. Durante la semana previa a lo JJPP de Londres 2012 se utilizaron diferentes referencias para conseguir las mejores referencias para la calibración. En función de la disposición de la cámara, se tomaron como referencia las esquinas del vaso y/o los puntos del borde del vaso correspondientes con marcas de construcción a 5, 10, 15 m y otras distancias medidas tomando como referencia el origen (pared del vaso). Se concluyó que el número de puntos de control utilizado en el objeto de calibración de la cámara 1 y 3 fue de 10 puntos y para la cámara 3 de 8 puntos todos ellos distribuidos uniformemente. Con esta disposición, se intentó construir una superficie de coordenadas conocidas lo más grande posible que abarcara la acción de todos los nadadores durante las partes a estudio de la prueba en natación. Las figura 16 recoge la medición de la referencia de 7,5 m desde la pared del vaso.

En el caso de algunos puntos de referencia que no pudieron situarse en el borde del vaso de la piscina por limitación del campo de visión de la cámara, se utilizó el punto de corte entre la corchera y una línea perpendicular definida mediante la colocación de un cable pretensado que atravesaba el vaso perpendicularmente a la dirección de nado de los deportistas (Arellano y Sánchez, 2002). La figura 17 recoge el proceso de captura de estos puntos durante el establecimiento de referencias para obtener los puntos de calibración.

Figura 16. Medición de referencia de 7,5 m.

Figura 17. Delimitación de los puntos de corte con la corchera en el campo visual de la cámara 3.

Una vez establecidos los puntos de los que se componía el objeto de calibración, se procedió a la filmación de los mismos antes del inicio de las pruebas. De esta forma, se eliminó cualquier tipo de interferencia del sistema de análisis de la competición en natación sobre la actividad de los deportistas.

2.6.1.2. Filmación del movimiento

El último paso del registro de los datos consistió en la filmación de las pruebas que posteriormente se analizarían en el laboratorio. Dado que el movimiento de los nadadores es relativamente lento y que no se realizaron filmaciones subacuáticas (Arellano y cols., 1994), se consideró adecuada la velocidad de filmación estándar de las cámaras de vídeo según el sistema PAL, es decir 50 campos o 25 imágenes por segundo. Las cámaras de vídeo realizan la filmación a partir de la detección de la

imagen utilizando un rango de sensores de luz y, en teoría, no ofrecen ninguna distorsión geométrica (Bartlett, 1997). El inicio de las pruebas fue establecido por una señal luminosa perteneciente al sistema de cronometraje electrónico oficial ubicada en los poyetes de salida y captada por la cámara 1. Por ello, el inicio de la filmación se realizó en esa cámara segundos antes de la señal de salida del juez árbitro.

2.6.1.3. Sistema de captura de imágenes

Simultáneamente a la filmación del movimiento, se procedió a la captura de las imágenes en la memoria de un ordenador personal. Se entiende por captura el proceso por el cual la película de vídeo que está almacenada en una cinta pasa a la memoria del ordenador, siendo este un paso imprescindible para poder trabajar con las imágenes de vídeo obtenidas durante la filmación. Para ello se utilizó el sistema MARE diseñado por la facultad de Ingenieros de Telecomunicaciones de la UPM que permitió la captura sincronizada de las tres imágenes a través de un software específico instalado en un ordenador. Las tres cámaras fueron conectadas vía Ethernet a una unidad central que transmitía simultáneamente las imágenes y que mediante el accionamiento desde la aplicación instalada en un ordenador grababa las tres imágenes. Durante la elaboración del sistema MARE, la Facultad de Ingenieros de Telecomunicaciones realizó las pruebas pertinentes para validar y verificar la completa sincronización de las tres cámaras. La figura 18 muestra el sistema MARE (UPM) donde se puede apreciar las conexiones a la centralita vía Ethernet y la aplicación con las imágenes de las tres cámaras.

Figura 18. Sistema de Mare para la captura de las imágenes de las tres cámaras utilizadas.

2.7. Procesamiento de los datos

El equipo investigador se encargó del procesamiento de los datos en el Laboratorio de Biomecánica Deportiva de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF) de la UPM. La totalidad de las secuencias de las pruebas de la competición se conservaron en la memoria del ordenador respetando la velocidad de filmación original del mismo, que es de 25 imágenes por segundo. Según Robertson y cols. (2004), la señal ha de ser procesada a una frecuencia como mínimo dos veces mayor que la frecuencia de muestreo *Nyquist*, esto es, la frecuencia más alta presente en la señal misma. Dichos autores consideran una frecuencia de 20 imágenes por segundo como una frecuencia suficiente en el análisis del movimiento humano aunque, en ocasiones, los investigadores suelen utilizar frecuencias mayores para evitar la pérdida de información, como por ejemplo 50 Hertzios (Hz). En función de los resultados del

estudio piloto en anteriores competiciones analizadas, la frecuencia de 25 imágenes por segundo se mostró como la mejor relación entre el coste de procesamiento y la información obtenida, por lo que fue la utilizada en la presente investigación. Después de la captura de las pruebas en el ordenador, se utilizó el programa informático *Total Converter* para almacenar la filmación original de vídeo en una secuencia de fotogramas en formato *Windows Bitmap Sequence* bajo la extensión *.bmp.

Una vez que se dispuso de los fotogramas que componen las pruebas a analizar, se procedió a digitalizar los mismos mediante otro programa desarrollado en el Laboratorio de Biomecánica Deportiva denominado “*Photo 23D*” (Cala, Veiga, García, y Navarro, 2009). Este programa está inspirado en los paneles de digitalización tradicionalmente utilizados en la biomecánica deportiva para el análisis de la técnica (Figura 19). Se fundamenta en la proyección en la pantalla del ordenador de cada uno de los fotogramas que componen la secuencia a analizar.

Figura 19. Software utilizado para la digitalización de las imágenes de la competición en natación.

Digitalizar consiste en marcar con el puntero del ratón la posición del deportista en cada fotograma o en los fotogramas seleccionados. La resolución de las imágenes fue de 758x576 píxeles, de manera que al digitalizar la posición, se está seleccionando uno de los 436608 píxeles que conforman la imagen.

Al completar la digitalización de la totalidad de las pruebas analizadas, los datos correspondientes a la posición de cada uno de los nadadores analizados a lo largo de la prueba, se exportaron en forma de fichero de texto (formato *ASCII*). Este tipo de ficheros recoge la posición, en píxeles, de cada nadador en el intervalo de tiempo digitalizado. Una vez obtenidos los datos de la posición de los nadadores en unidades informáticas (píxeles) se transformaron a unidades reales (metros) con la ayuda de los

sistemas de calibración anteriormente filmados y medidos. El mismo procedimiento se llevó a cabo con los 8 puntos de control del sistema de calibración en cada cámara.

Llegados a este punto, la utilización de otro programa informático desarrollado en el Laboratorio de Biomecánica del INEF de Madrid denominado “*Biomec*” (Figura 20) permite obtener las coordenadas reales de cada posición sobre la lámina de agua del vaso mediante cálculos basados en los algoritmos de la DLT (Abdel-Aziz y Karara, 1971). Al realizar los estudios en dos dimensiones, el programa “*Biomec*” (en su opción número 11) exige al usuario la introducción de un fichero de texto que contenga las coordenadas en píxeles de la posición del nadador, otro fichero de texto que contenga los datos relativos al sistema de calibración (coordenadas en píxeles y coordenadas reales) y requiere que se le indique el número de puntos a ser analizados. Al ser ejecutado, el programa genera un nuevo fichero de texto que recoge las coordenadas reales de cada uno de los puntos digitalizados a lo largo de la prueba. El procedimiento anteriormente descrito se tuvo que repetir con los datos de cada una de las cámaras que filman las pruebas.

Figura 20. Software utilizado para el cálculo de coordenadas reales a partir de las coordenadas en píxeles.

La coincidencia del punto de origen del objeto de calibración con la esquina inferior izquierda del vaso de la piscina (tomando como referencia la imagen de las cámaras utilizadas para filmar la competición), permitió que durante el cálculo de las coordenadas reales (x,y) la coordenada x del espacio calibrado coincidiera con la coordenada x del desplazamiento del nadador. Las coordenadas y de la posición del nadador (no utilizadas para los cálculos de desplazamiento) fueron utilizadas en el presente estudio para diferenciar los datos de los diferentes nadadores compitiendo en la misma serie.

2.8. Variables del estudio

En base a los parámetros de rendimiento que pueden ser medidos por la técnica instrumental utilizada, las variables medidas en el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

- ✓ Distancia de vuelo (DV): la distancia horizontal recorrida por el nadador en metros desde que se produce la señal de salida hasta el primer contacto del nadador con la superficie del agua.
- ✓ Distancia subacuática (DSub): la distancia horizontal recorrida en metros desde el primer contacto del nadador con la superficie del agua hasta el momento que la cabeza del nadador emerge.
- ✓ Distancia de salida (DS): la distancia horizontal recorrida en metros desde el inicio de la prueba hasta el momento de la emersión de la cabeza del nadador. Es la sumatoria de la DV y DSub.

- ✓ Distancia de nado total (DNTotal): Distancia que recorre el nadador mediante la acción cíclica de brazo. Se inicia como el fin de la DS y finaliza con el inicio de la siguiente fase (distancia viraje aproximación).
- ✓ Distancia de viraje de aproximación (DVAprox): la distancia horizontal recorrida por el nadador en metros desde la finalización del último ciclo de nado antes de realizar el giro en la pared tomando como referencia la cabeza.
- ✓ Distancia de viraje de separación (DVSep): la distancia recorrida por el nadador en metros desde que se produce el impulso hasta el momento en el que se produce la salida de la cabeza del nadador después de la fase subacuática.
- ✓ Distancia de viraje total (DVTTotal): Distancia horizontal en metros recorrida desde la finalización del último ciclo de nado antes del giro en la pared hasta la salida completa de la cabeza del nadador después de la fase subacuática. Es el resultado de la sumatoria del DVAprox y DVSep.

Además las velocidades en cada una de las distancias fueron calculadas.

- ✓ Velocidad de vuelo (VV).
- ✓ Velocidad subacuática (VSub).
- ✓ Velocidad de salida (VS).
- ✓ Velocidad de nado total (VNTTotal).
- ✓ Velocidad de viraje de aproximación (VVAprox).
- ✓ Velocidad de viraje de separación (VVSep).
- ✓ Velocidad total de viraje (VVTTotal).

A partir de los datos obtenidos del análisis de las imágenes de cada cámara, éstos fueron introducidos en el software “*Biomec*” que, a través de su opción 15, permitió obtener un fichero texto con la información completa de la prueba del nadador.

2.9. Tratamiento estadístico

Con el fin de analizar la distribución de los datos y su normalidad, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov que arrojó resultados de normalidad para cada una de las variables analizadas, por lo que en el presente estudio se aplicó estadística paramétrica. Se realizó un análisis descriptivo por grupos y género de las variables planteadas en el estudio utilizando como valores de referencia la media (X) y la desviación estándar (DE). Se realizó la prueba t de Student para muestras independientes para comparar los dos géneros. Con el fin de examinar el efecto de las clases-grupo y del estilo en la configuración de los diferentes segmentos de la prueba, se llevaron a cabo dos análisis multivariantes de la varianza (MANOVA): uno para las distancias (DS, DNTotal y DVTTotal) y otro para las velocidades (VS, VNTotal y VVTTotal) como variables dependientes y las 5 clases-grupos de discapacidad determinados y el estilo de nado como variables independientes. Así mismo, se utilizó el post hoc Scheffé para realizar comparaciones múltiples entre los diferentes niveles de las variables. Por último, para testear la variabilidad interobservador se calculó la correlación de Pearson, obteniendo un valor de $r=0,97$. Los niveles de significación estadística se establecieron con un valores de $\alpha \leq 0.05$ para todos los test aplicados y la magnitud de las diferencias se expresaron con el valor de eta al cuadrado, así como el intervalo de confianza al 95%. Los niveles establecidos para el tamaño del efecto fueron los establecidos por Cohen (1992), que estableció un efecto pequeño para valores relativos a 0,2; medio para valores entorno al 0,5 y grande para valores superiores a 0,8. Para el tratamiento estadístico fue utilizado el programa SPSS en su versión 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

CAPÍTULO IV RESULTADOS

3.1. Caracterización de nadadores con discapacidad según clase-grupo y estilo

Antes de comenzar con su desarrollo y tal como se especificó en el apartado 2.2, la muestra fue distribuida en 5 clases-grupo, donde la clase-grupo 1, (S/SB2–S/SB4), 2 (S/SB5–S/SB7) y 3 (S/SB8–S/SB10) correspondieron a nadadores con deficiencia motora y siendo la clase-grupo 1 la que presentó el mayor grado de deficiencia. Los nadadores con deficiencia visual (S/SB11 a S/SB13) se agruparon en la clase-grupo 4 y los nadadores con deficiencia intelectual (S/SB14) en la clase-grupo 5.

Además y para facilitar la lectura, los resultados relativos a la caracterización de nadadores paralímpicos se han estructurado en diferentes apartados. El primero de ellos hace referencia a la contribución de los segmentos acíclicos sobre el total de prueba en cada una de las clases-grupos, seguida de una caracterización de las distancias y velocidades alcanzadas por cada una de las clases-grupo en las diferentes fases y subfases que conforman la prueba.

La tabla 9 muestra los tiempos de prueba alcanzados por nadadores y nadadoras paralímpicos en las diferentes finales de los JJPP de Londres 2012. En ella se puede observar como los tiempos incrementaron de la clase-grupo 1 a la 3 y fueron similares entre la clase-grupo 3, 4 y 5.

Tabla 9. Tiempos alcanzados por nadadores y nadadoras paralímpicos en todas las finales de 100 metros en los JJPP de Londres 2012.

Clase-grupo	Crol			Espalda			Braza			Mariposa		
	Femenino	Masculino	Diferencias entre géneros (p ≤ 0.05)	Femenino	Masculino	Diferencias entre géneros (p ≤ 0.05)	Femenino	Masculino	Diferencias entre géneros (p ≤ 0.05)	Femenino	Masculino	Diferencias entre géneros (p ≤ 0.05)
1	131.61±18.10	105.63±28.39	*				117.77±9.20	103.43±7.79	*			
2	79.42±6.25	79.94±26.22	0.925	88.18±3.64	76.73±5.50	*	106.43±8.55	90.55±8.24	*			
3	65.37±3.25	56.52±2.72	*	75.17±5.39	65.06±3.68	*	82.69±4.36	71.19±3.79	*	71.79±3.12	59.81±2.03	*
4	65.32±5.01	56.49±4.73	*	78.65±6.04	65.17±4.39	*	85.98±6.99	69.11±2.78	*	71.53±4.40	61.82±4.36	*
5				70.62±1.69	65.24±1.64	*	82.42±2.80	69.98±2.26	*			

*: p<0.05.

3.1.1. Contribución de los segmentos acíclicos (salida-viraje) de la prueba

Cuando la salida y el viraje fueron computados juntos (ver figura 21 y 22), la máxima contribución de los segmentos acíclicos en las pruebas de 100 m en nadadores paralímpicos para las clases-grupo 3, 4 y 5 sobrepasó el 20% en el género masculino en las siguientes situaciones: clase-grupo 3 ($21.5 \pm 5.4\%$), clase-grupo 4 ($23.1 \pm 5.6\%$) y clase-grupo 5 ($21.3 \pm 1.6\%$) en la braza y sólo el clase-grupo 4 en la prueba de espalda ($20.3 \pm 5.5\%$). Por el contrario, el género femenino (ver figura 20), los valores no sobrepasaron el 20% y los valores oscilaron del $14.3 \pm 1.5\%$ de la clase grupo 4 en el estilo crol al $19.5 \pm 5.4\%$ de la clase-grupo 3 en la braza. Al mismo tiempo, el grupo-clase 2 solo sobrepasó el 10% en los nadadores del género masculino compitiendo en pruebas de crol ($10.4 \pm 5.5\%$) y braza ($15.5 \pm 5.6\%$) y en el género femenino en la braza ($12.5 \pm 5.4\%$). Por último, clase-grupo 1 se mantuvo por encima de los 5% siendo los valores más altos para el estilo braza tanto en el género masculino ($8.6 \pm 2.6\%$) como femenino ($7.1 \pm 2.7\%$)

Figura 21. Porcentaje de distancia de la prueba (100 m) recorrida en los segmentos acíclicos (salida y viraje) por los nadadores.

Figura 22. Porcentaje de distancia de la prueba (100 m) recorrida en los segmentos acíclicos (salida y viraje) por las nadadoras.

3.1.2 Distancia recorridas por nadadores/as paralímpicos en los distintos segmentos de prueba en natación (salida, nado y viraje)

Las mayores distancias alcanzadas por nadadores paralímpicos en la prueba de 100 metros en la salida y el viraje fueron en el estilo braza por el grupo-clase 4, formado por nadadores masculinos con deficiencia visual (SB11-SB13) con unos valores de 12.65 ± 1.2 m y 10.89 ± 1.0 m, para varones y mujeres respectivamente. En el género femenino, los valores más altos fueron alcanzados por el grupo-clase 3 (clases SB8-SB9 de nadadores/as con deficiencia física), también en el estilo braza y con unos valores de 10.49 ± 1.1 m y 8.99 ± 0.8 m para varones y mujeres respectivamente. Por el contrario, las menores distancias de salida y viraje fueron recorridas por el grupo-clase 1 formado por las clases S2-S4 de nadadores/as con deficiencia física en el estilo crol (3.30 ± 1.2 m y 3.37 ± 0.7 m en pruebas masculinas y 3.02 ± 1.1 m y 2.35 ± 0.7 m para pruebas femeninas).

Un análisis más exhaustivo por estilo mostró que en el estilo crol (ver tabla 10), en el género masculino, las distancias de salida y viraje más elevadas fueron alcanzadas por la clase-grupo 4 (9.80 ± 1.6 m y 7.28 ± 1.6 m respectivamente). Por el contrario, para el género femenino, los valores más elevados se correspondieron con la clase-grupo 3 (8.15 ± 1.6 m y 6.54 ± 1.2 m). Al mismo tiempo, los valores más bajos para la salida y el viraje en ambos géneros correspondieron a la clase-grupo 1 (3.30 ± 1.2 m y 3.37 ± 0.7 m; 3.02 ± 1.1 m y 2.35 ± 0.7 m en ambos géneros).

Tabla 10. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba 100 m libre.

Crol			
Clase-grupo 1: (S2-S4)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	3.30±1.2	3.02±1.1	0.477
Viraje	3.37±0,8	2.35±0.7	0.832
Nado	92.50±1.7	94.63±0.7	*
Clase-grupo 2: (S5-S7)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	6.02±2.9	4.63±1.8	*
Viraje	4.63±1.9	4.16±1.1	0.303
Nado	88.31±4.6	91.03±2.7	0.079
Clase-grupo 3: (S8-S10)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	9.41±1.6	8.15±1,6	*
Viraje	6.21±2.8	6.54±1.2	0.609
Nado	83.70±4.5	85.32±2.7	0.441
Clase-grupo 4: (S11-S13)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	9.80±1.6	8.10±1.3	*
Viraje	7.28±1.7	6.19±1.0	*
Nado	82.92±5.9	85.71±3.8	0.058

En lo que se refiere al estilo espalda (tabla 11), los valores más elevados para la salida y el viraje en el género masculino correspondieron a la clase-grupo 4 (10.80±2.63 m y 9.40±2.06 m respectivamente) y para la clase-grupo 5 (deficiencia intelectual) para el género femenino (8.60±2.11 m y 8.45±1.48 m respectivamente). Por el contrario, los valores más bajos en ambos géneros para la salida y el viraje se correspondieron con la clase-grupo 2 (6.13±3.79 m y 6.14±1.95 m para el género masculino; y 6.05±3.93 m, 5.49±1.68 m, para el género femenino).

Tabla 11. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba 100 m espalda.

Espalda			
Clase-grupo 2: (S5-S7)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	6.13±3.8	6.05±3.9	0.954
Viraje	6.14±1.9	5.49±1.7	0.319
Nado	86.74±5.1	88.46±5.2	0.671
Clase-grupo 3: (S8-S10)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	8.64±3.3	7.60±2.8	0.246
Viraje	9.22±2.7	7.68±1.5	*
Nado	81.52±5.5	84.73±4.6	0.104
Clase-grupo 4: (S11-S13)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	10.80±2.6	8.52±2.5	*
Viraje	9.40±2.1	6.94±1.6	*
Nado	78.67±4.7	84.53±4.2	*
Clase-grupo 5: (S14)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	10.30±1.8	8.60±2.1	0.106
Viraje	8.27±1.7	8.45±1.5	0.823
Nado	81.44±3.4	82.96±4.4	0.423

La tabla 12 muestra las distancias alcanzadas para ambos géneros en el estilo braza. Los valores más altos correspondieron en la salida y el viraje para el género masculino con la clase-grupo 4 (12.65±1.1 m y 10.89±1.0 m). Para el género femenino, los valores más altos correspondieron a la clase-grupo 3 (10.49±1.1 m y 8.99±0.8 m).

Tabla 12. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba de 100 m braza.

Braza			
Clase-grupo 1: (SB2-SB4)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	3.78±1.8	3.78±1.9	1.000
Viraje	4.86±2.0	2.00±0.9	0.090
Nado	90.50±2.8	92.86±2.5	0.286
Clase-grupo 2: (SB5-SB7)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	8.54±2.4	6.94±1.8	*
Viraje	6.93±2.2	5.52±1.2	*
Nado	83.22±4.6	87.54±2.9	*
Clase-grupo 3: (SB8-SB9)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	11.52±1.1	10.49±1.1	*
Viraje	9.96±1.1	8.99±0.8	*
Nado	76.96±2.1	80.52±1.9	*
Clase-grupo 4: (SB11-SB13)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	12.65±1.1	9.81±1.1	*
Viraje	10.89±1.0	8.07±1.6	*
Nado	74.68±1.8	82.11±2.4	*
Clase-grupo 5: (SB14)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	11.44±0.4	9.29±1.1	*
Viraje	9.86±0.5	8.85±0.7	*
Nado	78.52±3.4	81.86±3.1	0.055

Los valores más elevados para la salida y el viraje en ambos géneros en el estilo mariposa fueron alcanzados por la clase-grupo 4 (ver tabla 13). El género masculino obtuvo 10.74±1.8 m en la salida y 8.06±1.7 m en el viraje y para el género femenino 10.24±1.7 m y 7.83±1.4 m respectivamente.

Tabla 13. Distancias alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicas en las fases que conforman la prueba de 100 m mariposa.

Mariposa			
Clase-grupo 3: (S8-S10)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	10.10±1.5	9.81±2.1	0.607
Viraje	7.79±2.2	7.37±1.3	0.507
Nado	80.77±2.5	81.64±3.2	0.325
Clase-grupo 4: (S11-S13)			
	Masculino	Femenino	Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)
Salida	10.74±1.8	10.24±1.8	0.501
Viraje	8.06±1.7	7.83±1.4	0.702
Nado	80.64±3.7	80.71±3.1	0.958

En lo que concierne a la DNTotal, los valores alcanzados por cada una de las clases-grupo en cada estilo se recogen de la tabla 10 a la 13. En ellas se aprecia como con independencia del estilo, la DNTotal disminuye de la clase-grupo 1 a la 3, siendo los volares similares entre las clases-grupo 3, 4 y 5. Teniendo en cuenta que no todas las clases-grupos participaron en todas las pruebas, la braza fue el estilo donde éstas cubrieron menor distancia nadando. El segundo estilo varió en función de si la clase participo o no, pero el estilo donde más DNTotal recorrieron fue en el crol.

3.1.2.1. Distancias recorridas en las subfases de la salida en nadadores/as paralímpicos.

La tabla 14 recoge los valores máximos y mínimos de las diversas subfases que componen la DS atendiendo al género y al estilo. Los valores más bajos alcanzados en las diferentes subfases corresponden siempre a la clase-grupo 1 o 2 en ambos géneros, sin embargo, no siempre coincidieron con el mismo estilo. Por el contrario y en ambos géneros, los valores más altos variaron dependiendo del estilo y de la clase-grupo. Los valores más elevados DV en la salida fueron para la clase-grupo 3 con 3.40±0.2 m en

mariposa. En la DSub la clase-grupo 4 femenina en el estilo braza alcanzó los 9.35 ± 1.3 m.

Tabla 14. Máximas y mínimas distancias recorridas por los finalistas de los Juegos Paralímpicos de Londres en las subfases de salida de las pruebas de 100 metros. DV: distancia de vuelo en la salida y DSub: distancia subacuática en la salida.

		Mujeres			Hombres		
		Distancia	Clase-grupo	Estilo	Distancia	Clase-Grupo	Estilo
DV	Mínima	1.62 ± 0.5	1	Braza	1.62 ± 0.5	1	Braza
	Máxima	2.91 ± 0.3	4	Mariposa	3.40 ± 0.2	3	Mariposa
DSub	Mínima	0.96 ± 1.3	1	Crol	1.27 ± 1.4	1	Crol
	Máxima	7.64 ± 1.1	3	Braza	9.35 ± 1.0	4	Braza

Un análisis más detallado por estilo y género mostró que el valor más elevado en la DV para el género masculino (ver figura 23) en el estilo crol, braza y mariposa fueron para la clase-grupo 3 (clases: S8-S10: 3.22 ± 0.2 m, 3.28 ± 0.2 m, 3.40 ± 0.2 m respectivamente). Sin embargo, el valor más bajo se encontró en la espalda, para la clase-grupo 4 con 2.74 ± 0.2 m. En el género femenino (ver figura 24) los valores más elevados en la DV fueron para la clase-grupo 3 en crol (2.73 ± 0.2 m) y braza (2.85 ± 0.2 m); Sin embargo fue la clase-grupo 4 la que alcanzó la mayor distancia en espalda (2.40 ± 0.1 m) y mariposa (2.91 ± 0.3 m) para esta variable.

Figura 23. Distancias alcanzadas durante la fase de vuelo (DV) por nadadores paralímpicos de género masculino.

Figura 24. Distancias alcanzadas durante la fase de vuelo (DV) por nadadores paralímpicos de género femenino.

Los valores máximos en la DSub (ver figura 25) para el género masculino en crol, braza y mariposa fueron alcanzados por la clase-grupo 4 (6.71 ± 1.6 m; 9.35 ± 1.0 m

y 7.76 ± 1.8 m, respectivamente). Sin embargo en la espalda fue la clase-grupo 5 la que alcanzó mayor distancia con 8.20 ± 1.9 m. Para el género femenino (ver figura 26) los valores máximos de DSub en crol fueron alcanzados por la clase-grupo 4 con un valor de 5.45 ± 1.0 m; en la espalda la clase-grupo 5 alcanzó los 6.92 ± 2.2 m; en la braza y en la mariposa fue la clase-grupo 3 la que alcanzó una mayor distancia con 7.64 ± 1.1 m y 7.52 ± 1.1 m respectivamente.

Figura 25. Distancias alcanzadas durante la fase subacuática (DSub) por nadadores paralímpicos.

Figura 26. Distancias alcanzadas durante la fase subacuática (DSub) por nadadoras paralímpicas.

3.1.2.2. Distancias recorridas en las subfases del viraje.

La tabla 15 recoge los valores máximos y mínimos de las diversas subfases que componen la DV atendiendo al género y al estilo. Los valores más bajos alcanzados en las diferentes subfases correspondieron siempre a la clase-grupo 1 o 2 en ambos géneros; sin embargo, no siempre coincidieron con el mismo estilo. Por el contrario y en ambos géneros, los valores más altos oscilaron dependiendo del estilo y de la clase-grupo. En el caso distancia de viraje de aproximación los valores más elevados fueron para la clase-grupo 3 masculina en la espalda (con un valor de 2.47 ± 0.7 m). Sin embargo el valor más elevado en la distancia de viraje separación fue para la clase-grupo 4 masculina y la clase-grupo 5 femenina ambas en braza con valores que alcanzaron 8.87 ± 0.9 m y 7.09 ± 1.3 m respectivamente.

Tabla 15. Máximas y mínimas distancias recorridas por los finalistas de los Juegos Paralímpicos de Londres en las subfases de salida y viraje de las pruebas de 100 metros. DV_{Aprox}: distancia viraje de aproximación y DV_{Sep}: Distancia viraje de separación.

		Mujeres			Hombres		
		Distancia	Clase-grupo	Estilo	Distancia	Clase-grupo	Estilo
DV _{Aprox}	Mínima	0.74±0.2	1	Braza	1.05±0.2	1	Crol
	Máxima	2.50±1.8	4	Espalda	2.47±0.7	3	Espalda
DV _{Sep}	Mínima	1.60±0.6	1	Crol	2.32±0.7	1	Crol
	Máxima	7.09±1.3	5	Braza	8.87±0.9	4	Braza

Un análisis más detallado por estilo y género mostró que, en la DV_{Aprox} en el género masculino (ver figura 27) en el crol la clase-grupo 3 alcanzó 2.39±0.4 m; en la espalda esta misma clase alcanzó 2.47±0.7 m. En la braza y mariposa la clase-grupo 4 alcanzó la mayor distancia con 2.02±0.4 m y 1.45±0.6 m respectivamente. En el género femenino (ver figura 28) las mayores distancias fueron para la clase-grupo 3 en el crol (2.04±0.4 m) y en la braza (1.88±0.5 m); en la espalda fue la clase-grupo 5 la que recorrió más distancia con 2.26±0.4 m; y en la mariposa la clase-grupo 4 con 1.72±0.4 m.

Figura 27. Distancias alcanzadas en la fase de aproximación del viraje (DVAprox) por nadadores paralímpicos.

Figura 28. Distancias alcanzadas en la fase de aproximación del viraje (DVAprox) por nadadoras paralímpicas.

En la DVSep para el género masculino (ver figura 29) el valor más elevado en crol, espalda y braza fue alcanzado por la clase-grupo 4, con 5.34 ± 1.4 m, 7.05 ± 1.7 m y 8.87 ± 0.9 m, respectivamente. Por el contrario, en mariposa la clase-grupo 3 alcanzó la mayor distancia con 7.41 ± 1.57 m. Por último, la mayor distancia de viraje de separación en el crol, braza y mariposa femenino (ver figura 30) fue para la clase-grupo 3 con 4.50 ± 1.0 m, 7.11 ± 0.8 m y 6.30 ± 1.2 m, respectivamente. Sin embargo, el mayor registro se obtuvo en la espalda para la clase-grupo 5, con 6.30 ± 1.5 m.

Figura 29. Distancias alcanzadas en la fase de separación del viraje (DVSep) por nadadores paralímpicos.

Figura 30. Distancias alcanzadas en la fase de separación del viraje (DVSep) por nadadoras paralímpicas.

3.1.3. Perfil de velocidad de los nadadores/as paralímpicos en los segmentos de prueba en natación (salida, nado y viraje).

En cuanto a las velocidades ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) alcanzadas por nadadores paralímpicos en pruebas de 100m, los valores más altos para el género masculino y femenino fueron para la clase-grupo3 ($2.57\pm0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $2.22\pm0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ respectivamente) en la salida de crol y en el viraje del estilo espalda para la clase-grupo 5 ($2.11\pm0.9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $1.98\pm0.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ respectivamente). Un análisis más detallado por estilo mostró que, en el estilo crol (ver tabla 16), la salida y el viraje más rápido recayeron en la clase-grupo 3, en ambos géneros ($2.57\pm0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $2.07\pm1.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para el género masculino; $2.22\pm0.13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $1.83\pm0.13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para el género femenino, respectivamente).

Tabla 16. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m libre.

Crol			
Clase-grupo 1: (S2-S4)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	1.48±0.4	1.08±0.2	0.94±0.2
Femenino	1.16±0.1	1.06±0.2	0.78±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*
Clase-grupo 2: (S5-S7)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.08±0.2	1.67±0.3	1.40±0.1
Femenino	1.78±0.3	1.48±0.2	1.24±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*
Clase-grupo 3: (S8-S10)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.57±0.2	2.07±1.4	1.71±0.1
Femenino	2.22±0.1	1.83±0.1	1.48±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*
Clase-grupo 4: (S11-S13)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.50±0.2	2.05±0.2	1.73±0.1
Femenino	2.17±0.2	1.77±0.2	1.50±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*

La tabla 17 muestra las velocidades en el estilo espalda. Mientras que para el género masculino los valores más altos en la salida recayeron en la clase-grupo 4 ($2.04 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) en el género femenino fueron para la clase-grupo 3 ($1.71 \pm 0.17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). En lo que respecta al viraje, los valores más elevados fueron para la clase-grupo 5 tanto en el género masculino ($2.11 \pm 0.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) como el femenino ($1.98 \pm 0.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Tabla 17. Velocidades alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m espalda.

Espalda			
Clase –grupo 2: (S5-S7)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	1.78±0.19	1.57±0.13	1.28±0.84
Femenina	1.12±0.40	1.33±0.15	1.10±0.05
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*
Clase –grupo 3: (S8-S10)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.00±0.14	1.75±0.15	1.49±0.79
Femenino	1.71±0.17	1.68±0.51	1.30±0.10
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	0.519	*
Clase –grupo 4: (S11-S13)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.04±0.15	1.78±0.17	1.46±0.10
Femenino	1.70±0.11	1.50±0.14	1.23±0.09
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*
Clase –grupo 5: (S14)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	1.85±0.80	2.11±0.95	1.50±0.39
Femenino	1.67±0.09	1.98±0.81	1.39±0.03
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	0.0763	*

En lo que respecta la braza masculina (ver tabla 18) los valores más elevados en la salida fueron para la clase-grupo 5 ($2.16 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) y los relativos al viraje para la clase-grupo 4 ($1.64 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). En el género femenino, los valores más elevados en la salida y el viraje fueron para la clase-grupo5, siendo los valores alcanzados de $1.91 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ y $1.42 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ respectivamente.

Tabla 18. Velocidades alcanzadas por nadadores y nadadoras paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m braza.

Braza			
Clase-grupo 1: (SB2-SB4)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	1.36±0.1	1.07±0.2	0.83±0.1
Femenino	1.36±0.1	0.94±0.1	0.84±0.01
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	1.000	0.072	0.802
Clase-grupo 2: (SB5-SB7)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	1.70±0.3	1.26±0.1	1.48±0.7
Femenino	1.56±0.2	1.11±0.1	0.93±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	0.109	*	*
Clase-grupo 3: (SB8-SB10)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.12±0.1	1.57±0.1	1.33±0.1
Femenino	1.86±0.1	1.40±0.1	1.21±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*
Clase-grupo 4: (SB11-SB13)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.11±0.1	1.64±0.1	1.36±0.1
Femenino	1.88±0.1	1.38±0.1	1.11±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*
Clase-grupo 5: (SB14)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.16±0.1	1.62±0.1	1.36±0.1
Femenino	1.91±0.1	1.42±0.1	1.16±0.1
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	*	*	*

Las velocidades alcanzadas para el estilo mariposa se muestran en la tabla 19. Los valores más altos para la salida en el género masculino los obtuvieron la clase-grupo 4 ($2.39 \pm 0.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) y para el viraje la clase-grupo 3 ($1.71 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). En el género femenino, los valores más altos los obtuvo la clase-grupo 5, tanto para la salida ($1.91 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) como para el viraje ($1.42 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Tabla 19. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en las fases que conforman la prueba de 100 m mariposa.

Mariposa			
Clase-grupo 3: (S8-S10)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	1.97±0.60	1.71±0.07	1.61±0.05
Femenino	1.94±0.10	1.49±0.07	1.32±0.06
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	0.828	*	*
Clase-grupo 4: (S11-S13)			
	Salida	Viraje	Nado
Masculino	2.39±0.19	1.55±0.10	1.61±0.15
Femenino	2.08±0.16	1.52±0.07	1.36±0.08
Diferencias entre géneros (*p ≤ 0.05)	0.369	*	*

Al contrario, y al igual que ocurriera con las distancias, los valores más bajos recayeron, en ambos géneros, sobre la clase funcional más baja.

Por último, VNTotal alcanzadas por los nadadores y nadadoras paralímpicas incrementaron de la clase-grupo 1 a la 3 y fueron similares entre la clase-grupo 3, 4 y 5. Un análisis por estilo mostró que el crol fue el estilo que alcanzó el valor más alto de velocidad en todas las clases salvo en la clase-grupo 2 masculina, que el valor más elevado recayó sobre el estilo braza. En contraposición, el estilo más lento en todas las clases-grupo (exceptuando la clase-grupo 2 masculina) fue la braza.

3.1.3.1. Perfil de velocidad de los nadadores paralímpicos en las subfases del segmento de salida.

La tabla 20 recoge las velocidades mínimas y máximas alcanzadas por nadadores paralímpicos en las subfases que componen la salida atendiendo al género y estilo. En la VV los valores máximos para el género masculino y femenino fueron en el estilo espalda en la clase-grupo 4 ($3.46 \pm 0.3 \text{ m/s}^{-1}$) y la clase-grupo 3 ($2.84 \pm 0.6 \text{ m/s}^{-1}$)

respectivamente. En ambos géneros los valores máximos de la VSub fueron para la clase-grupo 3 en el estilo crol ($2.30\pm0.2 \text{ m/s}^{-1}$ y $2.04\pm0.1 \text{ m/s}^{-1}$).

Tabla 20. Mínimas y máximas velocidades alcanzadas por los nadadores y nadadoras en las subfases de salida de las pruebas de 100 metros. VV: velocidad de vuelo en la salida y VSub: velocidad subacuática en la salida.

		Mujeres			Hombres		
		Velocidad	Clase-grupo	Estilo	Velocidad	Clase-grupo	Estilo
VV	Mínima	1.57 ± 0.9	2	Espalda	1.72 ± 0.3	1	Braza
	Máxima	2.84 ± 0.6	3	Espalda	3.46 ± 0.3	4	Espalda
VSub	Mínima	0.53 ± 0.4	1	Crol	0.96 ± 0.6	1	Crol
	Máxima	2.04 ± 0.1	3	Crol	2.30 ± 0.2	3	Crol

Un análisis más detallado por estilo mostró que en la VV masculina (ver figura 31) en el estilo crol, braza y mariposa fue alcanzada por la clase-grupo 3, con $3.21\pm0.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $3.08\pm0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, y $3.38\pm0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente. Sin embargo, la clase-grupo 4 alcanzó la mayor velocidad en la espalda ($3.46\pm0.29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). En el género femenino (ver figura 32) la clase-grupo 3 alcanzó la mayor VV en el crol ($2.67\pm0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y la braza ($2.73\pm0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), pero en la espalda y en la braza la mayor VV fue alcanzada por la clase-grupo 4 con $3.06\pm0.35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $2.76\pm0.20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente.

Figura 31. Velocidad alcanzada por los nadadores paralímpicos en la subfase de vuelo (VV) en la salida.

Figura 32. Velocidad alcanzada por las nadadoras paralímpicos en la subfase de vuelo (VV) en la salida.

En la VSub masculina (ver figura 33) la clase-grupo 4 alcanzó las mayores velocidades en crol ($2.31\pm0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y espalda ($1.78\pm0.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) de la clase-grupo 4. Sin embargo, en la braza la mayor VSub fue para la clase-grupo 5 con $1.94\pm0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; y en la mariposa para la clase-grupo 3 con $1.84\pm0.4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En el género femenino (ver figura 33), la clase-grupo 3 alcanzó los valores máximos en el crol ($2.04\pm0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y la braza ($1.68\pm0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). La clase-grupo 4 alcanzó la máxima velocidad en la mariposa ($1.84\pm0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y la clase-grupo 5 en la espalda ($1.55\pm0.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Figura 33. Velocidad alcanzada por nadadores paralímpicos en la subfase subacuática (VSub) en la salida género masculino.

Figura 34. Velocidades alcanzada por las nadadoras paralímpicos en la subfase subacuática (VSub).

3.1.3.2. Perfil de velocidad de los nadadores/as paralímpicos en las subfases del segmento de viraje.

En lo que respecta a las velocidades, la tabla 21 recoge las velocidades mínimas y máximas alcanzadas por nadadores/as paralímpicos en cada una de las diversas subfases que componen el viraje atendiendo al género y al estilo. En la VVAprox los valores más elevados fueron alcanzados en la mariposa por la clase-grupo 3 masculina ($1.94 \pm 0.4 \text{ m/s}^{-1}$) y por la clase-grupo 4 femenina ($1.65 \pm 0.3 \text{ m/s}^{-1}$). Por último, los valores máximos en la VVSep fueron alcanzados por la clase-grupo 3 en el crol tanto para el género masculino ($2.65 \pm 0.3 \text{ m/s}^{-1}$) como femenino ($2.36 \pm 0.3 \text{ m/s}^{-1}$).

Tabla 21. Mínimas y máximas velocidades alcanzadas por los nadadores/as en las subfases de salida de las pruebas de 100 metros. VVAprox: velocidad de viraje aproximación y VVSep: velocidad de viraje separación.

		Mujeres			Hombres		
		Velocidad	Clase-grupo	Estilo	Velocidad	Clase-grupo	Estilo
VVAprox	Mínima	0.88±0.1	3	Mariposa	0.97±0.2	2	Espalda
	Máxima	1.65±0.3	4	Mariposa	1.94±0.4	3	Mariposa
VVSep	Mínima	0.87±0.1	1	Braza	1.01±0.2	1	Braza
	Máxima	2.36±0.3	3	Crol	2.65±0.3	3	Crol

Dentro de cada estilo, la máxima VVAprox en el género masculino (ver figura 35) fueron alcanzados por la clase-grupo 3 en crol ($1.41 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), braza ($1.85 \pm 0.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) y mariposa ($1.94 \pm 0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Sin embargo, en la espalda la máxima velocidad fue alcanzada por la clase-grupo 5 ($1.28 \pm 0.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). En el género femenino (ver figura 36) los valores máximos de VVAprox fueron alcanzados por la clase-grupo 3 en espalda ($1.18 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), braza ($1.49 \pm 0.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) y mariposa ($1.65 \pm 0.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Sin embargo, en crol fue la clase-grupo 2 la alcanzo la máxima velocidad ($1.33 \pm 0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Figura 35. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en la subfase de viraje aproximación (VVAprox).

Figura 36. Velocidades alcanzadas por nadadoras paralímpicos en la subfase de viraje aproximación (VVAprox).

En el género masculino, la máxima VVSep (ver figura 37) en el estilo crol fue obtenida por la clase-grupo 3 ($2.65 \pm 0.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$); en la espalda por la clase-grupo 2 ($2.12 \pm 0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) en la braza por la clase-grupo 5 ($1.62 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) y en la mariposa por la clase-grupo 4 ($1.80 \pm 0.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). En el género femenino (ver figura 38), la clase-grupo 3 alcanzo la mayor velocidad en crol ($2.36 \pm 0.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$); a su vez, la clase-grupo 4 alcanzo los valores máximos en la braza ($1.45 \pm 0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) y en la mariposa ($1.91 \pm 0.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Por último, la clase-grupo 5 alcanzo los valores máximos en la espalda ($2.10 \pm 0.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Figura 37. Velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en la subfase de viraje separación (VVSep).

Figura 38. Velocidades alcanzadas por nadadoras paralímpicos en la subfase de viraje separación (VVSep).

3.2. Comparación entre clases.

Se realizó la prueba t de Student para comprobar si existieron diferencias significativas entre géneros. Los resultados mostraron la existencia de diferencias ($p < 0.05$) de ahí que se decidiera realizar un análisis por géneros. Al mismo tiempo, y debido al gran número de variables y diversidad de tendencias observadas se decidió priorizar aquellos resultados más significativos. Es por eso que las variables utilizadas son las relativas a las fases que conforman la distancia total de prueba con las correspondientes velocidades (DS, DNTotal, DVTTotal, VS, VNTotal y VVTTotal).

3.2.1. Género femenino.

3.2.1.1. Configuración de la prueba en nadadoras paralímpicas.

A través de la realización del MANOVA, se detectó un efecto multivariante significativo tanto de la clase-grupo ($F_{12}=14.818$; $p=0.000$; $ES=0.20$) como del estilo ($F_9=8.487$; $p=0.000$; $ES=0.10$), sobre la distribución de la prueba. Sin embargo, no se encontró que la interacción entre ambas ($F_{21}=1.569$; $p=0.05$; $ES=0.05$) tuviera influencia sobre la distribución de la prueba en nadadoras paralímpicas.

Los análisis univariados posteriores (ver tabla 22) revelaron que los efectos principales tanto de la clase-grupo como del estilo fueron significativos en los tres segmentos de la prueba (DS, DNTotal y DVTTotal).

*Tabla 22. Efectos principales en nadadoras paralímpicas de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la DS, DNTotal y DVTTotal. * $p<0,05$. DS: Distancia de Salida; DNTotal: Distancia de Nado Total; DVTTotal: Distancias Viraje Total*

Variable	Clase-grupo			estilo			Clase-grupo/Estilo		
	F	Significación	ES	F	Significación	ES	F	Significación	ES
DS	40.511	*	0.40	11.395	*	0.12	1.282	0.26	0.04
DNTotal	47.563	*	0.52	15.377	*	0.17	1.365	0.22	0.04
DVTTotal	64.998	*	0.44	16.397	*	0.16	2.102	0.05	0.06

Los análisis a posteriori, realizados con la prueba de Scheffé para las nadadoras paralímpicas en la DS (ver figura 39) mostraron que la clase-grupo 1 alcanzó -2.48 m que la clase-grupo 2 (95% IC -3.60 a -1.35 m, $p=0.000$, $ES=0.57$); -5.61 m que la clase-

grupo 3 (95% IC -6.70 a -4.52 m, $p=0.000$, ES=0.55); -5.77 m que la clase-grupo 4 (95% IC -6.90 a -4.64 m, $p=0.000$, ES=0.57); y -5.80 m que la clase-grupo 5 (95% IC -7.20 a -4.38 m, $p=0.000$, ES=0.71). Al mismo tiempo, la clase-grupo 2 recorrió -3.14 m que la clase-grupo 3 (95% IC -.3.80 a -2.47 m, $p=0.000$, ES=0.34); -3.30 m que la clase-grupo 4 (95% IC -4.02 a -2.57 m, $p=0.000$, ES=0.37); y -3.32 m que la clase-grupo 5 (95% IC -4.44 a -2.20 m, $p=0.000$, ES=0.57).

Figura 39. Comparación de la DS en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. $p<0,05$. DS: Distancia de Salida.

La comparación de los 4 estilos en la DS mostró que el estilo braza mostró una configuración diferente al estilo crol, espalda y mariposa. A su vez, el crol y la espalda mostraron una configuración diferente en la DS con la mariposa. La siguiente tabla 23 resume los estadísticos obtenidos:

Tabla 23. Influencia de los 4 estilos sobre la DS en nadadoras paralímpicas. * $p<0,05$. DS: Distancias de salida.

		Diferencias (m)	Significación	Límite inferior (m)	Límite superior (m)
	Crol	-1.72	*	-2.45	-0.99
Braza	Espalda	-2.19	*	-2.90	-1.48
	Mariposa	-4.10	*	-5.00	-3.10
Crol	Mariposa	-2.33	*	-3.31	-1.35
Espalda	Mariposa	-1.86	*	-2.82	-0.90

Los análisis a posteriori, en nadadoras paralímpicas en la DNTotal (ver figura 40) mostraron que la clase-grupo 1 nadó 4.99 m más que la clase-grupo 2 (95% IC 3.12 a 6.86 m, $p=0.000$, ES=0.95); 10.72 m que la clase-grupo 3 (95% IC 8.90 a 12.53 m, $p=0.000$, ES=0.92); 10.46 m que la clase-grupo 4 (95% IC 8.59 a 12.33 m, $p=0.000$, ES=0.95); y 10.49 m más que la clase-grupo 5 (95% IC 8.13 a 12.84 m, $p=0.000$, ES=1.20). La clase-grupo 2 nadó 5.73 m más que la clase-grupo 3 (95% IC 4.62 a 6.84 m, $p=0.000$, ES=0.95); 5.47 m que la clase-grupo 4 (95% IC 4.26 a 6.69 m, $p=0.000$, ES=0.62); y 5.50 m más que la clase-grupo 5 (95% IC 3.63 a 7.37 m, $p=0.000$, ES=0.95).

Figura 40. Comparación de la DNTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clase-grupos superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. DNTotal: Distancia de nado total.

La comparación de la DNTotal en los cuatro estilos se recoge en la siguiente tabla 24. La tendencia encontrada fue idéntica a la seguida en la DS. El estilo braza mostró una configuración diferente al crol, espalda y mariposa. A su vez, el crol y la espalda mostraron una configuración diferente en la DNTotal con la mariposa.

Tabla 24. Influencia de los 4 estilos sobre la DS en nadadoras paralímpicas. * $p < 0,05$. DNTotal: Distancias de nado total.

		Diferencias (m)	Significación	Límite inferior (m)	Límite superior (m)
	Crol	3.97	*	2.75	5.20
Braza	Espalda	4.50	*	3.31	5.68
	Mariposa	7.30	*	5.70	8.89
Crol	Mariposa	3.33	*	1.70	4.96
Espalda	Mariposa	2.80	*	1.21	4.40

En lo que respecta a la DVTTotal (ver figura 41) en la comparación a posteriori llevada a cabo entre las clases-grupo se observó que la misma tendencia observada en las dos variables anteriores. La clase-grupo 1 recorrió -2.20 m en la DVTTotal que la clase-grupo 2 (95% IC -2.91 a -1.48 m, $p=0.000$, ES=0.36); -4.79 m que la clase-grupo 3 (95% IC -5.48 a -4.10 m, $p=0.000$, ES=0.35); -4.40 m que la clase-grupo 4 (95% IC -5.12 a -3.68 m, $p=0.000$, ES=0.37); y -5.31 m que la clase-grupo 5 (95% IC -6.22 a -4.41 m, $p=0.000$, ES=0.46). Además, la clase-grupo 2 recorrió -2.59 m menos que la clase-grupo 3 (95% IC -3.02 a -2.17 m, $p=0.000$, ES=0.22); -2.20 m que la clase-grupo 4 (95% IC -2.67 a -1.74 m, $p=0.000$, ES=0.24); y -3.12 m que la clase-grupo 5 (95% IC -3.83 a -2.40 m, $p=0.000$, ES=0.36).

Figura 41. Comparación de la DVTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. DVTotal: Distancia de viraje total.

En lo relativo a la influencia del estilo sobre la DVTotal se observó la misma tendencia que en las anteriores variables con la excepción del estilo crol, el cual no mostró una configuración diferente de la DVT con la mariposa. La siguiente tabla 25 muestra los resultados significativos obtenidos de la comparación por pares en la DVTotal en relación al estilo.

Tabla 25. Influencia de los 4 estilos sobre la DVTotal en nadadoras paralímpicas. * $p < 0,05$. DS: Distancias de viraje total.

		Diferencias (m)	Significación	Límite inferior (m)	Límite superior (m)
	Crol	-2.33	0.000	-2.80	-1.86
Braza	Espalda	-1.97	0.000	-2.42	-1.51
	Mariposa	-2.79	0.000	-3.40	-2.18
Espalda	Mariposa	-0.83	0.008	-1.44	-0.21

3.2.1.2. Perfiles de rendimiento en nadadoras paralímpicas.

El perfil de rendimiento observado en nadadoras paralímpicas en la prueba de 100 m se vio influenciado por la clase-grupo ($F_{12}=23.111$; $p=0.000$; $ES=0.29$) y por el estilo ($F_9=36.251$; $p=0.000$; $ES=0.33$). Al mismo tiempo, se encontró que la interacción entre ambas tuvo influencia sobre la distribución de la prueba en nadadoras paralímpicos ($F_{21}=5.935$; $p=0.000$; $ES=0.16$).

Los análisis univariados posteriores (ver tabla 26) revelaron que los efectos principales tanto de la clase-grupo como del estilo fueron significativos en los tres segmentos de la prueba (VS, VNTotal y VVTTotal). Hecho que se ver reflejado en la influencia de la interacción de ambas sobre la VS y VNTotal.

Tabla 26. Efectos principales en nadadoras paralímpicas de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la VS, VNTotal y VVTTotal. * $p < 0,05$. VS: Velocidad de Salida; VNTotal: Velocidad de Nado Total; VVTTotal: Velocidad Viraje Total

Variable	Clase-grupo			estilo			Clase-grupo/Estilo		
	F	Significación	ES	F	Significación	ES	F	Significación	ES
VS	94.461	*	0.62	61.558	*	0.45	5.705	*	0.15
VNTotal	159.920	*	0.74	81.283	*	0.52	14.703	*	0.31
VVTTotal	28.977	*	0.34	22.350	*	0.23	1.941	0.065	0.056

Los análisis a posteriori, realizados con la prueba de Scheffé revelaron que las nadadoras paralímpicas (ver figura 42) en la clase-grupo 1 fue en la VS $0.23 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ más lenta que la clase-grupo 2 (95% IC -0.38 a $-0.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.056$); $-0.67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 3 (95% IC -0.82 a $-0.52 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.54$); $0.70 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ más lenta que la clase-grupo 4 (95% IC -0.86 a $-0.54 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.55$); y $0.53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ más lenta que la clase-grupo 5 (95% IC -0.72 a $-0.33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$). Así mismo, la clase-grupo 2 fue $0.45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ más lenta que la clase-grupo 3 (95% IC -0.54 a $-0.35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.03$); $-0.47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 4 (95% IC -0.57 a $-0.38 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.04$); y $-0.30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 5 (95% IC -0.46 a $-0.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$).

Figura 42. Comparación de la VS en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. * $p < 0,05$. VS: Velocidad de salida.

La influencia del estilo sobre la VS en los diferentes estilos mostró que el perfil de rendimiento fue diferente entre los cuatro. La tabla 27 recoge los datos estadísticos relativos a los diferentes perfiles de velocidad encontrados.

Tabla 27. Influencia de los 4 estilos sobre la VS en nadadoras paralímpicas. * $p < 0,05$. VS: Velocidad de salida.

		Diferencias ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Significación	Límite inferior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Límite superior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
	Crol	-0.12	0.004	-0.21	-0.03
Braza	Espalda	0.16	0.000	0.07	0.26
	Mariposa	-2.96	0.000	-0.42	-0.17
	Braza	0.12	0.004	0.03	0.21
Crol	Espalda	0.29	0.000	0.19	0.38
	Mariposa	-0.18	0.002	-0.30	-0.48
	Braza	-0.16	0.000	-0.26	-0.07
Espalda	Crol	-0.29	0.000	-0.38	-0.19
	Mariposa	-0.46	0.000	-0.59	-0.33
	Braza	0.30	0.000	0.17	0.42
Mariposa	Crol	0.18	0.002	0.05	0.30
	Espalda	0.46	0.000	0.33	0.59

La clase-grupo y el estilo mostraron una influencia significativa en la VS. La comparación por pares a posteriori mostró que las diferencias observadas en la VS en nadadoras paralímpicas en la braza y el crol se vieron afectadas por la clase-grupo. De forma más concreta, las diferencias fueron significativas en estos estilos cuando la clase-grupo 1 fue comparada con las clases-grupo 2, 3 y 4. La comparación llevada a cabo a posteriori entre la braza y la espalda mostró que la influencia de la clase-grupo sobre la VS fue diferente. Las clases-grupo 2, 3, 4 y 5 ejercieron una influencia diferente sobre la VS en estos estilos. A su vez, esta misma tendencia fue observada en la comparación del estilo crol y espalda. Por último, en la comparación por pares lleva

acabo entre el estilo mariposa y la braza, crol y espalda mostraron la misma tendencia: la clase-grupo influyo de forma diferente en la VS.

La figura 43 recoge los análisis a posteriori, realizados con la prueba de Scheffé. Estos revelaron en la VNTotal la clase-grupo 1 fue más lenta que la clase-grupo 2 ($-0.23 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.38 a $-0.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$), 3 ($-0.67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.82 a $-0.52 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.05$), 4 ($-0.70 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.85 a $-0.54 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.05$) y 5 ($-0.53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.72 a $-0.33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$); y a su vez la clase-grupo 2 que la clase-grupo 3 ($-0.44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.54 a $-0.35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.03$), 4 ($-0.47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.57 a $-0.36 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.04$) y 5 ($-0.30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.45 a $-0.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$).

Figura 43. Comparación de la VNTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. $*p<0,05$. VNTotal: Velocidad de nado total.

La influencia del estilo sobre la VN siguió el mismo patrón que en la VS salvo con la excepción del estilo espalda que mostraron un mismo perfil de rendimiento (ver tabla 28).

Tabla 28. Influencia de los 4 estilos sobre la VNTotal en nadadoras paralímpicas. * $p < 0,05$. VNTotal: Velocidad de nado total.

		Diferencias ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Significación	Límite inferior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Límite superior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
	Crol	-0.20	0.000	-0.28	-0.16
Braza	Esalda	-0.21	0.000	-0.25	-0.17
	Mariposa	-0.29	0.000	-0.35	-0.23
Crol	Braza	0.20	0.000	0.16	0.24
	Mariposa	-0.09	0.000	-0.15	-0.04
Esalda	Braza	0.21	0.000	0.17	0.25
	Mariposa	-0.08	0.001	-0.14	-0.02
Mariposa	Braza	0.29	0.000	0.23	0.5
	Crol	0.09	0.000	0.04	0.15
	Esalda	0.08	0.001	0.02	0.14

La VVTTotal (ver figura 44) siguió el mismo patrón encontrado en las dos variables anteriores. La clase-grupo 1 presentó un perfil de velocidad diferente a la clase-grupo 2 ($-0.31 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.51 a $-0.10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$), 3 ($-0.60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.80 a $-0.40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$), 4 ($-0.54 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.75 a $-0.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$) y 5 ($-0.70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.96 a $-0.44 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.09$) al igual que lo hizo la clase-grupo 2 con la clase-grupo 3 ($-0.30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.42 a $-0.17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.04$), 4 ($-0.24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.37 a $-0.10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.05$), y 5 ($-0.40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.60 a $-0.19 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$).

Figura 44. Comparación de la VVTot en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clase-grupos superiores. * $p < 0,05$. VVTot: Velocidad de viraje total.

La tabla 29 recoge la influencia de los 4 estilos sobre la VVTot. Se observó que sólo el estilo braza mostró un perfil de rendimiento diferente con el crol, espalda y mariposa

Tabla 29. Influencia de los 4 estilos sobre la VVTot en nadadoras paralímpicas. * $p < 0,05$. VVTot: Velocidad de viraje total.

		Diferencias (m·s ⁻¹)	Significación	Límite inferior (m·s ⁻¹)	Límite superior (m·s ⁻¹)
	Espalda	-0.28	*	-0.41	-0.16
Crol	Braza	-0.37	*	-0.50	-0.25
	Mariposa	-0.25	*	-0.43	-0.08

Las comparaciones por pares a posteriori revelaron que el efecto de estilo en la VVTotal difirió significativamente en función de la clase-grupo. En la comparación realizada entre el estilo braza y el crol se obtuvo la misma tendencia a la VS, las mayores diferencias en las velocidades alcanzadas recayeron en las clases-grupo 2, 3, y 4. La comparación entre los estilos braza y espalda mostró diferencias significativas en los perfiles de velocidad de las clases-grupo 2, 3 y 4 siendo menos acusado en la esta última. Esta misma situación fue observada en los estilos crol y espalda, sin embargo, el efecto del estilo y de la clase-grupo fue más acusado en la clase-grupo 4. Por último, en la comparación por pares realizada a posteriori entre el estilo braza y mariposa y esta última con el crol mostró una misma influencia de clase-grupo sobre la VS en estos estilos. Por el contrario, no se encontró que la clase-grupo influyera de manera significativa en la comparación por pares que se realizó entre el estilo mariposa y espalda.

3.2.2. Género masculino.

3.2.2.1. Configuración de la prueba en nadadores paralímpicos.

La realización del MANOVA en el género masculino se detectó un efecto multivariante significativo tanto de la clase-grupo ($F_{12}=13.605$; $p=0.000$; $ES=0.18$) como del estilo ($F_9=10.109$; $p=0.000$; $ES=0.11$) sobre la distribución de la prueba. Así mismo, se encontró que la interacción entre ambas tuvo una influencia sobre la distribución de la prueba en nadadores paralímpicos ($F_{21}=1.606$; $p=0.04$; $ES=0.05$). Los análisis univariados posteriores (ver tabla 30) revelaron que los efectos principales tanto de la clase-grupo como del estilo fueron significativos en los tres segmentos de la prueba (DS, DNTotal y DVTotal).

Tabla 30. Efectos principales en nadadoras paralímpicas de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la DS, DNTotal y DVTTotal. Valor de $\alpha < 0,05$. DS: Distancia de Salida; DNTotal: Distancia de Nado Total; DVTTotal: Distancias Viraje Total.

Variable	Clase-grupo			estilo			Clase-grupo/Estilo		
	F	Significación (*p<0.05)	ES	F	Significación (*p<0.05)	ES	F	Significación (*p<0.05)	ES
DS	58.037	*	0.46	9.577	*	0.10	1.229	0.287	0.03
DNTotal	25.585	*	0.29	5.936	*	0.07	0.698	0.673	0.01
DVTTotal	36.805	*	0.36	25.713	*	0.23	1.339	0.232	0.04

Los análisis a posteriori, realizados con la prueba de Scheffé revelaron que las nadadoras paralímpicas en la DS (ver figura 45) mostró que la clase-grupo 1 alcanzó -3.45 m que la clase-grupo 2 (95% IC -5.24 a -1.65 m, $p=0.000$, ES=0.58); -6.25 m que la clase-grupo 3 (95% IC -8.01 a -4.49 m, $p=0.000$, ES=0.57); -7.38 m que la clase-grupo 4 (95% IC -9.12 a -5.02 m, $p=0.000$, ES=0.56); y -7.38 m que la clase-grupo 5 (95% IC -9.75 a -5.02 m, $p=0.000$, ES=0.76). Al mismo tiempo la clase-grupo 2 recorrió -2.80 m que la clase-grupo 3 (95% IC -3.97 a -1.64 m, $p=0.000$, ES=0.37); -3.93 m que la clase-grupo 4 (95% IC -5.07 a -2.80 m, $p=0.000$, ES=0.37); y -3.32 m que la clase-grupo 5 (95% IC -5.90 a -1.98 m, $p=0.000$, ES=0.63). Por último la clase-grupo 3 recorrió -1.13 m que la clase-grupo 4 (95% IC -2.21 a -0.04 m, $p=0.000$, ES=0.35)

Figura 45. Comparación de la DS en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases superiores; (*, *) = diferencias significativas con clase-grupo 4. Valor de $\alpha < 0,05$. DS: Distancia de Salida.

La tabla 31 resume los estadísticos obtenidos para la comparación de los 4 estilos en la DS mostró que el estilo braza mostró un configuración diferente al crol, espalda y mariposa y a su vez, el crol con la mariposa.

Tabla 31. Influencia de los 4 estilos sobre la DS en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. DS: Distancia de salida.

		Diferencias (m)	Significación (*p<0.05)	Límite inferior (m)	Límite superior (m)
	Crol	-1.40	*	-2.42	-0.39
Braza	Esalda	-2.31	*	-3.32	-1.30
	Mariposa	-2.88	*	-4.10	-1.66
Crol	Mariposa	-1.48	*	-2.74	-0.22

La comparación a posteriori en nadadores paralímpicos en la DNTotal (ver figura 46) mostró la misma tendencia encontrada en la variable anterior. la clase-grupo 1 nadó 5.55 m más que la clase-grupo 2 (95% IC 0.51 a 10.60 m, $p=0.022$, ES=1.62); 10.59 m que la clase-grupo 3 (95% IC 5.62 a 15.55 m, $p=0.000$, ES=1.60); 13.32 m que la clase-grupo 4 (95% IC 8.41 a 18.23 m, $p=0.000$, ES=1.58); y 11.69 m más que la clase-grupo 5 (95% IC 5.04 a 18.34 m, $p=0.000$, ES=2.14). La clase-grupo 2 nadó 5.03 m más que la clase-grupo 3 (95% IC 1.76 a 8.31 m, $p=0.000$, ES=1.05); 7.77 m que la clase-grupo 4 (95% IC 4.56 a 10.98 m, $p=0.000$, ES=0.62); y 6.14 m más que la clase-grupo 5 (95% IC 0.63 a 11.65 m, $p=0.000$, ES=1.77).

Figura 46. Comparación de la DNTotal en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. DNTotal: Distancia de nado total.

Al igual que ocurriera con DS, la comparación de los 4 estilos en la DNTotal mostró que el estilo braza mostró una configuración diferente al crol, espalda y mariposa.

Sin embargo ningún otro estilo mostró una configuración diferente entre sí. La tabla 32 resume los estadísticos obtenidos:

Tabla 32. Influencia de los 4 estilos sobre la DNTotal en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. DNTotal: Distancia de nado total.

		Diferencias (m)	Significación (* $p < 0.05$)	Límite inferior (m)	Límite superior (m)
	Crol	-2.88	*	-3.76	-1.99
Braza	Espalda	-2.97	*	-3.85	-2.08
	Mariposa	-2.34	*	-3.40	-1.29

En lo que respecta a la DVTTotal (ver figura 47) en la comparación llevada a cabo entre las clases-grupo se observó que la misma tendencia observada en las dos variables anteriores. La clase-grupo 1 recorrió -1.83 m en la DVTTotal que la clase-grupo 2 (95% IC -3.40 a -0.27 m, $p=0.000$, ES=0.50); -4.22 m que la clase-grupo 3 (95% IC -5.75 a -2.68 m, $p=0.000$, ES=0.49); -4.76 m que la clase-grupo 4 (95% IC -6.29 a -3.24 m, $p=0.000$, ES=0.49); y -5.10 m que la clase-grupo 5 (95% IC -7.17 a -3.04 m, $p=0.000$, ES=0.66). Además, la clase-grupo 2 recorrió -2.39 m que la clase-grupo 3 (95% IC -3.40 a -1.37 m, $p=0.000$, ES=0.33); -2.93 m que la clase-grupo 4 (95% IC -3.93 a -1.94 m, $p=0.000$, ES=0.32); y -3.27 m que la clase-grupo 5 (95% IC -4.98 a -1.56 m, $p=0.000$, ES=0.55).

Figura 47. Comparación de la DVTTotal en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. DVTTotal: Distancia de viraje total.

En lo relativo a la influencia del estilo sobre la DVTTotal se observó la misma tendencia observada que en la DNTTotal. La tabla 33 muestra los resultados significativos obtenidos de la comparación por pares en la DVTTotal en relación al estilo.

Tabla 33. Influencia de los 4 estilos sobre la DVTTotal en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. DVTTotal: Distancia de viraje total.

		Diferencias (m)	Significación (*p<0.05)	Límite inferior (m)	Límite superior (m)
	Crol	-2.88	*	-3.77	-1.99
Braza	Espalda	-2.97	*	-3.85	-2.08
	Mariposa	-2.34	*	-3.41	-1.28

3.2.2.2. Perfiles de rendimiento en nadadores paralímpicos.

La clase-grupo tuvo una influencia media en el perfil de rendimiento observado en nadadores paralímpicos en la prueba de 100 m ($F_{12}=18.875$; $p=0.000$; $ES=0.25$). Así mismo se observó que también el estilo influyó en el perfil de rendimiento ($F_9=19.098$; $p=0.000$; $ES=0.20$). Al mismo tiempo, se encontró que la interacción entre ambas tuvo influencia sobre la distribución de la prueba en nadadoras paralímpicos ($F_{21}=5.325$; $p=0.000$; $ES=0.14$).

Los análisis univariados posteriores se muestran en la tabla 34. Estos revelaron que los efectos principales tanto de la clase-grupo como del estilo fueron significativos en los tres segmentos de la prueba. Además se observó que la interacción entre ambas influyó en las tres velocidades.

Tabla 34. Efectos principales en nadadores paralímpicos de la clase-grupo, estilo e interacción clase-grupo y estilo sobre la VS, VNTotal y VVTTotal. Valor de $\alpha<0,05$. VS: Velocidad de Salida; VNTotal: Velocidad de Nado Total; VVTTotal: Velocidad Viraje Total

Variable	Clase-grupo			estilo			Clase-grupo/Estilo		
	F	Significación (* $p<0.05$)	ES	F	Significación (* $p<0.05$)	ES	F	Significación (* $p<0.05$)	ES
VS	62.134	*	0.52	32.411	*	0.30	4.387	*	0.12
VNTotal	30.886	*	0.35	10.568	*	0.12	4.292	*	0.11
VVTTotal	52.412	*	0.47	32.859	*	0.30	4.616	*	0.12

La comparación por pares en nadadoras paralímpicas en la VS (ver figura 48) mostró que la clase-grupo 1 fue $-0.42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ más lenta que la clase-grupo 2 (95% IC –

0.61 a $-0.23 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$); $-0.69 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 3 (95% IC -0.88 a $-0.51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$); $-0.82 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 4 (95% IC -1.00 a $-0.63 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$); y $-0.56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 5 (95% IC -0.82 a $-0.30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.08$). Al mismo tiempo la clase-grupo 2 fue $-0.27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ más lenta que la clase-grupo 3 (95% IC -0.41 a $-0.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$); $-0.40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 4 (95% IC -0.53 a $-0.27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.04$); y $-0.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 5 (95% IC -0.36 a $-0.09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$).

Figura 48. Comparación de la VS en nadadores paralímpicos.(*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. VS: Velocidad de Salida.

La influencia del estilo sobre la VS en los diferentes estilos, mostró que el estilo braza presentó un perfil diferente al crol y a la mariposa. A su vez el crol fue diferente al estilo espalda y ésta a la mariposa. La tabla 35 recoge los datos estadísticos relativos a los diferentes perfiles de velocidad encontrados.

Tabla 35. Influencia de los 4 estilos sobre la VS en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. VS: Velocidad de salida.

		Diferencias ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Significación (* $p < 0.05$)	Límite inferior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Límite superior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
Braza	Crol	-0.29	*	-0.40	-0.17
	Mariposa	-0.28	*	-0.43	-0.13
Crol	Espalda	0.23	*	0.11	0.35
Espalda	Mariposa	-0.23	*	-0.38	-0.07

La interacción de la clase-grupo y el estilo tuvo una influencia significativa en la VS en nadadores paralímpicos. Las comparaciones por pares a posteriori llevadas a cabo entre el estilo braza y crol mostraron que la clase-grupo influyó de manera diferente sobre la VS. Las mayores diferencias fueron encontradas en las clases-grupo 2, 3 y 4. En lo que se refiere a la comparación a posteriori en los estilos braza y espalda la influencia de la clase-grupo fue diferente en las clases-grupo 3, 4 y 5. Las comparaciones a posteriori entre el crol y la espalda en la VS se vieron influenciadas por la clase-grupo. Las diferencias encontradas fueron mayores entre la clase-grupo 2 y 3 y esta última con la 4. Sin embargo la comparación por pares del estilo mariposa con el crol, mariposa, espalda y mariposa con braza mostraron una misma influencia de clase-grupo: las diferencias obtenidas en las tres comparaciones mostró que la clase-grupo influyó de la misma manera.

La comparación entre clases-grupo mostró que en la VNTotal (ver figura 49) la clase-grupo 1 fue más $-0.50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ lenta que la clase-grupo 2 (95% IC -0.68 a $-0.32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$); y $-0.62 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ más lenta que la clase-grupo 3 (95% IC -0.80 a $-0.45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$); $-0.65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (95% IC -0.82 a $-0.47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$); y $0.53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ que la clase-grupo 5 (95% IC -0.78 a $-0.29 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$,

ES=0.08); A su vez, la clase-grupo 2 más lenta que la clase-grupo 3, ($-0.25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; 95% IC -0.29 a $-0.20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, ES=0.02) 4 ($-0.20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; 95% IC -0.25 a $-0.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, ES=0.01) y 5 ($-0.19 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; 95% IC -0.27 a $-0.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.000$, ES=0.02).

Figura 49. Comparación de la VNTotal en nadadoras paralímpicas. (*) = diferencias significativas con clases-grupo 2, 3 y 4. Valor de $\alpha < 0,05$. VNTotal: Velocidad de nado total.

En lo que respecta a la influencia del estilo sobre la VNTotal se observó que el estilo braza mostró un perfil de rendimiento diferente a la crol, y mariposa; y el crol a la mariposa (ver tabla 36).

Tabla 36. Influencia de los 4 estilos sobre la VNTotal en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. VNTotal: Velocidad de nado total.

		Diferencias ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Significación (* $p < 0.05$)	Límite inferior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Límite superior ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
Braza	Crol	-0.13	*	-0.24	-0.02
	Mariposa	-0.28	*	-0.42	-0.13
Crol	Mariposa	-0.14	*	-0.29	-0.001

Las comparaciones por pares en la VNTotal en los estilos braza y crol se vieron influenciadas por la clase-grupo. Tanto la clase-grupo 1 como la 2 influyeron de forma diferente sobre la VNTotal de forma diferente a como lo hicieron las clases-grupo 3 y 4. La comparación entre los estilos braza y espalda revelaron que las clases-grupo 3, 4 y 5 afectaron de forma diferente a la VNTotal. Al mismo tiempo el efecto de la clase-grupo sobre la comparación de los estilos crol y espalda mostro una influencia diferente entre la clase-grupo 2, 3 y 4. Por último la comparación por pares llevada a cabo entre el estilo mariposa y el crol, braza y espalda no mostró que el efecto de la clase-grupo influyera de forma diferente.

En la VVTTotal la comparación entre clases-grupo mostró que la clase-grupo 1 fue más lenta que la clases-grupo 2 ($-0.41 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.58 a $-0.24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.06$), 3 ($-0.69 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.86 a $-0.52 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.05$), 4 ($-0.71 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.88 a $-0.55 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.04$) y 5 ($-0.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -1.04 a $-0.57 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$). A su vez, la clase-grupo 2 fue más lenta que la clase-grupo 3 ($-0.27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.39 a $-0.15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.04$), 4 ($-0.30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.42 a $-0.18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.04$) y 5 ($-0.40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 95% IC -0.60 a $-0.20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $p=0.000$, $ES=0.07$). La figura 50 resume los hallazgos encontrados.

Figura 50. Comparación de la VVTot en nadadores paralímpicos. (*) = diferencias significativas con clases-grupo superiores. Valor de $\alpha < 0,05$. VVTot: Velocidad de viraje total.

La comparación entre estilos en la VVTot (ver tabla 37) mostró que la braza presentó un perfil de rendimiento diferente al encontrado en crol, espalda y mariposa.

Tabla 37. Influencia de los 4 estilos sobre la VVTot en nadadores paralímpicos. Valor de $\alpha < 0,05$. VVTot: Velocidad de viraje total.

		Diferencias (m·s ⁻¹)	Significación (*p<0.05)	Límite inferior (m·s ⁻¹)	Límite superior (m·s ⁻¹)
	Crol	-0.32	*	-0.42	-0.21
Braza	Espalda	-0.33	*	-0.44	-0.22
	Mariposa	-0.21	*	-0.35	-0.07

En la VVTot también se calculó la comparación por pares de los diferentes estilos en la VVTot. Las comparaciones por pares a posteriori llevadas a cabo en los

estilos braza y crol mostraron que el efecto de la clase-grupo fue diferente siendo mayores las diferencias observadas entre las clases-grupo 2, 3 y 4. La segunda comparación por pares fue entre el estilo braza y espalda, esta mostró que las clase-grupo 2, 3, 4 y 5 influyeron de forma diferente sobre la VVtotal en estos estilos. En el estilo crol y espalda la comparación por pares también mostró que la clase-grupo influyó de forma diferente sobre la VVtotal. Por último las comparaciones por pares entre el estilo mariposa, y el crol y la braza mostraron que la clase-grupo influyó de forma diferente no siendo así en la comparación por pares de la mariposa con la espalda donde la clase-grupo si influyo de manera significativa.

3.3. Comparación entre géneros.

El TT, distancias y velocidades fueron comparadas entre géneros. La tabla 9 muestra que existieron diferencias entre géneros en el TT en todas las clases-grupo y en todos los estilos menos en la clase-grupo 2 en el estilo crol, donde el género femenino fue 0.52 s más rápido que el género masculino (IC 95% 10.51 s a -11.54 s, $p=0.925$, $ES=0.55$). Cuando las distancias fueron comparadas entre géneros en las clases-grupo y en los distintos estilos (tablas 10, 11, 12 y 13), se observó que la clase-grupo 1 femenina fue diferente de la masculina en la DN en crol (1.54 m, 95% IC 0.19 a 2.89 m, $p=0.028$, $ES=0.64$); la clase-grupo 2 en la DS (-1.38 m, 95% IC -2.73 a -0.04 m, $p=0.044$, $ES=0.67$; -1.59m, 95% IC -2.82 a -0.37 $m \cdot s^{-1}$, $p=0.012$, $ES=0.61$) en crol y espalda respectivamente; y en la DN (3.11 m, 95% IC 0.90 a 5.32 m, $p=0.00$, $ES=1.09$) y la DVTtotal (-1.41 m, 95% IC -2.43 a -0.38 m, $p=0.009$, $ES=0.51$) en braza. La clase-grupo 3 en la DS (8.85 m, 95% IC 7.05 a 10.65 m, $p=0.000$, $ES=0.90$) en crol; DVTtotal (-1.55 m, 95% IC -2.81 a -0.28 m, $p=0.017$, $ES=0.63$) en el estilo espalda; y DS, (-1.03m, 95% IC -1.84 a -0.23 m, $p=0.013$, $ES=0.39$) DVTtotal (-0.96m, 95% IC -1.68 a -

0.25 m, $p=0.010$, $ES=0.35$) y DN (2.06m, 95% IC 0.59 a 3.53 m, $p=0.007$, $ES=0.72$) en el estilo braza. La clase-grupo 4 en la DS (-1.70m, 95% IC -2.56 a -0.84 m, $p=0.000$, $ES=0.43$) y DVTot (-1.09m, 95% IC -1.89 a -0.28 m, $p=0.009$, $ES=0.40$) en el estilo crol; y en el estilo espalda y braza en la DS (-2.33m, 95% IC -4.02 a -0.65 m, $p=0.008$, $ES=0.83$; -2.83 m, 95% IC -3.57 a -2.09 m, $p=0.000$, $ES=0.37$ respectivamente), DVTot (-2.45 m, 95% IC -3.69 a -1.21 m, $p=0.000$, $ES=0.61$; -2.82 m, 95% IC -3.70 a -1.93 m, $p=0.000$, $ES=0.43$ respectivamente) y DN (4.85 m, 95% IC 1.91 a 7.81 m, $p=0.002$, $ES=1.45$; 6.07 m, 95% IC 4.66 a 7.49 m, $p=0.000$, $ES=0.69$ respectivamente). Por último la clase-grupo 5 lo fue en la DS (-1.66 m, 95% IC -2.62 a -0.70 m, $p=0.004$, $ES=0.42$) y DVTot (-1.96 m, 95% IC -2.60 a -1.32 m, $p=0.000$, $ES=0.30$) en el estilo braza.

Las tablas 16, 17, 18 y 19 recogen el resultado de la comparación de las velocidades entre géneros en las distintas clases-grupo. El género femenino fue diferente ($p \leq 0.05$) al género masculino en todas las velocidades relativas a la salida, viraje y nado en todos los estilos salvo en la VVTot del estilo espalda para la clase-grupo 3 ($0.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.29 a $0.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.524$, $ES=0.11$) y la clase-grupo 5 ($-0.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -1.08 a $0.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.763$, $ES=0.44$); VS ($0.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.16 a $0.16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=1.000$, $ES=0.07$), VVTot ($-0.13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.27 a $0.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.072$, $ES=0.06$) y VN ($0.42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.06 a $0.84 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.807$, $ES=0.03$) del estilo braza para la clase-grupo 1; y en la mariposa en la VS para la clase-grupo 3 ($-0.03 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.34 a $0.27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.828$, $ES=0.15$) y la clase-grupo 4 ($0.28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 95% IC -0.36 a $0.93 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $p=0.369$, $ES=0.32$).

CAPITULO V. DISCUSIÓN

El presente estudio representa la primera ocasión que en natación paralímpica se aplica la fotogrametría 2D-LTD para llevar a cabo un análisis de la competición basado en distancias individuales. Con los resultados obtenidos se ha podido caracterizar las distancias alcanzadas en las fases y subfases que conforman las pruebas de 100 m en los diferentes estilos y clases funcionales según género. Al mismo tiempo, se ha podido establecer un perfil de rendimiento para cada una de las discapacidades (física, visual e intelectual) en esta distancia. Los resultados del presente estudio sugieren que la contribución de los segmentos acíclicos de la prueba de 100 en natación paralímpica discrepa de lo tradicionalmente establecido con las distancias fijas de 15 metros para la salida y el viraje. Así mismo, esta contribución depende de la clase-grupo de los nadadores. Al mismo tiempo, los perfiles de velocidad hallados en nadadores paralímpicos fueron diferentes entre las clases-grupo 1, 2 y 3. Aunque por otro lado, dicha situación hace que no existan estudios previos que faciliten poder basarse para realizar la discusión de los resultados obtenidos. Además la no participación de todas las clases-grupo en todas las pruebas dificultad aún más la tarea. Todo ello configura el punto de partida para el desarrollo del presente apartado.

Según Tweedy y Vanlandewijck (2011), los sistemas de clasificación en el deporte paralímpico deben de estar basados en evidencias científicas y en consonancia con el tipo de deficiencia que presente el deportista (física, visual o intelectual). Según la literatura, el uso del análisis de la competición en natación paralímpica ha tenido una doble finalidad: por un lado ha servido como herramienta para evaluar la validez e imparcialidad de los sistemas de clasificación; y por otro, como forma de obtener información útil para entrenadores y nadadores sobre cómo ha transcurrido la prueba (Daly y cols., 2001). Por tanto, este método basado en el modelo establecido por Hay y

Guimaraes (1983) y de marcada aplicación en la natación para personas sin discapacidad, ha sido el utilizado en nuestro estudio para caracterizar y comparar los rendimientos de cada una de las clases funcionales en los diferentes tipos de deficiencia y verificar los sistemas de clasificación (Burkett, 2011; Daly y cols., 2009; Daly, Malone, Smith, Vanlandewijck, y Steadward, 2001).

Sin embargo, desde una perspectiva basada en el modelo teórico establecido por Hay y Guimaraes (1983), el cual considera como acciones de referencia el comienzo y/o fin de las acciones cíclicas y acíclicas del nadador durante la prueba, surge una nueva tendencia que pretende realizar un análisis de la competición que mide las distancias reales que recorre un nadador en cada uno de los segmentos que conforman la prueba (Veiga y cols., 2013; 2014). Así en base a ellas, se podrá evaluar y optimizar el rendimiento del nadador de manera mucho más individualizada ya que se podrá de manera precisa conocer las distancias y velocidades que un nadador alcanza en cada tramo de la prueba: este ha sido el enfoque de este trabajo de investigación

Partiendo de una perspectiva temporal, donde la investigación en natación paralímpica se ha nutrido de los métodos procedentes de la natación para personas sin discapacidad (Burkett, 2011; Daly y cols., 2001), surgió la inquietud de utilizar nuevos métodos que permitan aportar información para evolucionar la natación paralímpica. Fruto de la misma, surgió el presente trabajo de investigación del que los principales hallazgos creemos que aportar una información útil y novedosa tanto a entrenadores como nadadores sobre cómo se distribuye la prueba y cuáles son los rendimientos esperados para cada clases-grupo en las fases que componen la prueba de 100 m en cada estilo, así como las diferencias encontradas según género de los nadadores.

4.1. Caracterización de nadadores con discapacidad

4.1.1. Distancias individuales de los segmentos que conforman la prueba en nadadores/as paralímpicos

El modelo de análisis de la competición basado en distancias prefijadas, establece distancias de referencia para la medición, diferenciación y determinación de las fases cíclicas (nado) y acíclicas (salida y viraje) de la prueba (Arellano y cols., 1994; Ferro y Arellano, 2002). Estas referencias poseen un carácter común para todo perfil de nadador, por lo que saber exactamente las distancias reales que cubre cada nadador resulta imposible. Como afirman Veiga y cols., (2013) la utilización del análisis de la competición basado en distancias prefijadas implica utilizar unas distancias de referencias donde los nadadores tendrán que utilizar movimientos cíclicos (nado) para cubrir dicha distancia. Tal número de ciclos será inferior cuanto más eficiencia de nado presente el deportista. Esta premisa es aplicable a la natación para personas con discapacidad, pero no es la única, ya que el impacto del tipo de discapacidad y grado de deficiencia condiciona de manera incierta la capacidad de ejecución de las acciones de la salida y viraje (Dingley, Pyne, y Burkett, 2014b). Por tanto, el número de ciclos que necesita un nadador para cubrir la distancia prefijada para la salida y viraje estará condicionada por la misma, hecho que, como se ha podido observar en las tablas 10, 11, 12 y 13, hace que la DN varíe según clase-grupo de manera significativa, siendo cada vez mayor cuanto más deficiencia presenta el nadador.

Han sido varios los estudios que han caracterizado a nadadores paralímpicos basándose en el análisis de la competición mediante distancias prefijadas. La prueba más estudiada ha sido los 100 metros libre tanto para nadadores con discapacidad motora (Daly, Djjobova, Malone, Vanlandewijck, y Steadward, 2003; Daly, Malone, Vanlandewijck, y Steadward, 1999a) como visual (Daly et al., 2009; Malone et al.,

2001) aunque ha habido otros estudios que han analizado otras pruebas (Daly, Malone, y Vanlandewijck, 2003; Daly, Malone, y Vanlandewijck, 2004; Daly y Vanlandewijck, 2003; Malone, Daly, Vanlandewijck, y Steadward, 1998; Schega y cols., 2004). En el caso de nadadores con discapacidad intelectual, la bibliografía existente se reduce aún más y se han centrado en pruebas y/o aspectos concretos como la relación y evolución de la FC y LC durante la prueba y su influencia sobre la V, comparación de segmentos de prueba con nadadores con otras deficiencias o sin ellas; o en la comparación de parámetros antropométricos y pruebas específicas (batería Eurofit) entre nadadores finalistas y no finalistas (Van de Berghe y Verboken, 2008; Vanneste, 2007; Versichel y Vos, 2006). Al mismo tiempo se han realizados comparaciones con nadadores olímpicos usando este método (Burkett y Mellifont, 2008; Daly y cols., 2009; Daly y cols., 2001), pero nunca mediante el método de distancias individualizadas. En estudios pilotos previos a la realización de este trabajo de investigación, Almena, y cols., (2014a, 2014b; 2015) aplicaron esta metodología en nadadores con discapacidad física y visual en la prueba de 100 y 400 m libre. De la diversidad de resultados obtenidos relativos a los diferentes segmentos de la prueba (salida, nado y viraje) en cada una de las clases que establece el sistema de clasificación para nadadores con discapacidad locomotriz (S1 a S10) y visual (S11 a S13) y tras consultar la bibliografía (Dingley y cols., 2014a, 2014b, 2015; Fulton y cols., 2009), se decidió establecer el criterio de agrupamiento de clases en clases-grupo para facilitar la interpretación, comparar y establecer criterios comunes y extrapolables a las diferentes clases.

En las figuras 21 y 22 (ambas ver en página 76) se mostró el porcentaje de distancia de prueba cubierto por nadadores paralímpicos en los segmentos acíclicos de la prueba de 100 metros en ambos géneros. De los resultados expuestos, observamos que la distancia alcanzada mediante los segmentos acíclicos aumenta progresivamente

de la clase-grupo 1 a la 3 en todos los estilos y géneros, y por tanto, inferimos que el tipo de deficiencia influye de manera decisiva sobre la ejecución de estas acciones. Por el contrario, las distancias alcanzadas en nadadores de la clase-grupo 3, 4 y 5 no resultaron ser distintas. Ejemplo de ello lo encontramos en el género femenino donde el valor máximo del porcentaje de implicación de los segmentos acíclicos en el crol fue para la clase-grupo 3 (14.7%), en la espalda para la clase-grupo 5 (17.05%), mientras que en la braza fue la clase-grupo 3 (19,5%) y en mariposa la clase-grupo 3 (18.1%). Es por ello que, a la luz de los resultados, podemos afirmar que las clases-grupo 3, 4 y 5 no se diferencian desde el punto de vista en la distribución de la prueba en relación a las fases acíclicas. Si al mismo tiempo comparamos los resultados obtenidos en cada una de las clases-grupo con las distancias de referencia utilizadas en el análisis de la competición mediante distancias prefijadas, frente al 30% que ocupan, observamos que cuanto más baja es la clase-grupo, menor es este porcentaje (ver figuras 21 y 22). Por tanto, uno de los principales hallazgos de este estudio es que los segmentos acíclicos cobran más importancia en la clases-grupo 3, 4 y 5 que en las clases-grupo 1 y 2; y que el segmento de nado tendrá más repercusión en éstas clases-grupo, lo cual entendemos como un hecho que tiene aplicaciones directas al entrenamiento.

Si tomamos como referencia los valores obtenidos por Veiga y cols. (2013), cuya muestra fueron nadadores de nivel nacional y regional, sólo las clase-grupo 3, 4 y 5 alcanzaron valores similares en el porcentaje de implicación de los segmentos acíclicos en la prueba de 100 m. Según estos autores, los valores alcanzados por nadadores sin discapacidad en los diferentes estilos oscilaron entre 16.2% - 23.9% en el género masculino y de 13.7% - 20.1% en el género femenino. Frente a éstos, los nadadores paralímpicos de nuestro estudio, los valores oscilaron entre el 15.5% - 23.1% del género masculino al 14.3% - 19.5% del género femenino. Al mismo tiempo, en

ambos grupos de nadadores los valores mínimos correspondieron al estilo crol, mientras que los valores máximos correspondieron, en nadadores sin discapacidad a la espalda, frente a la braza de los nadadores paralímpicos.

Un análisis más pormenorizado, en el que se diferencian las distancias obtenidas en las fases de salida y viraje en los diferentes estilos (tablas 10, 11, 12 y 13, en páginas 78 - 81). En ellas se puede observar como los nadadores de la clase-grupo 1 (S2-S4) recorrieron menos distancia en la salida y en el viraje que los nadadores de la clase-grupo 2 (S5-S7), y ésta a su vez que los de la clase-grupo 3 (S8-S10). Sin embargo encontramos que entre esta última y la clase-grupo 4 (S11-S13) y 5 (S14) los valores alcanzados son similares, hecho que concuerda con los resultados obtenidos por Dingley y cols.,(2014b) en el análisis realizado utilizando el tiempo empleado por nadadores paralímpicos en cubrir los 15 metros en la salida. Por otro lado, Daly cols., (2001) encontraron que en la natación paralímpica compiten dentro de una misma clase nadadores que presentan diferentes niveles de habilidad y, a causa de la deficiencia, hay nadadores que salen, nadan y viran unos más rápidos que otros, pero al final todos presentan un tiempo de prueba similar. Ejemplos encontramos en el caso de las clases-grupos 1, 2 y 3 donde se encuentran nadadores que presentan amputación de uno o varios miembros, limitaciones en el rango articular, lesiones medulares y parálisis cerebral; o en aquellos nadadores de la clase-grupo 4 que presentan diferentes niveles de agudeza y campo visual (ver tabla 10, 11, 12 y 13). Como consecuencia de este hecho los valores de desviación estándar encontrados en cada clase-grupo en las DS y DVTotales son elevados pudiendo deducir que es como consecuencia del impacto de cada una de las deficiencias presentes sobre la capacidad de ejecución de cada fase. Así mismo, los valores más elevados de desviación estándar suelen coincidir con las clases-grupo 1 y 2 que es donde se encuentran los nadadores con mayor afectación.

Al carecer de datos previos con los que contrastar y tomando como referencia los obtenidos por Veiga y cols. (2014), las tablas 22 y 23 recogen las distancias alcanzadas por nadadores de nivel regional y nacional en la salida y viraje junto con los obtenidos para cada una de las clases-grupo establecidas para nadadores paralímpicos en las pruebas en las que participaron. Debemos de partir de la base que la salida es la parte de la prueba donde el nadador viaja a la máxima velocidad (Arellano, Pardillo, y Gavilán, 2002). Parte de las acciones que se encuentran en la salida, son repetidas en el viraje, por lo que su mejora redundará en la eficacia del mismo (Burkett y cols., 2010). Las distancias alcanzadas en la salida y el viraje por las clases-grupo 1 y 2 fueron inferiores a los alcanzados por nadadores sin discapacidad. Los valores para la clase-grupo 1 estuvieron por debajo de los 5 metros, y en el caso de la clase-grupo 2 alcanzó distancias superiores a los 5 metros e inferiores a los 10 m (con la excepción del viraje de crol donde no alcanzaron los 5 metros). En lo que respecta a las clases-grupo 3, 4 y 5, éstas alcanzaron en la realización de estos segmentos acíclicos distancias similares a las alcanzadas por nadadores de nivel regional y/o nacional en crol, braza y mariposa; y fueron inferiores en espalda. Este hecho refuerza que los nadadores/as paralímpicos de las clases-grupo 3, 4 y 5 presentan una distribución similar de la prueba en crol, braza y mariposa como demostraron estudios previos (Daly cols., 2001; 2009). Por el contrario, los nadadores paralímpicos de estas clases-grupo obtuvieron una menor distancia que los nadadores de nivel nacional regional en la espalda; tan sólo la clase-grupo 4 masculina y la 5 femenina alcanzaron mayor distancia en el viraje que los nadadores de nivel regional (ver tabla 23).

*Tabla 38. Distancias (m) alcanzadas en la salida por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional
* (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.*

	100 libre		100 Espalda		100 Braza		100 Mariposa	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Clase-grupo 1	3.30±1.2	3.03±1.1			3.78±1.8	3.78±1.9		
Clase-grupo 2	6.02±3.0	4.63±1.8	6.13±3.8	6.05±3.9	8.54±2.4	6.94±1.0		
Clase-grupo 3	9.41±9.4	8.15±1.6	8.64±3.3	7.60±2.8	11.52±1.1	10.49±1.1	10.10±1.5	9.81±2.1
Clase-grupo 4	9.80±1.6	8.10±1.3	10.80±2.6	8.52±2.5	12.65±1.1	9.81±1.1	10.74±1.8	10.24±1.8
Clase-grupo 5			10.30±1.8	8.60±2.1	11.44±0.4	9.29±1.1		
Nivel Nacional*	9.2±1.5	8.0±1.0	12.9±1.8	11.9±2.1	12.1±0.7	10.5±0.7	12.2±1.8	10.7±1.8
Nivel Regional*	9.0±0.9	8.4±0.8	11.6±2.0	10.4±2.3	11.9±1.3	10.5±0.8	10.6±1.4	9.2±1.4

*Tabla 39. Distancias (m) alcanzadas en el viraje por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional
* (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.*

	100 libre		100 Espalda		100 Braza		100 Mariposa	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Clase-grupo 1	3.37±0.8	2.35±0.7			4.86±2.0	2.00±1.0		
Clase-grupo 2	4.63±1.9	4.16±1.1	6.14±1.9	5.49±1.7	6.93±2.2	5.52±1.2		
Clase-grupo 3	6.21±2.8	6.54±1.2	9.22±2.7	7.68±1.5	9.96±1.12	8.99±0.8	7.79±2.2	7.37±1.3
Clase-grupo 4	7.28±1.7	6.19±1.0	9.40±2.1	6.94±1.6	10.89±1.00	8.07±1.5	8.06±1.7	7.83±1.4
Clase-grupo 5			8.27±1.7	8.45±1.5	9.86±0.5	8.85±0.7		
Nivel Nacional*	7.03±0.6	5.66±0.5	11.06±2.3	9.11±1.9	9.97±0.9	8.48±1.0	9.66±2.2	7.68±1.6
Nivel Regional*	7.00±0.9	5.53±0.7	9.12±1.6	8.08±1.3	10.01±0.8	8.61±0.75	8.17±1.4	6.61±1.0

Según Burkett y cols., (2010) la salida basada en distancias prefijadas (15 metros) puede dividirse en una serie de subfases que pueden ser medidas en tiempo

(reacción, impulso, vuelo, deslizamiento y nado) o en distancias (entrada, subacuática y nado). Nuestro estudio mostró que la tendencia anterior no se manifestaba en todas las clases y estilos. Así, las DV entre la clase-grupo 2 y 3 en la espalda (masculina y femenina); la clase-grupo 1 y 2 en el crol femenino; y entre las clases-grupo 3 y 4 en mariposa femenina registraron diferencias significativas en esta variable. Por el contrario, en el resto de estilos y variables los valores encontrados siguen la misma tendencia, que no es otra que la de incrementar de la clase-grupo 1 a la 3 y a estabilizarse de la clase-grupo 3 a 5. Una posible explicación puede deberse que al diferenciarse e ir segmentando las fases (salida y viraje) la influencia de la deficiencia sobre la fase, hace que los valores observados lleguen a solaparse. Es el caso de las figuras 23 y 24 (ver página 85) donde se observa el solapamiento de la DV o las figuras 27 y 28 (ver páginas 89) donde se aprecia este hecho en el DVAprox. Esta situación concuerda con resultados encontrados en anteriores estudios, donde se describió cierto solapamiento entre las clase funcionales en diferentes fases de la prueba (Daly y cols., 2001; 2003; 1999a; Daly y Vanlandewijck, 1999; Djjobova y cols., 2002).

4.1.2. Velocidades en los segmentos que conforman la prueba en nadadores paralímpicos.

Las velocidades alcanzadas por nadadores paralímpicos en la salida y el viraje se recogen en las tablas 14, 15, 16 y 17 (ver páginas 84 a 93) de este trabajo. En estudios previos diversos autores han constatado la evolución de la velocidad en los segmentos que componen la prueba de 100 metros mediante el uso del análisis de la competición basado en distancias prefijadas en nadadores paralímpicos con discapacidad física (Daly y cols., 1999a; 1999c). Estos autores observaron como la VS y VVTotal en la prueba de 100 metros libre y braza aumentaban según lo hacía la clase funcional. El perfil de

velocidad en nadadores paralímpicos con discapacidad visual también ha sido analizado en la prueba de 100 metros libre (Daly y cols., 2009). La tendencia observada fue diferente a la observada en nadadores paralímpicos con discapacidad física. Los nadadores de la clase S12 y S13 mostraron valores similares en la salida del viraje. Al igual que ocurriera con las distancias, las velocidades incrementaron de la clase-grupo 1 a la 3 y a estabilizarse entre las clase-grupo 3, 4 y 5 coincidiendo indistintamente los valores máximos en una u otra. Los resultados obtenidos por la clase-grupo 1, 2 y 3 de nuestro estudio coinciden con los resultados encontrados en los estudios previos con nadadores paralímpicos con discapacidad física, pero la inexistencia de estudios en los que previamente se hayan comparado con todas las clases-grupo dificulta contrastar esta evidencia. Comparando estos resultados con los obtenidos en estudios previos realizados con nadadores paralímpicos con discapacidad física y visual en la prueba de 100 metros libre (Daly y cols., 1999a, 2009) donde las clases “altas” con discapacidad locomotriz (S8, S9 y S10) alcanzaron valores comprendidos entre $1.82 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $2.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en la salida; y $1.48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $1.66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en el viraje; y los nadadores con discapacidad visual (S11, S12 y S13) alcanzaron de $1.98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $2.13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en la salida y $1.58 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $1.78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en el viraje fueron inferiores a los máximos alcanzados por las clases-grupo 3, 4 y 5 en la salida y el viraje del presente estudio ($2.08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $2.57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; y $1.67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $2.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ respectivamente). Sin embargo, no hay que olvidar que los datos obtenidos difieren en el método: los obtenidos en estudios previos se basan en el método de distancias prefijadas y los obtenidos en el presente estudio usaron el método de distancias individuales. Esta tendencia fue descrita en nadadores sin discapacidad por Veiga y cols., (2013) donde contrastaron ambos métodos y encontraron que las velocidades medias obtenidas en la salida, viraje y nado no coincidían entre ambos métodos. Además estos autores afirman que el método de distancias prefijadas

infravaloraba la velocidad media de los nadadores en la salida y el viraje por lo que los hallazgos del presente trabajo son una evidencia original y más ajustada a la realidad de los nadadores paralímpicos. Quizá por ello, los valores obtenidos por el método de distancias individuales sean más elevados que los obtenidos mediante distancias individuales.

Han sido varios los estudios que han comparado nadadores paralímpicos con olímpicos, pero siempre con el mismo método, el método de distancias prefijadas. Tomando como referencia los obtenidos de Veiga y cols., (2014) donde se comparaba nadadores sin discapacidad de nivel nacional y regional (ver tabla 23 y 24) se puede observar como los nadadores paralímpicos de las clases-grupo 3 y 4 alcanzaron velocidades similares a las de los nadadores sin discapacidad de nivel nacional. Además, encontramos que los valores de velocidad alcanzados por la clase-grupo 3, tanto masculina como femenina en mariposa, son más bajos que los obtenidos por nadadores sin discapacidad. Es por ello que, siendo la velocidad media el principal criterio de rendimiento en natación Arellano y cols.,(1994), podemos inferir que los nadadores paralímpicos presentan un rendimiento similar en cuanto al perfil de salida y viraje de los nadadores sin discapacidad de nivel nacional, esta comparación no ha podido ser realizada con nadadores olímpicos de primer nivel.

Tabla 40. Velocidades medias alcanzadas (m/s) en la salida por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional* (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.

	100 libre		100 Espalda		100 Braza		100 Mariposa	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Clase-grupo 1	1.48±0.4	1.16±0.1			1.36±0.1	1.36±0.1		
Clase-grupo 2	2.08±0.2	1.78±0.3	1.78±0.2	1.12±0.40	1.70±0.3	1.56±0.2		
Clase-grupo 3	2.57±0.2	2.22±0.1	2.00±0.1	1.71±0.17	2.12±0.1	1.86±0.1	1.97±0.6	1.94±0.1
Clase-grupo 4	2.50±0.2	2.17±0.2	2.04±0.1	1.70±0.11	2.11±0.1	1.88±0.1	2.39±0.2	2.08±0.2
Clase-grupo 5			1.85±0.8	1.67±0.09	2.16±0.1	1.91±1.0		
Nivel Nacional*	2.64±1.3	2.39±0.12	2.08±0.1	1.82±0.1	2.17±0.7	1.89±1.2	2.43±0.1	2.25±0.2
Nivel Regional*	2.59±1.0	2.30±0.1	2.00±0.1	1.76±0.1	2.05±0.5	1.84±0.8	2.38±0.13	2.12±0.1

Tabla 41. Velocidades medias alcanzadas en el viraje por nadadores sin discapacidad nivel regional/nacional* (datos de Veiga et al., 2014) y nadadores/as paralímpicos.

	100 libre		100 Espalda		100 Braza		100 Mariposa	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Clase-grupo 1	1.08±0.2	1.06±0.2			1.07±0.2	0.94±0.1		
Clase-grupo 2	1.67±0.3	1.48±0.2	1.57±0.1	1.33±0.15	1.26±0.14	1.11±0.1		
Clase-grupo 3	2.07±1.4	1.83±0.1	1.75±0.1	1.68±0.51	1.57±0.09	1.40±0.1	1.71±0.1	1.49±0.1
Clase-grupo 4	2.05±0.2	1.77±0.2	1.78±0.2	1.50±0.14	1.64±0.06	1.38±0.1	1.55±0.1	1.52±0.1
Clase-grupo 5			2.11±1.0	1.98±0.81	1.62±0.05	1.42±0.1		
Nivel Nacional*	2.15±0.1	1.84±0.7	1.81±1.0	1.60±0.1	1.62±0.5	1.45±0.5	1.79±0.1	1.64±0.1
Nivel Regional*	2.06±0.1	1.74±0.6	1.72±0.1	1.54±0.10	1.56±0.3	1.36±0.4	1.68±0.1	1.50±0.1

Sin embargo, la descomposición de salidas y virajes en las dos subfases correspondientes mostró una posible influencia de la clase funcional como ocurriera en las distancias. La VV y VSub incrementó de la clase-grupo 1 a la 3 de manera

significativa y se mantenía con valores similares de la clase-grupo 3 a la 5 en todos los estilos. Sin embargo, las clases-grupo mostraban valores similares en el crol masculino y femenino en la VVAprox y en la espalda en la VVSep. En este sentido, Burkett y cols., (2010) analizaron en condiciones de laboratorio las subfases que componen la salida en nadadores olímpicos y paralímpicos utilizando como referencia la distancia de 15 m. Así, la tabla 24 muestra las VSub alcanzadas en el anterior estudio compuesta por una muestra de 15 nadadores paralímpicos de las clases funcionales S8, S9 y S10 junto con las con las VSub calculadas en el presente trabajo de investigación en la clase-grupo 3 (compuesta por las clases funcionales S8, S9 y S10) en ambos géneros. Partiendo de esta premisa, el valor promedio para las clases del estudio realizado por Burkett y cols., (2010) sería de $1,99 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, valor que resulta ligeramente inferior al obtenido por el género femenino y con una diferencia de $0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ con el masculino del presente estudio, hecho del que se deduce que los nadadores que participaron en la finales de los JJPP de Londres 2012 obtuvieron velocidades subacuáticas superiores (ver tabla 26).

Tabla 42. Comparación velocidades subacuáticas medias nadadores paralímpicos Londres 2012 y muestra (paralímpicos/olímpicos) Burkett et al 2010.*

	Velocidad subacuática
Clase-Grupo 3 masculina	2.30 ± 0.16
Clase-Grupo 3 femenina	2.04 ± 0.13
Olímpicos*	2.69 ± 0.62
S10*	2.37 ± 0.23
S9**	1.91 ± 0.08
S8***	1.68 ± 0.12

4.2. Comparación entre clases.

4.2.1. Distribución de la prueba en nadadores paralímpicos.

Han sido varios los estudios que han comparado las clases en natación paralímpica usando diferentes parámetros. Un primer grupo utilizaron los tiempos de prueba y/o la velocidad de nado (Daly y Vanlandewijck, 1999; Djjobova y cols., 2002; Fulton y cols., 2009; Gehlsen y Karpuk, 1992; Santos y cols., 2016). Posteriormente empezaron a utilizar aquellas variables proceden del análisis de la competición mediante de distancias prefijadas (Burkett y Mellifont, 2008; Daly y cols., 1999a, 1999b, 2001, 2003, 2004,2009; Djjobova et al., 2002; Malone et al., 1998). La muestra en todos ellos fueron nadadores paralímpicos que participaron en los JJPP de Atlanta 1996 y Sídney 2000 o en competiciones de nivel internacional. Cabe destacar que el único estudio realizado con nadadores de nivel nacional fue el realizado por Almena y cols,(2015) donde se analizaron todas las variables del análisis de la competición basado en distancias prefijadas (TS, TV, TN, TLL, VS, VV, VN y VLL) para caracterizar nadadores con discapacidad física en la prueba de 100 m libre. Por último se realizaron otros estudios que utilizaron parámetros biomecánicos concretos como los realizados por Burkett y cols., (2010)o Dingley y cols., (2014) donde analizaron en condiciones de laboratorio la salida (15 m) en nadadores paralímpicos; o el realizado por Oh, Burkett, Osborough, Formosa, y Payton (2013) donde se midió la resistencia pasiva al arrastre que ejercía los nadadores paralímpicos de diferentes clases funcionales. Pero lo que se pretende en este trabajo no fue sólo comparar las clases utilizando unas referencias prefijadas, sino establecer unas referencias propias y exclusivas para cada clase-grupo que contribuyan a determinar si existe una distribución diferente de la prueba según la clase a la que pertenecen los nadadores paralímpicos.

A raíz de los efectos globales obtenidos, la clase-grupo y el estilo ejercieron una influencia en la configuración de la prueba en nadadores paralímpicos. De ahí que se decidiera valorar el impacto de la clase-grupo y el estilo en las fases que componen la distancia total de prueba (ver tabla 22 y 30). El efecto de la clase-grupo y del estilo mostró que ambas influyeron significativamente en la DS, DNTotal y DVTTotal en ambos géneros. Pero, cabía preguntarse si las diferentes fases se veían afectadas de la misma manera en las distintas clases-grupo y estilos. La comparación por pares mostró que sólo la clase-grupo 1 y 2 mostraron una configuración de prueba en la DS, DNTotal y DVTTotal diferente al resto de clases-grupo. Por tanto, partiendo de esta realidad la preparación de la prueba va a ser diferentes en las clases-grupo 1 y 2 en relación a las clases-grupo 3, 4 y 5 cobrando más importancia la fases de nado que las de salida y viraje. Al mismo tiempo, las clases-grupo 3, 4 y 5 mostraron la misma configuración, hecho del que se deduce que desde el punto de vista de preparación de la prueba no existen diferencias entre ambas. Esto implica, no sólo que la distribución de la prueba sea la misma, sino que de cara a forma grupos de entrenamiento podrían entrenar conjuntamente estableciendo un planteamiento común para su preparación en la prueba de 100 m. Es por ello que el impacto de la deficiencia sobre las diferentes fases es mayor cuanto mayor este aunque llegado a un punto el tipo y grado de deficiencia no implica diferencias entre ellas en el planteamiento de la prueba.

En lo que respecta a la influencia del estilo sobre la DS, DNTotal y DVTTotal, se observó la misma tendencia en ambos géneros. El estilo braza influyó en la configuración de prueba en las tres variables de forma diferente a la que lo hizo el estilo crol, la espalda y la mariposa. Esta diferenciación concuerda con la establecida por el CPI (2011) el cual diferencia una clase “SB” para el estilo braza y otra clase “S” para los estilos crol, espalda y mariposa. Pero es de destacar que esta diferenciación no fue la

única. En el género femenino se observó que el estilo crol tuvo una repercusión diferente al estilo mariposa en la en la DS y DNTotal; y el estilo espalda con la mariposa en la DNTotal y DVTTotal. En natación paralímpica los nadadores adaptan su estilo de nado a la particularidad de su deficiencia y es por ello que al darse diversas variantes en el estilo estas tenga una influencia sobre la distribución de la prueba. Ejemplo de ello es como los nadadores amputados de un brazo nadan mariposa o como los nadadores que presentan un alto grado de deficiencia nadan el estilo libre a espalda o cómo dentro de la espalda hay nadadores que nadan como movimiento simultáneo o alterno de los miembros superiores.

Por último y pese a que en el género masculino se observó que había una interacción global y conjunta de la clase-grupo y estilo sobre la configuración de la prueba, los resultados mostraron que ambas no tuvieron efecto significativo sobre la configuración de la prueba.

4.2.2. Comparación de los perfiles de rendimiento en nadadores paralímpicos

Al igual que ocurriera con la configuración de la prueba, la clase-grupo y el estilo ejercieron una influencia significativa sobre el perfil de rendimiento en nadadores y nadadoras paralímpicas. Un análisis más detallado vislumbró (ver tablas 26 y 34) que la clase-grupo y el estilo también ejercieron una influencia significativa sobre la VS, VNTotal y VVTTotal. Al mismo tiempo se observó una influencia de ambas sobre el perfil de rendimiento, pero en el género femenino solo se apreció en la VS y VVTTotal mientras que en el género masculino fue en las tres. De esto no sólo se deduce una influencia aislada de la clase-grupo o del estilo sobre los perfiles de rendimiento, sino que existe una interacción de ambas sobre la VS, VNTotal y la VVTTotal. La cuestión

que se plantea es de qué manera se concreta dicha influencia por separado de la clase-grupo y el estilo y de ambas.

El perfil de velocidad en las distintas clases-grupo siguió el patrón encontrado en la configuración de la prueba en nadadores paralímpicos. Las clase-grupo 1 y 2 mostraron un perfil de rendimiento diferente al encontrado en las clase-grupo 3, 4 y 5 en todas las variables salvo en la VNTotal masculina donde la clase-grupo 1 no mostró diferencias significativas y la clase-grupo 2 sólo lo hizo con la clase-grupo 4. Estudios previos, han puesto de manifiesto que no siempre el tipo grado de deficiencia ha ejercido un impacto diferenciador sobre las clases adyacentes (Daly y cols., 1999, 1999a, 2001, 2003). Este hecho plantea que la heterogeneidad de las deficiencias y de los diversos grados produzca un similar impacto sobre los perfiles de rendimiento. Por otro lado al efecto de solapamiento, se detectó que con independencia del tipo de deficiencia los perfiles de rendimiento entre la clase-grupo 3, 4 y 5 son similares. Esta situación fue descrita por otros autores (Burkett y cols., 2010; Dingley y cols., 2014b) aunque en sus estudios no compararon los tres grupos de deficiencia generales (nadadores paralímpicos con discapacidad física, visual, e intelectual).

En lo que se refiere a los efectos del estilo sobre la VS, VNTotal y VVTTotal, se observaron diferentes patrones. En ambos géneros el estilo repercutió de forma diferente sobre los perfiles de rendimiento en las tres variables. De todos ellos, el más acusado fue el descrito en la VS y VNTotal. Las nadadoras paralímpicas mostraron en la VS que el estilo influyó de forma diferente sobre los perfiles de rendimiento en los cuatros estilos mientras que en los nadadores paralímpicos el estilo braza fue diferente al crol y la mariposa; la mariposa con la espalda y a su vez, esta última con el crol. En la VNTotal femenina la braza y mariposa difirieron significativamente entre ellas y con el resto y el crol y la espalda sólo lo hicieron con la braza y la mariposa. Sin embargo, el

género masculino mostró patrones de velocidad diferente en esta variable entre la braza con el crol y la mariposa y esta última con el crol. Esta diversidad de influencias fue descrita por Daly y cols., (2001) donde observaron una influencia del estilo sobre los perfiles de velocidad aunque también describieron que existió una tendencia definida entre los 4 estilos, si bien destacar que el método utilizado difiere del empleado en el presente trabajo.

Por último, y en contraposición a lo encontrado por Daly y cols.,(2001) los cuales no encontraron interacción entre la clase y el estilo en la VN, TT, VS, VVTtotal y velocidad de llegada, en el presente estudio la clase-grupo y el estilo ejercieron una influencia conjunta sobre la VS y VVTtotal en ambos géneros y sobre la VNTtotal en el género masculino. La influencia del estilo y sus modificaciones como consecuencia de la deficiencia del nadador condicionaron la velocidad alcanzada por el nadador en cada una de las fases, exceptuando la VNTtotal del género femenino donde no se encontró interacción. Sin embargo cuando se evaluó el efecto de las clases-grupo 3, 4 y 5 junto con los estilos sobre las diferentes velocidades no siempre se encontraron que fueran diferentes. Se encontraron excepciones, como fue el caso de la VNTtotal masculina en la comparación por pares realizada entre la mariposa, con el estilo crol, espalda y braza. Hecho que se justificaría por qué los nadadores de estas clases presentan un mismo patrón de ejecución técnica como consecuencia de que el tipo y grado de deficiencia no repercutió de forma diferente.

4.3. Comparación entre géneros.

En la literatura especializada son pocos los estudios realizados donde se compara el rendimiento entre géneros. Daly y cols., (1999b) realizaron comparación entre géneros en nadadores con discapacidad física (clases S1 a S10) en la prueba de 100 m libre, los resultados obtenidos mostraron que el rendimiento en hombres fue mayor que en mujeres en el TT de prueba. Además observaron que el rendimiento decrecía según lo hacia la clase funcional. En la misma línea encontramos un segundo estudio realizado por nadadores con discapacidad visual (S11-S13) realizado por Malone y cols., (2001). Estos autores observaron que también había significativas entre géneros en el TT. En lo que respecta al presente estudio, en la comparación entre géneros, todas las clases-grupo mostraron diferencias significativas entre sí (tabla 9). La única excepción se observó en la clase-grupo 2 en el estilo crol donde no se observaron diferencias significativas entre géneros en el tiempo total ($p = 0.925$). Es por ello que podemos afirmar que existe una influencia del género sobre el tiempo total estableciendo diferencias significativas entre género en las diferentes clases-grupo.

Las distancias y velocidades también fueron comparadas entre géneros, pero debido a que es la primera vez que se aplica esta metodología a nadadores con discapacidad, no existen estudios de referencia para su comparación. Es por ello, que los datos obtenidos sirven para describir y comparar el comportamiento de estas variables entre géneros en las diferentes clases-grupo. De la tabla 10 a la 13 (páginas 78 a 81) se recoge la comparación entre géneros de las DS, DN y DVTotal alcanzadas por nadadores/as paralímpicos. Los resultados mostraron que no siempre existieron diferencias significativas entre género, estas dependieron del estilo, de la clase-grupo y de la variable (distancia). El estilo que mostró diferencias significativas entre géneros de una forma más sólida fue la braza, donde exceptuando la clase-grupo 1 todas la clases-

grupo difirieron significativamente en todas las distancias (DS, DN y DVTot). En el resto de estilos se encontraron de manera aislada y sin un patrón definido, diferencias significativas en la DS, DVTot o DN en las distintas clases-grupo. De este hecho se infiere que no siempre existieron diferencias significativas en la distribución de la prueba entre géneros.

La velocidad es un parámetro utilizado para evaluar el rendimiento en natación. En natación paralímpica ha sido utilizado en numerosas veces bien como parámetro en relación al tiempo total (Daly y Vanlandewijck, 1999; Santos y cols., 2016) o como VN (Daly y cols., 1999a) o en cada uno de los segmento de prueba según el análisis de la competición basado en distancias prefijadas (Daly y cols., 2001). Pero nunca (de ahí la originalidad de nuestro estudio) ha sido calculada en base a las distancias individuales de cada nadador para comparar el rendimiento entre géneros. Al igual que ocurriera con el TT en los estudios previos, la VN fue diferente en las diferentes clases funcionales (Daly y cols., 1999b; Malone y cols., 2001). Los resultados obtenidos en el presente estudio (tabla 16 a 19) no sólo mostraron diferencias significativas entre géneros en la VN sino que también hubo en la VS y VVTot. Tan sólo no se encontraron diferencias significativas en determinadas clases-grupo y estilo en las velocidades analizadas. Es el caso de la VS en el estilo braza para la clase-grupo 1 ($p=1.000$) o la VVTot en la clase-grupo 3 en el estilo espalda. ($p=0.519$).

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

De las hipótesis planteadas en el presente estudio, no podemos corroborar ninguna de las mismas. La hipótesis 1 es refutada por que los resultados obtenidos mostraron que la configuración de las pruebas de 100 m (salida, nado y viraje) en nadadores paralímpicos fue diferente entre las diferentes clases-grupo definidas (1, 2, 3, 4 y 5); y la hipótesis 2 también, porque los resultados mostraron que los nadadores paralímpicos presentaron una configuración diferente a las nadadoras paralímpicas.

Es la primera vez que se utiliza el análisis de competición basado en distancias individuales para caracterizar a los nadadores paralímpicos con discapacidad física, visual e intelectual en las pruebas de 100 metros. Es por ello que de su aplicación en natación paralímpica y de los objetivos planteados podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Frente a los 30 m establecidos por el método de distancias prefijadas, la configuración de los segmentos acíclicos en la clase-grupo 1 osciló de los 5.4 m del crol a los 8.6 m de la braza. En la clase-grupo 2 de los 9.0 m del crol a los 15.5 m de la braza; y en la clase-grupo 3, 4 y 5 de los 14.3 m del crol a los 23.1 m de la braza.
2. La clase-grupo que presenta el nadador/a influye en la configuración y el rendimiento de los segmentos que conforman la prueba. Pero esta afirmación sólo es aplicable en la clase-grupo 2 ya que, cuando los nadadores de la clase-grupo 3 son comparados con nadadores con deficiencia visual e intelectual con independencia del tipo de deficiencia no mostraron diferencias significativas en la configuración de la prueba ni en el perfil de rendimiento.

3. La comparación entre géneros mostró que existieron diferencias significativas entre ambos en el TT, DS, DN, DV, VS, VN y VV. Aunque existieron excepciones en las variables relativas a las distancias (DS, DN y DV).

Además de las conclusiones extraídas en base a los objetivos de la presente investigación, existen algunos hallazgos de gran importancia práctica que todo entrenador debe de considerar a la hora de llevar a cabo su labor.

1. La importancia de los segmentos acíclicos en la configuración de la prueba en nadadores paralímpicos en ambos géneros es diferente entre las clases-grupos 1, 2 y 3. Aunque la contribución de los segmentos acíclicos sea menos importante cuanto menor sea la clase-grupo, esto no implica que, desde el punto de vista de preparación de la prueba, deban de ser desatendidos.
2. Como valores de referencia para determinar la DS en nadadores con discapacidad, a la luz de los resultados, se deben utilizar los 4 m para la clase-grupo 1; los 8 m para la clase-grupo 2 y los 12 para las clases-grupo 3, 4 y 5.
3. Así mismo, los valores de referencia para la DVT serían los 5 m para los nadadores de la clase-grupo 1, los 7.5 m para nadadores de la clase-grupo 2 y 10 m para nadadores de la clase-grupo 3, 4 y 5.
4. Las mayores distancias en la DS y DVT fueron alcanzadas en el estilo braza, sin embargo las distancias más bajas fueron conseguidas en el crol.
5. Ya que en los nadadores de las clases-grupo 1, 2 y 3 compiten nadadores con diferentes tipos de deficiencia física estas distancias deberán concretarse en función de la capacidad del nadador para realizar las acciones técnicas que se realizan en cada segmento que configuran la prueba. Creemos que la

información de nadadores de estas clases en este nivel paralímpico es una gran contribución de este trabajo, al detallar dichas referencias.

6. Las mayores VS se alcanzaron en el crol mientras que los valores más bajos se alcanzaron en la espalda y la braza dependiendo de la clase-grupo. Las mayores VVT se alcanzaron en el crol mientras que los valores más bajos se alcanzaron en la braza.
7. Las mayores distancias se alcanzaron en la mayoría de las clases-grupo en el estilo braza, y las menores distancias se alcanzaron en el estilo crol. Sin embargo, las mayores velocidades se correspondieron con el estilo crol y las menores con el estilo braza.
8. Al igual que ocurre con las distancias, el perfil de rendimiento en los diferentes segmentos de prueba se incrementa de la clase-grupo 1 a la 3, mientras las clases-grupo 3, 4 y 5 muestran un rendimiento similar. Además la diferenciación de las distintas subfases mostró rendimientos similares entre las diferentes clases-grupo, sobre todo en el estilo espalda.

CAPITULO VII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Este estudio supone la primera vez que se utiliza el análisis de la competición mediante el método de distancias individualizadas en natación paralímpica. La ausencia de estudios previos limita el poder comparar los resultados obtenidos con estudios previos que sirvan de referencia para su contraste.

Pese a que en otras competiciones de carácter internacional compiten nadadores de todas las clases-grupo en todas las pruebas de 100 m, la particularidad del calendario de competición de los JJPP de Londres 2012 hizo que no participaran nadadores/as de todas las clases-grupo en todos los estilos de la prueba de 100 m. Es el caso de la clase-grupo 5, que no compitió en los 100 m mariposa ni en la prueba de 100 m libre, o el de la clase-grupo 2 en el 100 m mariposa. En cierto modo esta realidad supone un hándicap para la determinar la configuración y el rendimiento de los nadadores/as paralímpicos en las pruebas de 100 m en todas las clases-grupo. Además, no hay que olvidar que la deficiencia limita y/o impide la participación de nadadores/as en determinadas pruebas. Es el caso del estilo mariposa, que supone una limitación para que las clases funcionales más bajas (S1, S2, S3 e incluso S4) no puedan participar.

Por último y pese a que se analizaron el 100% de los nadadores/as finalistas en los JJPP de Londres 2012, la muestra en cada clase-grupo no es elevada, ahí que de cara a futuras investigaciones, ésta haya de ser ampliada, por ejemplo, analizando nadadores/as de las series clasificatorias.

CAPITULO VIII. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La utilización de este método en la natación paralímpica por primera vez supone el inicio de un gran número de posibles futuras líneas de investigación. Es por ello que como paso más inmediato, destacaríamos aplicar este método en otras distancias de nado como por ejemplo las pruebas de 50 m, 200 m y 400 m en los diferentes estilos. Además sería gran interés aumentar la muestra a nadadores que participen en las eliminatorias e incluso comparar los resultados de nadadores/as paralímpicos con nadadores/as olímpicos donde se puedan establecer similitudes y/o diferencias en cada una de las variables obtenidas.

Igualmente sería interesante aplicar esta técnica a nadadores/as de nivel inferior donde las competiciones presentan mayor número de pruebas las cuales no se encuentran presentes dentro del calendario paralímpico. Como es el caso de la prueba de 200 m libre donde nadan todas las clases sin excepción alguna.

Creemos que la evidencia que supone la aplicación de esta metodología de análisis en natación paralímpica puede utilizarse para determinar criterios a la hora de fundamentar los criterios de elegibilidad y/o clasificación funcional en las diferentes clases, sirviendo así de apoyo científico a la fundamentación y evolución futura del código de clasificación en este deporte.

Por último, y en base a los resultados obtenidos, sería adecuado realizar estudios donde se pudieran aplicar los hallazgos obtenidos utilizando las distancias obtenidas como referencia para cada una de las clases-grupo en situaciones de competición.

CAPITULO IX. BIBLIOGRAFÍA

- Almena, A., y Pérez-Tejero, J. (2011). Análisis de la competición en nadadores con discapacidad física en la prueba de 100 metros estilo libre por clase funcional. Documento presentado en XXXI Congreso Técnico Internacional de Natación, Madrid.
- Almena, A., Pérez-Tejero, J., Coterón, J., y Veiga, S. (2015). Análisis de la competición en la prueba de 100 metros estilo libre en nadadores españoles con discapacidad física: influencia de la clasificación funcional. Revista de entrenamiento deportivo. Journal of Sports Training, 29 (2).
- Almena, A., Veiga, S., Navarro, E., y Pérez-Tejero, J. (2014a). Evolution of the individual distances in paralympic swimmers with visual disabilities. Documento presentado en European Congress of Adapted Physical Activity: Inclusion in action applications from research, Madrid.
- Almena, A., Veiga, S., Navarro, E., y Pérez-Tejero, J. (2014b). Race analysis in swimmers with physical disability using individual method at the London 2012 Paralympics Games. Documento presentado en European Congress of Adapted Physical Activity: Inclusion in action applications from research, Madrid.
- Almena, A., Veiga, S., Pérez-Tejero, J., y Navarro, E. (2015). Race analysis in swimmers with visual impairment at the 2012 London Paralympic Games using individual distances method. Documento presentado en VISTA 2015 Conference: Securing the future for young para-athletes, Girona.
- Anguera, M. (2003). La observación. En C. Moreno (Ed.), Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas de desarrollo y de la inteligencia (pp. 271-308). Madrid: Sanz y Torres.

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J., y Nelson, R. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200- m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 189-199.
- Arellano, R., La Fuente, B., Garcia, F., y Pardillo, S. (2000). A system to improve the swimming start technique using force recording, timing and kinetic analyses. En Y. Hong (Ed.), (pp. 609-613).
- Arellano, R., Pardillo, S., y Gavilán, A. (2000). Underwater undulatory swimming: kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes. Documento presentado en Name, San Francisco.
- Arellano, R., Pardillo, S., y Gavilán, A. (2002). Underwater undulatory swimming: kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes.
- Arellano, R., y Sánchez, J. (2002). El análisis de la competición: estudio de la situación actual, variables y metodología. En R. Arellano y A. Ferro (Eds.), *Análisis biomecánico de la técnica en natación : programa de control del deportista de alta competición* (pp. 9-50). Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Arellano, R., y Sánchez, J. A. (2002). El análisis de la competición: estudio de la situación actual, variables y metodología. En R. Arellano y A. Ferro (Eds.), *Análisis biomecánico de la técnica en natación : programa de control del deportista de alta competición* (pp. 9 -50). Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Bailey, S. (2008). *Athlete First: a history of the paralympic movement*. Chichester, West Sussex.: John Wiley and Sons.

- Burkett, B. (2011). Contribution of sport science to performance-swimming. En Y. Vanlandewijck y W. Thompson (Eds.), *The Paralympic athlete: handbook of sports medicine and science* (pp. 264-281). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Burkett, B., y Mellifont, R. (2008). Sport science and coaching in paralympic swimming. *International Journal of Sport Science & Coaching*, 3(1), 105-112.
- Burkett, B., Mellifont, R., y Mason, B. (2010). The influence of swimming start components for selected Olympic and Paralympic swimmers. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(2), 134-141.
- Cagigal, J. (1983). ¡Oh, Deporte! (anatomía de un gigante). Valladolid: Miñon.
- Cala, A., Veiga, S., García, A., y Navarro, E. (2009). Previous cycling does not affect running efficiency during a triathlon world cup competition. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 49, 152-159.
- Caus, N. (2011). La natación adaptada. En J. Palau, J. Martínez, M. García y M. Rios (Eds.), *Deportistas sin adjetivos. El deporte adaptado a las personas con discapacidad física* (pp. 501-530). España: Consejo Superior de Deportes, Real Patronato sobre Discapacidad. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad y Comité Paralímpico Español.
- Comite Paralimpico Español. (2016). Comité Paralímpico Español Revisado, recuperado
- Comite Paralímpico Internacional-Natación. (2016). (<https://www.paralympic.org/rio-2016>) Revisado, recuperado
- Comité Paralímpico Internacional-Natación. (2005). *Swimming Classification Manual*.
- Comité Paralímpico Internacional-Natación. (2011). *Classification, rules and regulations*.

Comité Paralímpico Internacional-Natación. (2014).

<http://www.paralympic.org/swimming>.

Comité Paralímpico Internacional. (2006). IPC Handbook

Comité Paralímpico Internacional. (2007a). IPC Classification code and international standards. En IPC (Ed.), IPC Handbook.

Comité Paralímpico Internacional. (2007b). Preamble. En IPC (Ed.), IPC Handbook (pp. 1-3).

Comité Paralímpico Internacional. (2010). History of Paralympic Movement. https://www.paralympic.org/sites/default/files/document/120209103536284_2012_02_History%2Bof%2BParalympic%2BMovement.pdf.

Comité Paralímpico Internacional. (2015). Historia de la Natación. <https://www.paralympic.org/news/sport-week-history-swimming>: Comité Paralímpico Internacional.

Chow, J., Hay, J., Wilson, B., y Imel, C. (1984). Turning techniques of elite swimmers. Journal of Sports Sciences, 2(241-255).

Daly, D., Djjobova, S., Malone, L., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. (2003). Swimming speed patterns and strokes variables in the paralympic 100-m freestyle. Adapted Physical Activity Quarterly, 20, 260-278.

Daly, D., Malone, L., Burkett, B., Gabrys, T., y Satkunskiene, D. (2009). Is sight the main deterrent to race performance in visually impaired competitive swimmers. Physical Education and Sport, 7(1), 1-15.

Daly, D., Malone, L., Smith, D., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. (2001). The Contribution of Starting, Turning, and Finishing to Total Race Performance in Male Paralympic Swimmers. Adapted Physical Activity Quarterly, 18(3), 316-333.

- Daly, D., Malone, L., y Vanlandewijck, Y. (2003). Analysis of Sydney 2000 paralympic 100-m breaststroke finalists. 271-276.
- Daly, D., Malone, L., y Vanlandewijck, Y. (2004). Paralympic 200-m Individual Medley: An Event for All-around Swimmers? Documento presentado en VISTA conference location:Swedish development centre for disability sports, Bollnas, Sweden date:11-14 September 2003Sports for Youth with Disabilities: VISTA 2003, Bollnas.
- Daly, D., Malone, L., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. (1999a). Analysis of the men's 100 m freestyle at the 1996 Atlanta Paralympic Games. Documento presentado en Name, Jyväskylä, Finland.
- Daly, D., Malone, L., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. (1999b). Comparison of men's and women's 100m freestyle performances at the 1996 Paralympic Games. Documento presentado en Name, Jyväskylä, Finland.
- Daly, D., Malone, L., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. (1999c). Race parameters and classification in the 100 m breaststroke t the 1996 Atlnt Paralympic Games. Documento presentado en Biomechanics and Medicine in Swimming VII, Jyväskylä, Finland.
- Daly, D., Malone, L., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. (2001). Race Analysis of Paralympic Swimmers: Information for coaches and implications for classification. En M. Kröner y W. Sonnenschein (Eds.), New Horizons in Sport for Athletes with a Disability: VISTA 99 (Vol. 1, pp. 97-110). Aachen, Germany: Meyer & Meyer Sport.
- Daly, D., y Martens, R. (2011). Competitive swimminig and disabilities. En L. Seifert, D. Chollet y I. Mujika (Eds.), World book of swimming: from science to performance (pp. 459-480). New York: Nova Science Publishers, Inc.

- Daly, D., y Vanlandewijck, Y. (1999). Some criteria for evaluating the "fairness" of swimming classification. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 16, 271-289.
- Daly, D., y Vanlandewijck, Y. (2003). Performance evolution in paralympic breaststroke swimmers. 277-283.
- Daly, D. J., Malone, L. A., Smith, D. J., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. D. (2001). The contribution of starting, turning, and finishing to total race performance in male Paralympic swimmers. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 18(3), 316-333.
- Dingley, A., Pyne, D., y Burkett, B. (2014a). Dry-land bilateral hand-force productions and swimming performance in paralumpic swimmers. *International Journal Sports Medicine*, 35, 949-953.
- Dingley, A., Pyne, D., y Burkett, B. (2014b). Phases of the swim-start in parlympic swimmer are infuenced by severity and type of disability. *Journal of Applied Biomechanics*, 30, 643.
- Dingley, A., Pyne, D., y Burkett, B. (2015). Relationships Between Propulsion and Anthropometry in Paralympic Swimmers. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 10(8), 978-985.
- Djobova, S., Mavromati, A., y Daly, D. (2002). Performance Evolution in Paralympic Freestyle Swimmers. *European Bulletin of Adapted Physical Activity*, 1(1).
- East, D. (1970). Swimming: an analysis of stroke frequency, stroke length and performance. *NZ Journal of health, physical education and recreation*, 3(3), 16-27.
- Edmonds, R., Burkett, B., Leicht, A., y McKean, M. (2015). Effect of Chronic Training on Heart Rate Variability, Salivary IgA and Salivary Alpha-Amylase in Elite Swimmers with a Disability. *PLoS One*, 10(6).

- Egea, C., y Sarabia, A. (2001). Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. Boletín del Real Patronato sobre Discapacidad, 50, 15-30.
- FEDDI. (2016). Federación Española para deportista con Discapacidad Intelectual.
- Ferro, A., y Arellano, R. (2002). Metodología para el análisis biomecánico de actividades desarrolladas en el medio acuático. En R. Arellano y A. Ferro (Eds.), Análisis biomecánico de la técnica en natación : programa de control del deportista de alta competición (pp. 239-267). Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Fulton, S., Pyne, D., y Burkett, B. (2011). Optimizing kick rate and amplitude for Paralympic swimmers via net force measures. Journal of sports sciences, 29(4), 381-387.
- Fulton, S., Pyne, D., Hopkins, W., y Burkett, B. (2009). Variability and progression in competitive performance of Paralympic swimmers. Journal of sports sciences, 27(5), 535-539.
- Fulton, S., Pyne, D., Hopkins, W., y Burkett, B. (2010). Training characteristics of paralympic swimmers. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 24(2), 471-478.
- Garatachea, N., Abadia, O., Garcia-Isla, F., Sarasa, F., Bresciani, G., Gonzalez-Gallego, J., y De Paz, J. (2006). Determination and validity of critical swimming velocity in elite physically disabled swimmers. Disability and rehabilitation, 28(24), 1551-1556.
- Gehlsen, G., y Karpuk, J. (1992). Analysis of the NWAA swimming classification system. Adapted Physical Activity Quarterly, 9, 141-147.
- Guttman, L. (1976). Textbook of Sport for the disabled. Aylesbury: HM + M Publishers, Milton Road.

- Hay, J., y Guimaraes, A. (1983). A quantitative look at swimming biomechanics. *Swimming Technique*, 20, (2), 11-17.
- Hay, J., y Reid, J. (1982). *The anatomical and mechanical bases of human motion*. Nueva Jersey: Prentice-Hall.
- Howe, P., y Jones, C. (2006). Classification of disabled athletes: (dis) empowering the paralympic practice community. *Sociology of Sport Journal*, 23, 29-46.
- IPC. (2005). *Swimming Classification Manual* (pp. 77): IPC.
- Jarraud, A., Ramón, S., Ramón, F., y Ramón, H. (2007). *María Moliner* María Moliner (Tercera ed., Vol. 1, pp. 1694). Madrid: Editorial Gredos.
- Kennedy, P., Brown, P., Chengalur, S., y Nelson, R. (1990). Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100-meter events. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6, 187-197.
- Lecrivain, G., Payton, C., Slaouti, A., y Kennedy, I. (2010). Effect of body roll amplitude and arm rotation speed on propulsion of arm amputee swimmers. *Journal of biomechanics*, 43(6), 1111-1117.
- Letzelter, H., y Freitag, W. (1982). Stroke length and stroke frequency variations in men's and women's 100-m freestyle swimming. Documento presentado en Name.
- Malone, L., Daly, D., Vanlandewijck, Y., y Steadward, R. (1998). Race analysis of the 400 m freestyle at the 1996 Paralympic games. Documento presentado en XVI International Symposium on Biomechanics in Sports, Konstanz.
- Malone, L., Sanders, R., Schiltz, J., y Steadward, R. (2001). Effects of visual impairment on stroke parameters in Paralympic swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 2098-2103.

- Miller, J., Hay, J., y Wilson, B. (1984). Starting techniques of elite swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 2, 213-223.
- Navarro, F. (1979). Longitud de ciclo y frecuencia de ciclo en los cuatro estilos de natación. *Revista de investigación del Instituto Nacional de Educación Física*, Sept, 61-67.
- Oh, Y., Burkett, B., Osborough, C., Formosa, D., y Payton, C. (2013). London 2012 Paralympic swimming: passive drag and the classification system. *British journal of sports medicine*, 47(13), 838-843.
- Organización Mundial de la Salud. (2001). *International Classification of Functioning, Disability and Health*. Genova.
- Osborough, C., Payton, C., y Daly, D. (2010). Influence of swimming speed on inter-arm coordination in competitive unilateral arm amputee front crawl swimmers. *Human movement science*, 29(6), 921-931.
- Pai, Y., Hay, J., y Wilson, B. (1984). Stroking techniques of elite swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 2, 225-239.
- Palau, J. (1993). *Historia del deporte para minusválidos físicos en España: Apuntes de la Federación Española de Deportes para Minusválidos Físicos (FEDMF)*. Documento inédito.
- Palau, J., y García-Alfaro, M. (2012). Historia del deporte adaptado a personas con discapacidad física. En J. Palau, J. Martínez, M. García y M. Rios (Eds.), *Deportistas sin adjtivos. El deporte adaptado a las personas con discapacidad física* (pp. 73 - 97). Madrid: Consejo Superior de Deportes - Real Patronato sobre Discapacidad - Comité Paralímpico Español.
- Parlebas, P. (2002). *Elementos de sociología del deporte*. Málaga: Insituto Andaluz del deporte.

- Pelayo, P., Sidney, M., Moretto, G., Wille, F., y Chollet, D. (1999). Strokking parameters in top level swimmers with disability. *Medicine and science in sports and exercise*, 31, 1839-1843.
- Pelayo, P., Sidney, M., Tarik, K., Chollet, D., y Tourney, C. (1996). Strokking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of applied biomechanics*, 12, 197-206.
- Prins, J., y Murata, N. (2008). Kinematic Analysis of Swimmers With Permanent Physical Disabilities. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 2(4), 330-345.
- Real Academia Española de la Lengua. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. En R. A. Española (Ed.), *Diccionario de la Lengua Española* (XXI ed., Vol. 1, pp. 1180). Madrid: Editorial Espasa Calpe.
- Richter, K., Adams-Mushett, C., Ferrara, M., y McCann, C. (1992). Integrated swimming classification: a faulted system. *Adapted physical activity quarterly*, 9, 5-13.
- Robertson, G., Caldwell, G., Hamill, J., Kamen, G., y Whittlesey, S. (2004). *Research methods in biomechanics Human Kinetics*.
- Santos, S., Almena, A., y Pérez-Tejero, J. (2016). Evolución del rendimiento en nadadores paralímpicos con discapacidad física: de Pekín 2008 a Londres 2012. *Apunts: Educación Física y Deportes*. Aceptado para su publicación.
- Satkunskiene, D., Schega, L., Kunze, K., Birzinyte, K., y Daly, D. (2005). Coordination in arm movements during crawl stroke in elite swimmers with a loco-motor disability. *Human movement science*, 24(1), 54-65.

- Schega, L., Kunze, K., y Daly, D. (2004). Functional abilities of swimmers with disabilities. Documento presentado en 7th European Congress in Adapted Physical Activity Germany.
- Szafraniec, R., Seidel, W., Kruszyna, D., y Zurowska, A. (2012). Aerobic and anaerobic endurance of disabled swimmers in special preparation sub-period. *Baltic Journal of health and physical activity*, 4(4), 231-237.
- Tweedy, S. (2003). Biomechanical consequences of impairment: A taxonomically valid basis for classification in a unified disability athletics system. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(1), 9-16.
- Tweedy, S., y Vanlandewijck, Y. (2011). International Paralympic Committee position stand background and scientific principles of classification in paralympic sport. *British journal of sports medicine*, 45(4), 259-269.
- Van de Berghe, L., y Verboken, K. (2008). Performance consistency in breaststrokeswimmers with intellectual disability. Master of Kinesiology Faculty Of Kinesiology and Rehabilitation Sciences; Katholieke Universiteit Leuven, Leuven.
- Vanneste, T. (2007). Seasonal changes in race parameters in swimmers with intellectual disability. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven.
- Veiga, S. (2010). Análisis de la competición en natación mediante un método de distancias individualizadas. Rendimiento Deportivo, Tesis doctoral, Universidad de Castilla La Mancha - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Veiga, S., Cala, A., Frutos, P., y Navarro, E. (2013). Kinematical Comparison of the 200 m backstroke turns between national and regional level swimmers. *Journal of sports science and medicine*, 12(4), 730-737.

- Veiga, S., Cala, A., Frutos, P., y Navarro, E. (2014). Comparison of starts and turns of national and regional level swimmers by individualized-distance measurements. *Sports Biomechanics*, 13(3), 285-295.
- Veiga, S., Cala, A., Mallo, J., y Navarro, E. (2013). A new procedure for race analysis in swimming based on individual distance measurements. *Journal of sports sciences*, 31(2), 159-165.
- Versichel, H., y Vos, L. (2006). Race success in swimmers with intellectual disabilities. Master of Rehabilitation Sciences Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven.
- Welcher, R. L., Hinrichs, R. N., y George, T. R. (2008). Front- or rear-weighted track start or grab start: which is the best for female swimmers? *Sports biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports*, 7(1), 100-113.
- Wu, S., y Williams, T. (1999). Paralympic swimming performance, impairment, and the functional classification system. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 16, 251-270.

ANEXOS

**INFORME QUE EMITE EL COMITÉ DE ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA DE MADRID**

A petición del Vicerrector de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, D. Gonzalo León Serrano, de un dictamen sobre los aspectos éticos del

Proyecto "**Race analysis in swimmers with physical disabilities regarding individual performance parameters at the 2012 London paralympic games.**" cuyo investigador principal es **Javier Pérez Tejero** del Centro de estudios sobre Deporte Inclusivo, (CEDI), de la Universidad Politécnica de Madrid, tras los pertinentes análisis, estudios y consultas, la Comisión emite el siguiente informe:

Dado que la responsable del proyecto demuestra ser conocedor de los procedimientos y protocolos que van a realizar relativos a la investigación con humanos, en particular con personas discapacitadas, tal y como se deriva del formulario adjunto,

No hay inconveniente en **informar favorablemente la propuesta**, recomendando el efectivo cumplimiento de los compromisos declarados.

Y para que así conste, firmo el presente informe en Madrid a tres de enero de dos mil doce.

El Presidente del Comité

Vicente Ortega Castro

La Secretaria del Comité

M. Inés Mínguez Tudela

**INFORME QUE EMITE EL COMITÉ DE ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA DE MADRID**

A petición del Vicerrector de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, D. Gonzalo León Serrano, de un dictamen sobre los aspectos éticos del

Proyecto "**Race analysis in swimmers with physical disabilities regarding individual performance parameters at the 2012 London paralympic games.**" cuyo investigador principal es **Javier Pérez Tejero** del Centro de estudios sobre Deporte Inclusivo, (CEDI), de la Universidad Politécnica de Madrid, tras los pertinentes análisis, estudios y consultas, la Comisión emite el siguiente informe:

Dado que la responsable del proyecto demuestra ser conocedor de los procedimientos y protocolos que van a realizar relativos a la investigación con humanos, en particular con personas discapacitadas, tal y como se deriva del formulario adjunto,

No hay inconveniente en **informar favorablemente la propuesta**, recomendando el efectivo cumplimiento de los compromisos declarados.

Y para que así conste, firmo el presente informe en Madrid a tres de enero de dos mil doce.

El Presidente del Comité

Vicente Ortega Castro

La Secretaria del Comité

M. Inés Mínguez Tudela

POLITÉCNICA

**CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Gonzalo León Serrano, PhD. Vice Chacellor for Research. Technical University of Madrid (UPM).

To the attention of the International Paralympic Committee,

I hereby inform you of the approval from this Vice Chancellor of the research project titled "Race analysis in swimmers with physical disabilities regarding individual performance parameters at the 2012 London Paralympic Games", being prof. Javier Pérez Tejero PhD, from the Faculty of Physical Activity and Sport Sciences (INEF) its principal investigator.

I sign this approval for the positive consideration of this research project, regarding the call for research application at the 2012 London Paralympic Games.

In Madrid, August 31st 2011.

Gonzalo León Serrano, PhD. Vice Chacellor for Research.

LONDON 2012 PARALYMPIC GAMES

<< IPC APPROVED RESEARCH AGREEMENT>>

The following agreement details the requirements of IPC Approved Research Projects during the London 2012 Paralympic Games.

Research Details

Name Principal Investigator (PI): Dr Javier Pérez-Tejero

Project Name: Race analysis and passive drag analysis of swimmers competing at the 2012 London Paralympic Games

IPC – PI Meeting

All Principle Investigators (PI) as well as their team members are welcome in London from the 26th of August 2012 onwards. Upon arrival in London, the Principal Investigator (PI) is required to meet with representatives of the IPC Sports Science Committee to discuss the details of the research project and eventual outstanding issues. Also, the means of communication during the Games will be established.

No access to facilities and venues will be granted prior to the 26th of August.

Code of Conduct for Paralympic Games Researchers

The IPC requires that all participating members of the approved research projects:

1. Adhere to all Accreditation and Security Policies in accordance with the entitlements granted on their Accreditation Pass
2. Respect the wishes of the Athlete at all times
3. Respect the rules of the Sport and adhere to the on-site instructions of the relevant Competition Manager in cooperation with the appointed sport Technical Delegate and any other person that might be involved (e.g. referee and/or marshal)
4. Conduct the research without any interference to ongoing operations, nor interference with any Athlete competition or preparation to competition.
5. Operates at all times in a professional manner

Furthermore, researchers participating in IPC Approved research projects:

6. Will not inhibit the work or obstruct other persons from carrying out their specific duties during the Paralympic Games (e.g. obstructing accredited photographers from shooting athletes; obstructing Games operational staff and volunteers)
7. Are not permitted to access the Athletes in their Lounge or in the Call Zone
8. Have access to the Field of Play in the exact times agreed and limited to the restricted positions, as per prior agreement from the Competition Manager or Venue Manager.

Any rule violation and/or inappropriate use of the accreditation may result in the immediate exclusion of the event for the complete research team.

Research Report and Publication

In accordance with the terms outlined in the “IPC Application for Research” the PI shall submit a report of the research findings to the IPC within six (6) months after the completion of the Games.

A copy of manuscripts submitted to scientific journals must also be forwarded to the IPC.

In the acknowledgements a reference should be made that the study was approved and supported by the IPC.

Principal Investigator Signature:

Dr Javier Pérez-Tejero

Date: March 15th, 2012.

To all NPCs, Swim Teams and Coaches competing at the London 2012 Paralympic Games

London, August 2012

Dear friends,

During the Paralympic Games in London 2012 a group of researchers from the United Kingdom and Spain will be conducting a research project entitled **“Race analysis and passive drag analysis of swimmers competing at the 2012 London Paralympic Games”**. The project has two distinct elements:

1. Race Analysis

The main goal of this element of the project is to analyze the races of all swimmers competing in the finals sessions at London 2012 using individual measurements, to determine the impact of different IPC functional classifications on selected swimming race parameters.

We are convinced that data collected will contribute to a better understanding of the key parameters in the different classes and events, providing the swimmers with specific individual information for their performance enhancement after the Games.

Collection of race data will take place during all finals sessions of the swimming programme. Race parameters will be calculated from video records of all finals sessions at the Games. These parameters will include, for every selected swimmer:

- Start time
- Turn time
- Clean swim speed
- Stroke rate
- Stroke length
- Breakout distance
- Breakout time
- True Swimming distance

As all finals sessions will be recorded and analysed, it is our intention to provide free race analysis reports to all finalists and their coaches, who are interested, within the **six months** following the Games. These reports will contain information about every individual swimmer performance regarding the above mentioned variables. To facilitate this, team managers from every country/NPC, responsible administrator or coach will be contacted before the competition starts, so the reports can be distributed after the Games and after analysis to the athlete and/or to the responsible team representative. Data recording (filming) for the race analysis will not interfere with or disturb the competition activity at any time and is exclusively based on the video recordings from competition. Data from your athletes will only be shared with you and no other teams or persons. Only aggregated data will be used in data reports and in scientific journals. No athlete will be personally identifiable in our reports.

2. Passive Drag Analysis

The main goal of this element of the project is to measure the amount of drag (resistance) created by swimmers in each of the classes competing in London 2012. This will provide IPC Swimming, coaches and athletes with a greater understanding how drag and swimming performance are influenced by physical impairment.

Drag testing will be conducted at Eton Manor training pool. All swimmers competing in London 2012 will be invited to participate in a drag test at a time that does not interfere with their competition schedule and that is convenient to them. The test is quick, non-invasive and non-stressful to the swimmer (see attached sheet).

All swimmers will be provided with feedback on their passive drag and how to improve their streamlining, during the testing session. They will subsequently receive a written report that summarises their individual drag results. The report will also contain summary data, e.g. mean values, from each IPC class to enable the swimmer to put their personal drag score into perspective.

More detailed information about the drag testing sessions will be distributed to the teams at the start of the Games. Because of the individual nature of this element of the project, informed consent will be obtained from participating swimmers at the start of their testing session.

This methodologies and procedures for the Race Analysis and Passive Drag Analysis have been approved by the Sports Science Committee of the International Paralympic Committee.

It would be very useful for the research team to know in advance which countries/NPCs, responsible administrators or coaches wish to participate in this study. To facilitate this, please complete the short form below and return it to the research team at the technical meeting prior to the start of the competition. We do of course appreciate that some NPCs will be conducting their own race analysis at the Games and so may not wish to receive any data from this study.

..... detach form

NPC name	
Team Leader/Manager details	
Contact (email, telephone)	
<p>We would / would not like to express an interest in the research <u>Race analysis and passive drag analysis of swimmers competing at the 2012 London Paralympic Games</u> which is being conducted by Dr. Carl Payton and Dr. Javier Pérez-Tejero (principal investigators), from Manchester Metropolitan University (United Kingdom) and Technical University of Madrid (Spain), respectively and consequently wish / do not wish to receive a copy of the full race analysis results.</p> <p>Signature of person in charge of National Paralympic Committee / Coach</p>	

Questions or problems regarding this research project should be addressed to Dr. Javier Pérez-Tejero (Technical University of Madrid, email: j.perez@upm.es, telephone 0034 660003518) and/or Dr. Carl Payton (Manchester Metropolitan University, email: C.Payton@mmu.ac.uk, telephone 0044 7525 268699).

THANK YOU VERY MUCH FOR YOUR INTEREST AND PARTICIPATION

CONSENT FORM

I agree to participate in the research titled "**Relationship between Race Parameters and Swimming Performance in the London 2012 Paralympics**", which is being conducted by Dr. Carl Payton and Dr. Javier Pérez-Tejero (principal investigators), from University of Manchester (United Kingdom) and Technical University of Madrid (Spain) respectively (Contact telephone 0034 660003518).

I understand that this participation is entirely voluntary; I can withdraw my consent at any time without penalty and have the results of the participation, to the extent that it can be identified as mine, returned to me, removed from the research records, or destroyed. The following points have been explained to me:

1. The reason for the research is to analyze individual performance parameters from analysis of the competition of Paralympic swimmers with physical disabilities for functional classification profiling regarding key variables from individual distances and times parameters.

2. The benefits that I may expect from it are to receive information about my individual performance during competition regarding the studied parameters, and to obtain precise information about these parameters regarding gender, event, style and functional classification, with the consequent benefit for technical counseling and functional classification profiling.

3. The information about my individual performance during competition will be send to me from the researchers through my National Paralympic Committee, which will receive an individual report from every swimmer analyzed in this study. I can refuse to receive this information at any time.

4. The procedures are as follows: I assume that data recording do not interfere or disturb in the competition activity that I will perform. Data analysis is based exclusively on the video recordings from competition. No measurement directly to me will be performed at any time.

5. No discomforts or stresses are foreseen.

6. No risks are foreseen.

7. I assume that the results of my participation will be confidential. I know all video recordings will be erased after 3 years.

8. The investigator will answer any further questions about research, now or during the course of the project.

.....
Signature of Investigators / Date
/ Date

.....
Signature of Participant

PLEASE SIGN BOTH COPIES OF THIS FORM. KEEP ONE AND RETURN THE OTHER TO THE INVESTIGATOR.

<p>Research for IPC Sanctioned Competitions/Events, which involves human participants, is overseen by the IPC SSC. Questions or problems regarding your rights as a participant should be addressed to the IPC SSC.</p>
--

IPC SWIMMING RACE ANALYSIS RESEARCH PROJECT

Relationship between Race Parameters and Swimming Performance at the London 2012 Paralympics

Introduction

The International Paralympic Committee (IPC) endorsed a number of research projects at the London 2012 Paralympic Games. One of those projects was an analysis of the swimming race performances. The aims of this project are threefold:

- 1) To produce race performance data for all IPC Classes competing in London 2012.
- 2) To identify any changes which have occurred, within and between IPC classes, by comparing race data from Sydney 2000 and London 2012.
- 3) To conduct inter-class and intra-class analyses of the race performance parameters, in order to contribute to an evidence base that can be used to validate any future changes in the swimming classification system.

Data collection took place during all finals sessions of the swimming programme and involved three static, synchronised video cameras located in a balcony at specific distances along the pool length. The race parameters obtained for each swimmer are listed below. They are grouped into the following sections: segment times, race skill times, distance measures, and stroke parameters.

Race data have now been obtained from over 1000 race final swims across all classes, so the first aim has been met. Attached are data sheets for each of the race final swims for swimmers from your nation. Also attached is a summary (means and standard deviations) of all the race data from London 2012. We hope all countries, coaches and swimmers will find the information interesting and useful. The research team have started to analyse the data in order to achieve the second and third aims of the project. The results of these analyses will be made available to all nations as they are completed.

Definition of Race Parameters

The following measurements are included on the data sheets. They were obtained either from video recordings or the official timing system at the competition.

1. Segment Times

- 50 m splits (min:sec)
- 25 m splits (min:sec)

2. Race Skill Times

- *Block Time* (sec) – time from the start signal to the swimmer leaving the blocks.
- *Start Breakout* (sec) – time from the start signal to the swimmer breaking the surface.*
- *Start* (sec) – time from the start signal to the head reaching 15 m.
- *Turn* (sec) - time taken for the head to travel 7½ m in and then 7½ m out from the wall.
- *Turn Breakout* (sec) – time from the wall being touched to the swimmer breaking the surface.*
- *Finish* – (sec) time from the head reaching the final 5 m until the wall is touched.

3. Distance Measures

- *Dive* (m) – distance from the end wall to the point of hand entry.
- *Underwater* (m) - distance from hand entry to the swimmer breaking the surface.*
- *Start* – (m) distance from the end wall to the swimmer breaking the surface.*

- *Turn In (m)* – distance of the head from the end wall at the instant of final hand entry (butterfly, backstroke and freestyle) or at the instant when eyes/goggles enter the water in the final stroke cycle (breaststroke).
- *Turn Out (m)* – distance from the end wall to the head as the swimmer breaks the surface.*
- *Finish (m)* - distance from the head to the end wall at the instant of final hand exit (butterfly, backstroke and freestyle) or when the eyes/goggles exit the water for the last time (breaststroke).
- *True swimming (m)* - Race distance minus start distance minus turn out distance(s).

4. Stroke Parameters

- *Clean Swim Speed (m/s)* – the swimmer's speed measured outside the start and turn phases of the race.
- *Stroke Rate (strokes/min)* – the number of stroke cycles the swimmer would perform if they continued for one minute.**
- *Stroke Length (m)* – distance moved forward by the swimmer during one full stroke cycle.

Footnotes

- * For freestyle, backstroke and butterfly, the first hand exit from the water was used to define the instant of breakout; for breaststroke, the instant at which the eyes/goggles reached the water surface was used.
- ** One stroke cycle is measured from any convenient point in the swimming movement to when the swimmer reaches that point again, e.g. right hand entry to next right hand entry in freestyle. Where the swimmer used only their legs, a kick rate is reported.

Contact Details

Please feel free to contact any of the Principal Researchers on this project if you have any comments or would like further information.

Principal Researchers

Dr. Javier Perez Tejero	Technical University of Madrid	j.perez@upm.es
Dr. Santiago Veiga	Technical University of Madrid	santiago.veiga@upm.es
Dr. Carl Payton	Manchester Metropolitan University	c.payton@mmu.ac.uk
Dr. Joe Taylor	English Institute of Sport	joe.taylor@eis2win.co.uk

Research Teams

Spain: Javier Pérez, Alberto Almena, Santiago Veiga and Enrique Navarro.

England: Luke-Miller Briggs, Mohamad Zalzal, Katie Chatwin, Rebecca Plummer and Laura Anthoney.

Copyright

The information provided in the individual swimmer data sheets and in the summary Excel spreadsheet are for information purposes only and may not be used, reproduced, recalculated or published for informative purposes and / or scientific purposes without the written consent of the research team and IPC.

FEMALE SWIMMER EXAMPLE

Women's 50 m Butterfly S5
Final

ESP

Race Time: 00:42.67

Segment Times (mm:ss.00)

Race Segment	25 m Split	50 m Split	Cumulative Split
0 m to 25 m	00:19.23	-	00:19.23
25 m to 50 m	00:23.44	00:42.67	00:42.67

Race Skill Times (s)

Race Skill	Time	
Block time (RT)	0.96
Start breakout	2.13
Start	10.77
Finish	4.95

Distance Measures (m)

Race Element	Distance	
Dive	1.92
Underwater	2.25
Start	4.17
Finish	0.54
True swimming	45.83	

Stroke Parameters

Race Segment	Clean Swim Speed (m/s)	Stroke Rate (str/min)	Stroke Length (m)
0 m to 25 m	1.18	55.5	1.28
25 m to 50 m	1.08	55.4	1.17

Overall Race Speed Profile

MALE SWIMMER EXAMPLE

Men's 100 m Butterfly S10
Final

ESP

Race Time: 00:57.90

Segment Times (mm:ss.00)

Race Segment	25 m Split	50 m Split	Cumulative Split
0 m to 25 m	00:12.37	-	00:12.37
25 m to 50 m	00:14.33	00:26.70	00:26.70
50 m to 75 m	00:14.80	-	00:41.50
75 m to 100 m	00:16.40	00:31.20	00:57.90

Race Skill Times (s)

Race Skill	Time
Block time (RT)	0.64
Start breakout	4.07
Start	6.83
Turn 1	8.70
Turn 1 breakout	4.63
Finish	3.33

Distance Measures (m)

Race Element	Distance
Dive	3.33
Underwater	6.76
Start	10.10
Turn in 1	0.62
Turn out 1	5.94
Finish	0.85
True swimming	83.96

Stroke Parameters

Race Segment	Clean Swim Speed (m/s)	Stroke Rate (str/min)	Stroke Length (m)
0 m to 25 m	1.81	54.1	2.00
25 m to 50 m	1.74	53.3	1.96
50 m to 75 m	1.69	52.3	1.94
75 m to 100 m	1.53	51.1	1.80

Overall Race Speed Profile