



Universitat de Lleida

El hockey sobre patines: variables del rendimiento en el disparo a portería

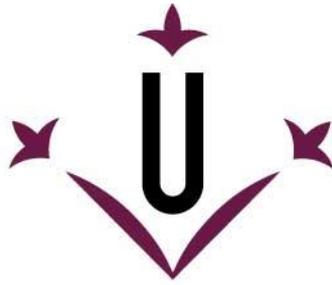
Enrique Ballestero García

<http://hdl.handle.net/10803/406039>



El hockey sobre patines: variables del rendimiento en el disparo a portería
està subjecte a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 No adaptada de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

(c) 2017, Enrique Ballestero García



Universitat de Lleida

TESI DOCTORAL

**El hockey sobre Patines:
Variables del rendimiento en el disparo a
portería**

Enrique Ballestero García

Memòria presentada per optar al grau de Doctor per la Universitat de
Lleida

Programa de Doctorat en Activitat Física i Esport

Director/a
Francisco Corbi Soler
Alfredo Joven Pérez

*A mis padres, Purificación y Enrique,
por todo el amor que han volcado en mí a espaldas.*

*A Conxa,
por estar siempre ahí y atreverse a compartir su vida conmigo.*

*A mis hijos, David y Laura,
por ser la aventura de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

Han pasado muchos años desde que me propuse hacer mi primer intento de tesis hasta que por fin veo que, en esta segunda vez, va la vencida. Tuve la sensación que sería casi imposible de terminar porque siempre ocurría algo que me hacía posponerla, aunque más de una vez me había imaginado con ella finalizada. El esfuerzo que se realiza en el proceso es grande, y por ello me parece necesario reconocer a las personas que han participado de alguna u otra manera, sin las cuales no existiría este pequeño aporte de conocimiento en el mundo del deporte. Entre esas personas están muchos compañeros, y por ello querría expresar mis más sinceros agradecimientos pues sin su ayuda hubiera sido difícil.

En primer lugar, a mis directores: A Francesc Corbi, por acceder a dirigírmela, por su paciencia en enseñarme a redactar sin que él lo sepa y descubrirme lo interesante que hay detrás de la investigación; A Alfredo Joven, por su amistad más que demostrada en los momentos difíciles, por darme fuerza cuando más la necesitaba y a acompañarme en un episodio más de aventuras.

A Alfonso Blanco y a Assumpta Ensenyat, por estar conmigo en todos los viajes realizados por toda Cataluña, recogiendo datos de los equipos de hockey, ya fuera en viernes por la noche o en sábado, y por estar dispuestos en todo lo que les he pedido.

A David Carreras por la paciencia de contestarme a las infinitas preguntas sobre la cinesiología relacionada con el disparo.

A Toni Planas, por dedicar parte de su tiempo a una estadística que tanto se me resistía.

A Teresa María por estar siempre dispuesta a ayudarme en la búsqueda bibliográfica a pesar de mi torpeza.

A Rafa Cirer por el ánimo que me ha dado en forma de ayuda en la maquetación de la tesis y por no cejar en explicarme las cosas del Word.

En especial a los jugadores del Club de Hockey Alpícat, por prestarse a hacer de conejillo de indias para todas las pruebas piloto y las que se me ocurrían, así como a su entrenador Xavier Roy, por encontrar siempre un momento para ello.

A todos los jugadores de los equipos de la Ok Liga que han participado y a sus respectivos entrenadores y preparadores físicos: Albert Folguera (Lleida), Ricard Ares (Votregá), Richard Muñoz (Barcelona), David Fernández (Vendrell), Francesc Monclús (Igualada), Sergi Macià (Calafell), Nado Pujalte (Vic), Ferrán López (Noia), Alejandro Domínguez (Reus) y Jordi García (Vilafranca), por su actitud muy positiva y profesional en las pruebas y por habernos permitido quitarles parte de su tiempo de entrenamiento .

A los jugadores de los equipos de las selecciones nacionales de hockey sobre patines de España y Chile, así como a sus respectivos equipos técnicos, por su colaboración tan sincera.

A Quim Paüls, seleccionador nacional del equipo español, por permitirme acceder a realizar pruebas con el equipo nacional, y por todo su apoyo y colaboración tanto en apuntes, fotos, vídeos, como aportando documentación propia.

A los jugadores del equipo de hockey de Juneda, así como a su entrenador por participar en las pruebas.

A los alumnos del Inefc que han participado voluntariamente y desinteresadamente en las pruebas de equilibrio.

Y por último, al Inefc de Lleida y a todas las personas de la administración y servicios que me han ayudado de alguna manera a que esta tesis sea una realidad.

ÍNDICE

Lista de símbolos, abreviaturas y siglas	xi
Lista de figuras	xiii
Lista de tablas	xxiii
Resumen	xxvii
Resum	xxviii
Abstract	xxix
Términos acuñados	xxxi
I. Introducción	3
1.1 Antecedentes y motivaciones personales	3
1.2 El hockey sobre patines en España y Cataluña.....	4
1.3 Estructura de la tesis	7
II. Marco teórico	17
2.1 Antecedentes del hockey sobre patines: un deporte en continua evolución	17
2.1.1 El juego del hockey sobre patines	17
2.1.2 Instalaciones deportivas.....	17
2.1.3 La modificación del reglamento de juego como evolución.....	18
2.1.4 El material utilizado en su práctica.....	19
2.1.5 La enseñanza del hockey sobre patines	20
2.1.6 La adaptación del material deportivo en la enseñanza.....	21
2.2 Análisis del juego del hockey sobre patines	23
2.3 Estudios realizados en el hockey sobre patines	26
2.4 Análisis descriptivo de las técnicas de disparo a portería: Pala y Cuchara	37
2.4.1 Introducción.....	37
2.4.2 El agarre del stick en las técnicas de disparo de Pala y de Cuchara	39

2.4.3 Descripción de las técnicas de disparo: Pala y Cuchara.....	43
2.4.4 Consideraciones sobre la técnica y velocidad de disparo.....	52
III. Objetivos Y metodología	63
IV. Parte experimental.....	69
Estudio 1. Determinación del número de disparos a portería en partidos de hockey sobre patines	69
1.1 Introducción.....	69
1.2 Material y Método.....	71
1.2.1 Participantes.....	71
1.2.2 Instrumentos y Procedimiento.....	72
1.2.3 Análisis estadístico.....	73
1.2.4 Variabilidad intra e interobservador	74
1.3 Resultados	74
1.3.1 Modelo de regresión logística	74
1.3.2 Número de disparos a portería por jugador.....	76
1.3.3 Número de disparos a portería por partes del encuentro.....	76
1.3.4 Número de disparos por jugador en función de la técnica	78
1.3.5 Número de disparos por jugador en función de la DM.....	80
1.4 Discusión.....	84
1.5 Conclusiones.....	89
Estudio 2: Determinación del número de lanzamientos a portería en los test de velocidad de disparo desde parado en hockey sobre patines	93
2.1 Introducción.....	93
2.2 Material y método	95
2.2.1 Participantes.....	95
2.2.2 Instrumentos y Procedimiento.....	96
2.2.3 Protocolo	97
2.2.4 Análisis Estadístico	98

2.3 Resultados	99
2.4 Discusión.....	112
2.5 Conclusiones.....	116
Estudio 3. Influencia de diferentes variables condicionales en la velocidad de disparo de la bola en el hockey sobre patines	119
3.1 Introducción.....	119
3.2 Material y método	129
3.2.1 Participantes.....	129
3.2.2 Instrumentos y Procedimiento.....	130
3.2.3 Protocolo	135
3.2.4 Análisis estadístico	143
3.3 Resultados	143
3.4 Discusión.....	150
3.5 Conclusiones.....	161
Estudio 4. Influencia del equilibrio estático en la velocidad de disparo de la bola en hockey sobre patines	165
4.1 Introducción.....	165
4.2 Material y método	170
4.2.1 Participantes.....	170
4.2.2 Instrumentos y Procedimiento.....	172
4.2.3 Protocolo.....	173
4.2.4 Análisis estadístico.....	181
4.3 Resultados	181
4.4 Discusión.....	211
4.5 Conclusiones.....	223
V. Conclusiones finales	227
VI. Referencias bibliográficas	237

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS

1 ^a C	1 ^a catalana
1 ^a NC	1 ^a nacional catalana
ABK	Salto vertical Abalakov con movimiento de brazos
AEP	Amateurs en patines
AFP	Associatione Francaise de Posturologie
AP	Componente antero-posterior del centro de presiones
ASP	Amateurs sin patines
CIRH	Comité Internacional de Roller Hockey
CP	Centro de presiones
CU	Técnica de Cuchara
DGI	Índice dinámico de paso
DM	Dominancia manual
DMD	Dominancia manual derecha
DMDC	Dominancia manual derecha Cuchara
DMDP	Dominancia manual derecha Pala
DMI	Dominancia manual izquierda
DMICU	Dominancia manual izquierda Cuchara
DMIP	Dominancia manual izquierda Pala
FC	Frecuencia cardiaca
FECAPA	Federación catalana de patinaje
FIPR	Federation International du Patinage a Roulettes
FIRS	Federación Internacional de Roller Sports
FP	Fuerza de presión manual

LBM	Lanzamiento de balón medicinal
ML	Componente medio lateral del centro de presiones
NHL	Liga nacional de hockey sobre hielo
NHLED	Draft de la liga nacional de hockey hielo
OA	Ojos abiertos
OC	Ojos cerrados
OK Liga	División de Honor
P	Técnica de Pala
PSI	Índice de estabilidad postural
PSP	Profesionales sin patines
PEP	Profesionales en patines
RAE	Real Academia Española
RFEP	Real federación Española de Patinaje
VO ₂ MAX	Consumo máximo de oxígeno

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa conceptual de la tesis	13
Figura 2. Posición inicial y final del hemisferio lateral del cuerpo para el disparo de Cuchara.....	40
Figura 3. Posición inicial y final del hemisferio lateral del cuerpo para el disparo de Pala.....	41
Figura 4. Detalle de la posición de las manos en el agarre para el disparo de CU (imagen izquierda) y, de P (imagen derecha).	42
Figura 5. Disparo de Cuchara. Detalle de la posición de la mano derecha dominante (extensión de muñeca) para dar ángulo a la pala del stick con respecto a la bola.	43
Figura 6. Posición inicial del disparo de la bola con la técnica de Pala.....	45
Figura 7. Detalle de la posición de las piernas en el disparo de Pala.	46
Figura 8 Detalle del agarre del stick en el disparo de Pala.	47
Figura 9. Detalles del disparo de la bola con la técnica de Pala: armado de brazos y contacto con la bola.	47
Figura 10. Posición inicial del disparo de la bola con la técnica de Cuchara.	48
Figura 11. Detalle de la posición de las piernas en el disparo de Cuchara.	49
Figura 12. Detalle del agarre del stick en el disparo de Cuchara.	50
Figura 13. Secuencia de la acción del disparo de la bola con la técnica de Cuchara.	51
Figura 14. Detalle de la flexión del eje del stick y de la torsión de la pala en el momento del contacto con la bola en un disparo de CU.	53

Figura 15. Acción final en el disparo de CU (fase de continuación) acabando sobre una pierna.	54
Figura 16. Amplitud del armado de brazos de las dos técnicas de disparo: (a) izquierda de CU y (b) derecha de P.	57
Figura 17. Fase de continuación del disparo de CU. Detalles de la posición final del disparo sobre dos pies (imagen izquierda) o sobre un pie (imagen derecha).	59
Figura 18. Número total de disparos a portería en función de la categoría de competición.	74
Figura 19. Número total de disparos a portería en función del partido y la categoría de competición.	75
Figura 20. Número total de disparos en cada parte del encuentro según la categoría de competición.	77
Figura 21. Número total de disparos por jugador en cada parte del encuentro según la competición.	78
Figura 22. Número total de disparos en función de la técnica y categoría de la competición.	78
Figura 23. Número total de disparos según DM y categoría de competición.	81
Figura 24. Número totales de disparos por jugador y partido según la DM y categoría de competición.	82
Figura 25. Izquierda: Pantalla de valoración del radar. Derecha: Colocación relativa del radar respecto a la portería.	97

Figura 26. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 1.	101
Figura 27. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 1.	101
Figura 29. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 2.	102
Figura 30. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 3.	103
Figura 31. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 3.	103
Figura 32. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 4.	104
Figura 33. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 4.	104
Figura 34. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 5..	105
Figura 35. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 5.	105
Figura 36. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 6..	106
Figura 37. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 6.	106

Figura 38. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 7.	107
Figura 39. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 7.	107
Figura 40. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 8.	108
Figura 41. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 8.	108
Figura 42. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 9..	109
Figura 43. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 9.	109
Figura 44. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 10.	110
Figura 45. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 10.	110
Figura 46. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 11.	111
Figura 47. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 11.	111
Figura 48. Medición de la velocidad de disparo de la bola con radar.	131
Figura 49. Momento de la prueba del disparo a portería.	132

Figura 50. Detalle de la disposición de la célula fotoeléctrica en la salida de la prueba de 25 m esprint con cambios de dirección.	134
Figura 51. Dinamómetro manual utilizado para la prueba de valoración de la fuerza de prensión.	135
Figura 52. Detalle del armado y finalización del disparo de Pala	137
Figura 53. Posiciones del cuerpo en dos momentos del salto durante el Test el Abalakov.	138
Figura 54. Detalles del circuito de 25 m. con cuatro cambios de dirección.....	139
Figura 55. Detalle de la posición de los participantes en prueba esprint de 25 metros con cambios de dirección.....	139
Figura 56. Detalle de la posición en el lanzamiento de balón medicinal (LBM).	140
Figura 57. Posición del cuerpo en la prueba de fuerza de prensión manual (FP).	142
Figura 58. Detalle de la postura de la mano en la prueba de fuerza de prensión manual.	142
Figura 59. Gráficos de dispersión e histogramas de las diferentes correlaciones bivariantes analizadas.....	146
Figura 60. Recta de regresión y niveles de correlación entre la velocidad máxima de disparo (MAX_XUT) y la velocidad máxima del balón medicinal (MAX_PM).....	148
Figura 61. Recta de regresión y niveles de correlación entre la velocidad de Disparo (MAX_XUT) y Esprint 25 m. con cambios de dirección (MIN_ZZ).....	149
Figura 62. Posición corporal de equilibrio limitadamente estable en un disparo de Cuchara	168

Figura 63. Detalle de la plataforma utilizada en el estudio. (1) Posición de los tres captadores, (2) triángulo de metacrilato para garantizar la repetitividad en la colocación de los pies, (3) nivel de equilibrio.....	173
Figura 64. Detalle de la colocación de los pies sobre la plataforma, una vez retirado el triángulo de posición. Obsérvese la posición de los talones y la abertura de los pies formando un ángulo de 30 grados.....	175
Figura 65. Detalle de la información obtenida durante la valoración del equilibrio descalzo.....	177
Figura 66. Detalle de la posición del sujeto durante la valoración. Obsérvese la colocación de los pies y la posición ortostática adoptada por el participante.	178
Figura 67. Detalle de la posición del participante durante la valoración en patines. Obsérvese la colocación de los patines y la posición ortostática adoptada por el participante.	178
Figura 68. Detalle de la posición del participante en la prueba de disparo de Pala.....	179
Figura 69. Detalle de la posición de los evaluadores con el radar en la prueba de disparo de Pala.	180
Figura 70. Superficie recorrida por el centro de presiones plantar (CP) con los ojos abiertos.	186
Figura 71. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en las componentes antero posterior (AP) y medio-lateral (ML) (valor XY) con los ojos abiertos.....	186
Figura 72. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML (valor X) con los ojos abiertos.....	187

Figura 73. Longitud de la línea del CP en la componente AP (valor Y) con los ojos abiertos.	187
Figura 74. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML (valor X) con los ojos abiertos.	188
Figura 75. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente AP (valor Y) con los ojos abiertos.	188
Figura 76. Superficie recorrida por el centro de presiones plantar (CP) con los ojos cerrados.	190
Figura 77. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente antero posterior (AP) y medio-lateral (ML) (valor XY) con los ojos cerrados.	190
Figura 78. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML con los ojos cerrados.	191
Figura 79. Longitud de la línea del CP en la componente AP (valor Y) con los ojos cerrados.	191
Figura 80. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML (valor X) con los ojos cerrados.	192
Figura 81. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente AP (valor Y) con los ojos cerrados.	192
Figura 82. Evolución de la superficie del centro de presiones plantar. A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con	

ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados..... 197

Figura 83. Evolución de la longitud en las componentes antero-posterior (Y) y medio-lateral (X). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados..... 198

Figura 84. Evolución de la longitud en la componente media lateral (X). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados..... 199

Figura 85. Evolución de la longitud en la componente antero –posterior (Y). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados. 200

Figura 86. Evolución de la longitud en la componente medio-lateral (X). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con

ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados..... 201

Figura 87. Evolución de la longitud en las componentes antero-posterior (Y). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados. 202

Figura 88. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur, en patines y con los ojos abiertos. 207

Figura 89. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur, en patines y con los ojos cerrados..... 207

Figura 90. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur sin patines y con los ojos abiertos. 208

Figura 91. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur, sin patines y con los ojos cerrados..... 208

Figura 92. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, en patines con los ojos abiertos..... 209

Figura 93. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, en patines y con los ojos cerrados.	209
Figura 94. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, sin patines y con los ojos abiertos.	210
Figura 95. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, sin patines y con los ojos cerrados.	210
Figura 96. Ejemplo de la utilización del CP para la valoración de la capacidad de equilibrio.	212

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	<i>Número de licencias deportivas por comunidades autónomas</i>	5
Tabla 2	<i>Número e intensidades de los desplazamientos por partido</i>	29
Tabla 3	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines</i>	31
Tabla 4	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines</i>	32
Tabla 5	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines</i>	33
Tabla 6	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines</i>	34
Tabla 7	<i>Media de la duración de los tiempos de juego (s) y porcentaje (%) relación al tiempo total de juego.....</i>	35
Tabla 8	<i>Descripción de los equipos participantes en función de la categoría de competición de juego</i>	71
Tabla 9	<i>Número total de disparos a portería en función del partido y la categoría de competición</i>	75
Tabla 10	<i>Número total de disparos en cada parte del encuentro según la categoría de competición</i>	77
Tabla 11	<i>Número total de disparos en función de la técnica según la categoría de competición.....</i>	79

Tabla 12	<i>Valores mínimos, percentil 1 (C1), mediana, percentil 3 (C3) y valor máximo para las técnicas de Pala y Cuchara en función de la categoría de competición.....</i>	79
Tabla 13	<i>Dominancia manual por equipos.</i>	81
Tabla 14	<i>Número total de disparos según la DM y categoría de competición</i>	82
Tabla 15	<i>Valores mínimos, percentil 1 (C1), mediana, percentil 3 (C3) y valor máximo de disparos totales en jugadores diestros y zurdos en función de la competición.....</i>	83
Tabla 16	<i>Estadística descriptiva para los diferentes tipos de disparo: Pala y Cuchara.....</i>	99
Tabla 17	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines</i>	123
Tabla 18	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines así como las medidas antropométricas seleccionadas.....</i>	124
Tabla 19	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines así como las medidas antropométricas seleccionadas.....</i>	125
Tabla 20	<i>Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines, así como las medidas antropométricas seleccionadas.....</i>	126

Tabla 21	<i>Estudios realizados sobre los disparos de disco y sobre la técnica seleccionada en relación a la composición de los materiales del stick en hockey sobre hielo.....</i>	127
Tabla 22	<i>Clasificación de los equipos participantes en el ranking mundial (año 2014 y 2015).....</i>	129
Tabla 23	<i>Análisis descriptivo de la media, la desviación estándar y los valores máximo y mínimo de las diferentes variables analizadas</i>	145
Tabla 24	<i>Coefficientes de correlación de Pearson entre las diferentes variables analizadas.....</i>	145
Tabla 25	<i>Estimación de los parámetros del modelo para cada una de las variables analizadas.....</i>	147
Tabla 26	<i>Estimación de los parámetros del modelo para cada una las variables analizadas.....</i>	147
Tabla 27	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales analizadas en jugadores Profesionales, descalzos y con los ojos abiertos</i>	182
Tabla 28	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Profesionales, descalzos y con los ojos cerrados.....</i>	182
Tabla 29	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateur, descalzos y con los ojos abiertos.....</i>	183
Tabla 30	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateur, descalzos y con los ojos cerrados.....</i>	183

Tabla 31	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en Estudiantes, descalzos y con los ojos abiertos</i>	184
Tabla 32	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en Estudiantes, descalzos y con los ojos cerrados</i>	184
Tabla 33	<i>Ojos abiertos sin patines</i>	193
Tabla 34	<i>Ojos cerrados sin patines</i>	193
Tabla 35	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores, en patines y con los ojos abiertos</i>	194
Tabla 36	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Profesionales, en patines y con los ojos cerrados</i>	195
Tabla 37	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateurs, en patines y con los ojos cerrados</i>	195
Tabla 38	<i>Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateurs, en patines y con los ojos cerrados</i>	196
Tabla 39	<i>Estadística descriptiva de la velocidad de disparo</i>	203
Tabla 40	<i>Coficientes de correlación de Pearson entre la velocidad de disparo y las diferentes variables analizadas en jugadores Amateurs. (*p< 0.15)</i>	205

RESUMEN

El hockey sobre patines es un deporte colectivo de colaboración y oposición en el que el objetivo principal es marcar en la portería contraria. Para ello, se utilizarán distintas técnicas de disparo. Entre todas ellas, destacan por su importancia la del disparo de Pala y la de Cuchara. Los objetivos de esta tesis doctoral son contextualizar y describir la utilidad del disparo de Pala en el hockey sobre patines, y analizar los factores que influyen en la velocidad de la bola durante su realización. Este trabajo consta de cuatro estudios. En el primero, se cuantifica el número de disparos de Pala y de Cuchara realizados en competiciones de diferente nivel, con la intención de conocer cuál es la técnica de disparo más utilizada y el número máximo de disparos que se realiza en competición. En el segundo estudio, se analiza la velocidad máxima de disparo de Pala y de Cuchara, y su evolución a lo largo de 35 disparos. En el tercero, se estudia el grado de relación existente entre diferentes pruebas de condición física y la velocidad máxima de disparo con la técnica de Pala. Finalmente, en el cuarto y último estudio se analiza el nivel de correlación existente entre el equilibrio estático de los jugadores y la velocidad de disparo en la técnica de Pala. Los resultados de este trabajo sugieren que la técnica más utilizada y la que mayor velocidad de disparo alcanza es la técnica de Pala, no viendo modificada su velocidad máxima a lo largo de 35 disparos. La velocidad máxima de la bola en los disparos a portería parece correlacionar, de forma significativa, con la velocidad de lanzamiento de balón medicinal y con la prueba de velocidad con cambios de dirección de 25 metros. Además, parece que los jugadores de categoría profesional poseen en general mayores niveles de equilibrio y que existe una relación directa entre éste y disparar la bola a mayor velocidad.

Palabras clave: Hockey patines, velocidad de la bola, pruebas de valoración física.

RESUM

El hockey sobre patins és un esport col·lectiu de col·laboració i oposició en el qual l'objectiu principal és marcar a porteria. Per això, s'utilitzen distintes tècniques de dispar. D'entre elles destaquen per la seva importància la del dispar de Pala i el de cullera. Els objectius d'aquesta tesi doctoral són contextualitzar i descriure la utilitat del dispar de Pala en el hockey sobre patins així com analitzar els factors que influeixen en la velocitat de la bolla en el dispar de Pala. Aquest treball consta de quatre estudis. En el primer, es quantifica el nombre de dispars de Pala i cullera realitzats en competicions de diferents nivells, amb la intenció de conèixer quina és la tècnica de dispar més utilitzada i la seva freqüència màxima en competició. En el segon estudi, s'analitza la velocitat màxima de dispar de Pala i cullera, juntament amb la seva evolució al durant 35 repeticions. En el tercer, s'estudia el grau de relació existent entre diferents proves de condició física i la velocitat màxima de dispar amb la tècnica de Pala. Finalment, en el quart i últim estudi s'analitza el nivell de correlació existent entre l'equilibri estàtic dels jugadors i la velocitat de dispar en la tècnica de Pala. Els resultats d'aquest treball suggereixen que la tècnica més utilitzada i la que més velocitat aconsegueix és la tècnica de Pala, sense veure's modificada la velocitat màxima durant els 35 dispars. La velocitat màxima de la bolla en els dispars a porteria sembla correlacionar de forma significativa, amb la velocitat de llançament de pilota medicinal i amb la prova de velocitat en canvis de direcció durant 25 metres. A més, sembla que els jugadors de categoria professional posseeixen, en general, majors nivells d'equilibri i que existeix una relació directa entre el mateix i disparar la bolla a major velocitat.

Paraules clau: Hoquei patins, velocitat de la bolla, proves de valoració física.

ABSTRACT

Rink hockey is a team sport of collaboration and opposition in which the main objective is to score in the opposite goal. For this, different shooting techniques will be used. Among them, stand out for their importance the *Pala* and *Cuchara* shots. The objectives of this doctoral thesis are to contextualize and describe the utility of the *Pala* shot in roller hockey, and to analyze the factors that influence the speed of the ball during its execution. This work consists of four studies. In the first one, the number of shots of *Pala* and *Cuchara* executed in competitions of different level is quantified, with the intention of knowing which is the most used shot technique and the maximum number of shots that takes place in competition. In the second study, the maximum speed of *Pala* and *Cuchara* shots was analyzed, and its evolution over 35 shots. In the third, we study the relationship between different fitness tests and the maximum shot speed with the *Pala* technique. Finally, the fourth and last study analyzes the correlation level between the static balance of the players and the shooting speed in the *Pala* technique. The results of this work suggest that the most used technique and the one with the highest shooting speed is the *Pala* technique, without any modifications in the maximum speed during 35 shots. The maximum velocity of the ball in the goal shots seems to correlate, significantly, with the throwing speed of the medicine ball and with the test of speed with changes of direction in 25 meters. In addition, it seems that professional players generally have higher levels of balance and there is a direct relationship between the balance and shot the ball at a higher speed.

Key words: Rink hockey, ball speed, physical fitness tests.

TÉRMINOS ACUÑADOS

A lo largo de este trabajo se emplearán algunos términos de difícil traducción. Es por ello, que hemos creído necesaria introducción de este apartado con la intención de justificar su uso. Estos términos son los siguientes:

-*Stick*: Término anglosajón aceptado en el hockey que traducido significa “*palo*”, aunque la acepción original es muy aceptada en nuestro deporte. Éste se define como el instrumento con el que se realizan diversas acciones de juego en el hockey sobre hierba, sobre hielo o sobre patines. Aunque este término no está incluido en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE), se acuña en la mayoría de libros y artículos referidos a estos deportes. Es por ello, que en este trabajo se prefirió mantener esta palabra, con la intención de conservar un cierto consenso sintáctico en relación a la terminología utilizada en el hockey sobre patines.

- *Disco*: Término referido a la palabra anglosajona “puck” y que es el objeto con el que se juega en hockey sobre hielo, siendo éste equivalente al concepto de bola en el hockey sobre patines.

- *Disparo*: Este término estará presente a lo largo de toda la tesis en relación a otros términos con un significado similar, como lo son las palabras “lanzamiento” o “golpeo”. El RAE define el término “lanzamiento” como: “En ciertos juegos de balón o de pelota, acción de lanzar la pelota para castigar una falta”. En un sentido muy parecido, el término golpeo hace referencia a: “Acción y efecto de golpear”, que significa “dar un golpe o golpes repetidos”, es decir, “Acción de hacer contactar con violencia un cuerpo contra otro”. Aunque ambos términos han sido ampliamente utilizados en la bibliografía internacional, no reflejan la intensidad de la acción. Por su parte, el término “disparar” ha sido definido como “En fútbol y otros juegos, la acción de lanzar el balón con fuerza hacia la meta” y “hacer que un arma despidiera su carga”. En

ambos casos, su utilización comportará el lanzamiento a máxima potencia de un objeto. Considerando que en nuestro trabajo la velocidad de golpeo siempre será máxima decidimos finalmente introducir el concepto disparo, tratando de expresar ese concepto en su máxima aplicación.

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y motivaciones personales

Desde bien pequeño el deporte y la aventura siempre han formado parte de mi vida. En la infancia practiqué algún deporte colectivo, compaginándolo con otras actividades lúdicas en las que el entorno en que se desarrollaban, hacía que estuviera presente la aventura. Años más tarde todo lo que tenía que ver con la montaña me apasionaba, y el alpinismo pasó a ser una auténtica afición. Al llegar a Cataluña para impartir docencia en el INEFC, tuve la oportunidad de compaginar dos actividades que me entusiasman: la docencia y el deporte. Desde ese momento, las actividades en montaña y la gimnasia artística formarían mi ámbito docente y un medio de vivir con pasión de aquello que más me gusta. Compartir el conocimiento de varias asignaturas me ha permitido conjugar distintas experiencias deportivas a la vez. Tanto es así, que una y otra me han llevado a enrolarme en proyectos artísticos y deportivos en los que nunca hubiera podido imaginar que participaría.

El hockey sobre patines entró a formar parte de mi vida en un momento en el que mi bagaje y experiencia profesional de más de 25 años vinculados a la práctica, análisis y enseñanza del deporte me permitieron estudiarlo con un sentido técnico, pero a la vez “foráneo”. El interés por el hockey sobre patines surge cuando mi hijo se inicia en la práctica de este deporte. Comienza así, mi particular proceso de formación en el mundo del hockey, asistiendo como observador a todo tipo de entrenamientos, tecnificaciones y partidos, e incluso impartiendo algunos de mis conocimientos en cursos de entrenadores. Las horas de observación, junto a mi conocimiento deportivo en otros deportes de deslizamiento, hicieron que rápidamente comprendiera las características que hacen del hockey sobre patines un deporte particular. El carácter

imprevisible del juego, el uso de determinados implementos (patines, bola y stick), junto con la velocidad de sus acciones, son quizá algunos de los rasgos que más me cautivaron. Al poco tiempo, descubrí una nueva motivación por este deporte, al cambiar mi rol pasivo de observador, por el de ayudante de entrenador y preparador físico. La metodología de los entrenadores, las escasas adaptaciones del material a la enseñanza y el método de aprendizaje utilizado en los niños es lo que me hizo comprometerme con este juego. Mi propósito ha sido desarrollar todos los aspectos que considero importantes en esas edades tempranas y para los que tenía formación y cierta experiencia. Los factores condicionales, coordinativos y la toma de decisiones son los contenidos del juego pendientes de desarrollar, y de ahí mi interés por ampliarlos y entrenarlos.

En este sentido, la motivación me condujo a orientar mi trabajo hacia ese objetivo, con la ilusión de que sus frutos permitan contribuir a la evolución del hockey, proponiendo herramientas que faculten a los equipos a mejorar su nivel y prestación, contribuyendo a la evolución de ese gran deporte que es el hockey sobre patines.

1.2 El hockey sobre patines en España y Cataluña

El número de licencias federativas existentes en un país, puede aportar una visión general de la repercusión social y mediática que tienen los deportes. El hockey sobre patines en España desde el año 2014, ocupa la sexta posición en cuanto al número de licencias federativas con 15.757. Hasta el año 2016, el número de licencias federativas han aumentado en 996 (RFEP, 2017). Estas cifras distan enormemente del número de licencias existentes en otros deportes más mediáticos. Así por ejemplo, en el año 2014 se formalizaron un total de 874.093 licencias deportivas en fútbol, 354.949 en

baloncesto, 92.249 en balonmano, 61.550 en voleibol, 25.892 en rugby (Consejo Superior de Deportes, 2014).

Para comprender la repercusión desigual que tiene el hockey sobre patines en España basta con analizar el número de licencias existentes en cada una de las comunidades autónomas que forman nuestro país. La práctica del hockey sobre patines se reparte por las comunidades autónomas de forma muy desigual. En el año 2012, las cinco comunidades autónomas con mayor número de licencias deportivas fueron: País Vasco con 532 licencias; Valencia con 701 licencias; la Galicia con 1383 licencias; Madrid con 1559 licencias, y por último la Cataluña con 9207 licencias. En la actualidad, esta tendencia está cambiando, tal y como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1

Número de licencias deportivas por comunidades autónomas

	Hombres	Mujeres	Total HP	Clubes
Andalucía	340	43	383	9
Aragón	86	8	94	2
Asturias	294	62	356	11
Baleares	3	1	4	1
Canarias	13	3	16	1
Cantabria	117	12	129	5
Castilla La Mancha	7	2	9	1
Castilla León	242	64	306	10
Cataluña	9678	1759	11437	105
Ceuta	0	0	0	0
Extremadura	51	8	59	6
Galicia	958	143	1101	21
La Rioja	0	0	0	0
Madrid	1480	328	1808	20
Melilla	0	0	0	0
Murcia	18	0	18	2
Navarra	214	28	242	5
País Vasco	232	14	246	8
C. Valenciana	492	53	545	12
Total	14225	2528	16753	219

Desafortunadamente, existe muy poca difusión de este deporte en los medios de comunicación de ámbito nacional, a pesar de la gran cantidad de éxitos internacionales conseguidos por nuestra selección.

En 1924, se creó la Federation International du Patinage a Roulettes (FIPR), pero no fue hasta el año 1946 cuando España se adhirió a la FIPR. Un año más tarde, España empezaría a crear su palmarés deportivo en el hockey sobre patines (Torner, 1984).

A partir del año 1947, cuando España participó en su primer Campeonato de Europa quedando en tercera posición, se siguieron sucediendo las victorias, consiguiendo 39 de los 42 podios posibles. España ha conseguido dieciséis veces ser campeona del mundo, doce veces subcampeona y en siete ocasiones ha ocupado un tercer puesto. Los Juegos Olímpicos de Barcelona 92 propiciaron la inclusión del hockey sobre patines como deporte de exhibición, aunque no llegó a consolidarse como deporte olímpico en las ediciones posteriores.

Desde que la FIRS (Federación Internacional de Roller Sports) realiza rankings de ámbito mundial, el equipo español masculino ha estado siempre en los primeros puestos. Si se incluye a Cataluña se situaría en el segundo y tercer puestos durante las temporadas 2008-2009 y 2009 – 2010, respectivamente.

El equipo nacional femenino sigue una trayectoria similar a la del equipo masculino. Desde el año 2002 y hasta el año 2008 y en la temporada 2009 – 2010 figura en el primer y segundo puesto del ranking mundial, respectivamente. Así mismo, la FIRS otorgan a Cataluña, fuera de la clasificación oficial, el tercer lugar por puntos (Castro, 2009).

La realidad del hockey sobre patines en Cataluña es algo distinta a la del resto de España. Actualmente, en Cataluña existen 11.437 licencias federativas correspondientes a 125 equipos de hockey sobre patines (FECAPA, 2017). En la máxima categoría española, la Ok liga, de los 16 equipos que la representan 13 son catalanes. Se podría decir, que la práctica en nuestro país se delimita a clubes mayoritariamente de Cataluña. Clubes con una gran tradición y arraigo en el sentimiento nacionalista catalán (Cerdanyola, Noia, Igualada, Vic, Voltrega, Reus, etc.), que hacen que el hockey sobre patines catalán sea un referente mundial.

Desafortunadamente, no presenta el mismo reclamo mediático que otros deportes tienen con cifras de referencia inferiores. Tampoco, las investigaciones son suficientes para colocar al hockey sobre patines en el lugar que le corresponde por los éxitos conseguidos.

1.3 Estructura de la tesis

En este trabajo, el hockey sobre patines es el gran motivo de estudio, pero la investigación no puede ser tan ambiciosa y debe limitar su ámbito y contexto de aplicación. Los aspectos que despertaron el interés en el investigador se refieren al área técnico-táctica, la cual adolece de investigación. Las acciones de juego como patinar, pasar, regatear o disparar a portería son algunos de los ejemplos. Es esta última acción, por sus características técnicas y su relevancia en el juego, el objeto de estudio. Comenzar por el disparo a portería permitirá desvelar algunas incógnitas que interesan a los técnicos actuales.

Para ello, la presente tesis se estructura en varias partes que se detallan a continuación:

Introducción

Dentro de la introducción se hace necesario realizar una breve descripción de la estructura de la tesis. Las partes que la componen son:

- Marco teórico
- Objetivos y Metodología
- Estudios: Experimentales y Descriptivos
- Discusión y Conclusiones
- Limitaciones y Futuras líneas de investigación

Marco teórico

En una primera sección, comenzaremos analizando la situación contextual del hockey desde una visión retrospectiva, estudiando su posible futura evolución en relación a aspectos como el lugar en donde se juega, el material utilizado y la metodología de enseñanza aplicada, con la intención de percibir y ubicar su situación actual en el ámbito internacional.

A continuación, en la segunda sección de este trabajo se resaltarán y describirán algunas de las características más importantes del juego del hockey sobre patines, especialmente en cuanto a la velocidad de sus acciones. En esta sección también se analizará el estado de la cuestión relacionada con la investigación específica desarrollada en este deporte: la mayoría de estos trabajos harán referencia a las variables fisiológicas y a los parámetros temporales relacionados con las acciones de juego.

En una tercera sección, se abordará desde un punto de vista descriptivo, el análisis de las formas de agarre, para seguidamente describir los tipos principales de disparo: Pala y Cuchara. Debido a las similitudes observadas entre el hockey sobre patines y otros deportes de deslizamiento, también se analizarán las aportaciones de

otros estudios centrados en el hockey sobre hielo, especialmente en relación a las variables que más influirán en la velocidad de disparo de la bola. En base a lo indagado hasta ahora, se describirán de forma cualitativa las diferentes posiciones y posturas que determinarán el tipo de técnica de disparo.

Objetivos y Metodología

En la cuarta sección, se concretarán y definirán los objetivos de este trabajo. A continuación, se desarrollará la parte observacional y experimental, estructurada en cuatro estudios relacionados con el disparo a portería. En este sentido, cada estudio dará paso al siguiente de manera que puedan ser realizados de forma concatenada.

Estudios

Primer estudio

En el primer estudio, se realiza un análisis cuantitativo de las acciones de disparo a portería en diversos partidos de diferente categoría. La idea primera de esta tesis parte de observar y analizar lo que sucede en los partidos de competición de hockey sobre patines en lo referente a los disparos a portería. En este estudio, se plantea un análisis observacional en donde se recoge el número de disparos a portería que realizan los jugadores en sus partidos, así como algunos parámetros más que se dan durante los encuentros, como el número de disparos por jugador en cada parte del partido (primera y segunda parte), la técnica utilizada (disparo de Pala o disparo de Cuchara) y la dominancia manual de los jugadores. Para ello, se ha observado y analizado a veintiún equipos, de tres categorías diferentes: 7 equipos de 1ª nacional catalana, 7 equipos de división de honor u OK liga y 7 equipos representantes de las selecciones nacionales en el campeonato del mundo celebrado en República de Angola (2013).

Segundo estudio

En base al análisis descriptivo de los disparos de pala y Cuchara, y del primer estudio se valora el número mínimo de disparos a portería que debería realizar un participante en una prueba sin que aparezcan síntomas de fatiga, y se determina la técnica con la que se consigue disparar a mayor velocidad. Para ello, se ha contado con los datos del primer estudio en cuanto al número de disparos máximos que realiza cada jugador por partido, la técnica más utilizada por cada jugador y sus características. De esta manera se analizó la velocidad de disparo durante 35 disparos consecutivos a portería con la técnica de Pala y con la de Cuchara, y a la máxima velocidad posible.

Tercer estudio

En este estudio se pretende establecer el grado de relación existente entre la velocidad de disparo de la bola y diversas pruebas funcionales del hemisferio superior e inferior del cuerpo. Para ello se propuso la realización de cuatro pruebas de campo en diez equipos de OK Liga y su relación con la prueba de velocidad de la bola en los disparos a portería. Entre las distintas pruebas de campo, se seleccionaron dos que midieron la potencia del hemisferio inferior del cuerpo (salto vertical de Abalakov, veinticinco metros esprint con cambios de dirección) y tres con las que se midieron la potencia del hemisferio superior del cuerpo (fuerza de agarre y velocidad de lanzamiento de los miembros superiores) y se relacionaron con una prueba de velocidad de disparo de la bola a portería.

Cuarto Estudio

En este último estudio, se relacionó el equilibrio corporal con la velocidad de disparo de la bola en diversos niveles de juego. Teniendo en cuenta que el hockey sobre patines se practica sobre un elemento inestable como es el patín, toman gran relevancia

las capacidades relacionadas con el equilibrio. Esta capacidad coordinativa estará presente en cada una de las acciones que realizan los jugadores. Por ello, se ha pretendido investigar la importancia que tiene esta capacidad en relación con la velocidad de disparo de la bola a portería midiendo con exactitud y precisión el equilibrio de los participantes mediante una plataforma de establiometría.

Conclusiones finales

En la última parte se presentan de forma general, las conclusiones de los distintos estudios, así como las aportaciones al hockey sobre patines. A continuación, se indican las limitaciones, y futuras líneas de investigación que permitirán mejorar el conocimiento sobre el deporte del hockey sobre patines.

Seguidamente, se expone el mapa conceptual de la tesis donde figuran los estudios realizados de forma concatenada (figura 1).

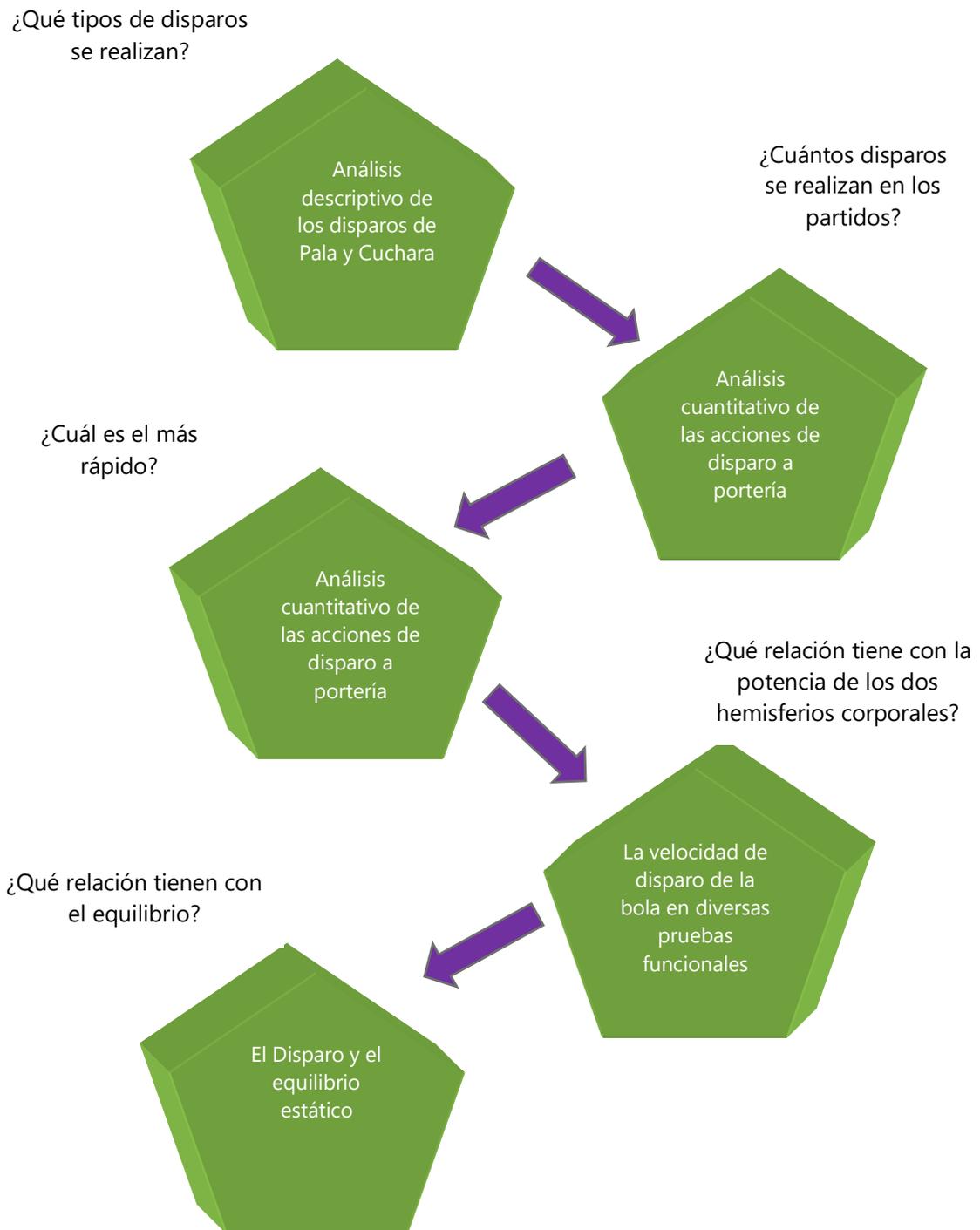


Figura 1. Mapa conceptual de la tesis

II. MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del hockey sobre patines: un deporte en continua evolución

2.1.1 El juego del hockey sobre patines

El propósito de la realización de un análisis panorámico sobre el hockey sobre patines es comprender algo más sobre sus características y sus posibilidades de evolución. A partir de un estudio minucioso, se valorará su desarrollo hacia un deporte más espectacular y vistoso. Para ello, deberemos observar y analizar los puntos fuertes y débiles de este deporte. Por esta razón es obligado conocer con qué, cómo y en dónde se juega. Describir lo que acontece en este deporte desde una perspectiva neófito y profesional al mismo tiempo, da una visión realista de la situación actual pero no nostálgica, con el propósito de dejar de ser un deporte minoritario, pero de gran arraigo, y alentar a la investigación para conseguir su desarrollo, y así poder aportarle rigor y divulgación, a partir de la propia práctica.

2.1.2 Instalaciones deportivas

El hockey sobre patines es un deporte colectivo de colaboración y oposición en el que dos equipos compuestos por cuatro jugadores de campo y un portero, se enfrentan entre sí con el objetivo de conseguir marcar en la portería contraria. Su práctica se desarrolla en una pista de superficie lisa con unas dimensiones comprendidas entre los 34 y 44 metros de largo y los 17 y 22 metros de ancho, en las que todos los jugadores utilizarán patines de cuatro ruedas para desplazarse e intentarán introducir una bola de caucho o plástico en una portería de dimensiones únicas (1.050 mm de altura y 1.700 mm de anchura), mediante la utilización de un stick. El stick deberá medir una longitud de entre 90 y 115 cm y no tener un peso superior a 500gr. La

duración de los partidos para las categorías seniors será de cincuenta minutos, divididos en dos partes de veinticinco minutos (Federación Española de Patinaje, 2008). Teniendo en cuenta el lugar dónde se juega, los pabellones de hockey sobre patines no siempre son lugares sugerentes para el público que puedan estimular su seguimiento cada fin de semana. La mayor parte de los pabellones no se han modernizado tal y como se necesitaría para cumplir con el propósito que se desprende de la modificación del reglamento del Comité Internacional de Roller Hockey (CIRH) del año 2008. Para esta evolución pretendida quizá existan otros posibles motivos subordinados y relacionados con el desarrollo de los materiales utilizados para la práctica y la enseñanza en su iniciación deportiva.

2.1.3 La modificación del reglamento de juego como evolución

En el año 2008, se puso en funcionamiento el nuevo reglamento de hockey sobre patines, después de su aprobación por la asamblea del Comité Internacional de Rink Hockey (CIRH). Los objetivos que se pretendían con esta modificación eran:

“Conseguir un juego más ofensivo y aumentar el número de goles; Incrementar el número de acciones de ataque y la presencia de jugadores con mayor vocación ofensiva; Proteger al jugador virtuoso y potenciar sus habilidades; Castigar el exceso de faltas; Reducir las interrupciones en el juego; Aumentar el porcentaje de efectividad en las faltas graves (penalti y falta directa); Adaptar la escenografía del hockey sobre patines para mejorar el seguimiento del juego por parte del espectador y la espectacularidad de la disciplina a través de los medios audiovisuales”.

(Federación Española de Patinaje, 2008, p. 1).

A partir de este cambio de reglamento, el hockey sobre patines trató de evolucionar intentando penalizar aquellas conductas de carácter agresivo y “violento”, con la intención de potenciar y evolucionar hacia un tipo de juego más técnico y vistoso. La reducción del número de paradas durante el encuentro ha provocado un aumento en el número de acciones de ataque, condicionando los sistemas tácticos de juego utilizados, fomentando su dinamismo y favoreciendo a aquellos equipos más técnicos. Todo ello con la intención de favorecer la espectacularidad del juego.

2.1.4 El material utilizado en su práctica

El material utilizado en el hockey sobre patines ha evolucionado en general poco, si lo comparamos con el de otros deportes similares en los que también se utilizan para su práctica implementos. Así por ejemplo, los patines actuales apenas han cambiado con respecto a los de hace veinte años, si los comparamos con sus homónimos utilizados en otros deportes como los patines en línea, las botas de esquí de fondo, o de montaña, las fijaciones y los bastones de esquí, no tienen parangón. En estos deportes, la tecnología sigue evolucionando, desarrollándose nuevos materiales, más resistentes, ergonómicos, ligeros y funcionales con la finalidad de contribuir a la rentabilidad energética.

La inclusión de nuevos materiales en el hockey sobre patines ha sido lenta. Pese a realizarse diversas pruebas para la construcción de sticks, con materiales como el aluminio, la fibra de vidrio, la fibra de carbono y el titanio, los resultados obtenidos no han conseguido reproducir el mismo “tacto” de los sticks de madera (Campos, 2011). Las limitaciones impuestas por el reglamento de competición sobre el uso de ciertos materiales para la construcción de sticks como el metal o la utilización de cierres

mecánicos en las botas, reduce la posibilidad de aumentar el rendimiento de los jugadores.

2.1.5 La enseñanza del hockey sobre patines

Otro de los aspectos a tener muy en cuenta para su evolución es la formación de los entrenadores. La experiencia empírica del entrenador ha sido y es lo que más ha determinado el proceso de enseñanza - aprendizaje de este deporte de una generación a otra. La transferencia del conocimiento de aquellos que lo han practicado y luego hacen de entrenadores viene fundamentada, casi siempre, por los entrenamientos que les aplicaron en su etapa de jugadores. Todavía, hoy en día se sigue transmitiendo las experiencias personales de esta manera, sin apenas preguntarse cuál es la razón del porqué se hace así. La principal preocupación del entrenador es la de transmitir las técnicas y métodos más rentables para su enseñanza (Blázquez & Ramírez, 1999). En otros deportes como el hockey sobre hielo, sus estudios sobre la biomecánica del patinaje pretenden ser las referencias a seguir para que se enseñe, conforme a lo experimentado en el patinaje de rendimiento, así como de las investigaciones llevadas a cabo (Bracko, 2004).

Es así como los planeamientos tradicionales hacen que el aprendizaje no sea tan progresivo ni pedagógico, en donde el modelo de enseñanza de los mayores es aplicado de idéntica manera a los pequeños (Blázquez & Ramírez, 1999; León, 1999).

Es en esta etapa de iniciación deportiva, donde la formación debe asegurar el asentamiento de propuestas de índole pedagógico y didáctico en relación a las variables funcionales relevantes de este deporte como son: el material, las reglas, los adversarios y los compañeros, el espacio y el tiempo (Blázquez & Ramírez, 1999; Giménez, Abad & Robles 2010). También, lo son los aspectos cognitivos y en especial la toma de

decisiones que es lo que menos se trabaja en la base del hockey sobre patines de forma consciente y sistemática. Devís (1992) indica que: “los juegos deportivos poseen una naturaleza problemática y contextual, donde se revelan como elementos importantes la toma de decisiones y la elaboración de juicios” (p.70).

En la base de este deporte posiblemente se debería facilitar una formación más completa de fundamentos básicos de índole metodológicos y no tan sólo técnicos. Suárez (1993), en lo referente a la enseñanza del hockey sobre patines opina que los entrenadores consolidados se dedican a los jugadores formados y que los jugadores más pequeños quedan en manos de personas de buena voluntad, pero sin conocimientos suficientes.

Afortunadamente, todo esto va poco a poco cambiando, a pesar de que hasta en el alto nivel de este deporte existan equipos en donde sus jugadores tienen muchas carencias motoras de base, siendo las coordinativas y las cognitivas las que menos se encuentran desarrolladas (Seirulo, 1996).

2.1.6 La adaptación del material deportivo en la enseñanza

Es importante observar la adaptación que se hace del material deportivo a las necesidades del niño que se inicia en este deporte (de 5 a 8 años aproximadamente) con la intención de adaptar las características del material a sus necesidades físicas y psicológicas.

El aprendizaje del juego en hockey sobre patines es difícil. Las características de los materiales e implementos que se utilizan, lo dificultan en edades tempranas. Los patines en edades de iniciación son pesados, los sticks muy largos y las porterías grandes. El peso de las botas en categoría senior oscila entre 1500 y 1750 gramos por patín, mientras que el de escuela y benjamines entre 800 y 1300 gr; los sticks miden 115

cm. y pesan aproximadamente 500 gramos. Las empuñaduras miden entre 80 y 85 mm aproximadamente; las bolas de juego pesan entre 140 a 155 gramos, con 23 centímetros de perímetro. Las dimensiones del campo de juego oscilan entre los 34 a los 44 metros de largo por 17 a 22 metros de ancho.

¿Los niños pueden y deben jugar al hockey sobre patines con material diseñado para el rendimiento de los mayores? En categorías inferiores los partidos se juegan en campos y con materiales de adultos. No existe el mini hockey en patines, pero sí en otros deportes como el baloncesto, el balonmano, el fútbol, el voleibol y también en el hockey sobre hierba. En este último, se adaptan las medidas del campo, los pesos, y las longitudes de los stick (Martínez de Dios, 1996).

Tal y como dice Méndez-Giménez (1999), el tamaño del implemento y la bola (móvil) deberán ser adaptados según las medidas y proporciones de los niños con la intención de facilitar su aprendizaje. Se sabe que los movimientos con mayor esfuerzo muscular aumentan las sensaciones kinestésicas (Principio de aclaración de Pöhlmann, 1977 citado por Grosser & Neumaier, 1986) y se emplean en la enseñanza del hockey y de muchos otros deportes. Grosser & Neumaier (1986), sugieren no aplicarlo en los estadios iniciales del aprendizaje, limitando su práctica a aparatos más sencillos que faciliten las ejecuciones técnico – tácticas y que al mismo tiempo produzcan menos fatiga.

En este sentido, Gilenstam, Henriksson-Larsén y Thorsen (2009), propusieron reducir la dureza de los sticks y el peso de los discos en partidos oficiales de hockey hielo femenino, al experimentar que con esta reducción de pesos se obtenían velocidades superiores en el disparo. Así mismo, en tenis, los jóvenes jugadores y los inexpertos han demostrado tener menos sensibilidad a las variaciones que provienen de las peculiaridades de las distintas raquetas y que proporciona la información háptica

(Pico et al., 2002; Brody, 2000 citado por Farrow, & Reid, 2010). Muchos de los entrenadores profesionales deciden invertir el tiempo y el dinero en personalizar las raquetas de sus jugadores, insistiendo en la sensibilidad de las oscilaciones de la raqueta como factor fundamental a la hora de golpear la bola a gran velocidad. (Farrow & Reid, 2010).

2.2 Análisis del juego del hockey sobre patines

En la mayoría de los equipos actuales del hockey sobre patines, la forma de plantear los entrenamientos está variando. Existe una cierta tendencia a entrenar de forma específica a través situaciones reales de competición. Esto se puede observar mucho más en la máxima categoría (OK Liga), en la que se le está dando mayor relevancia a los sistemas estratégicos del juego, predominando los sistemas defensivos y sin estar éstos del todo equilibrados con los aspectos físico-técnicos. Existe escasez de estudios en este deporte y la mayoría de los existentes se refieren a estudios en los que se ha realizado una valoración funcional fisiológica de carácter genérico. Se han realizado escasos estudios de índole biomecánico en los que se haya relacionado el disparo de penalti y las propiedades mecánicas del stick. No se tiene constancia de estudios relacionados con el resto de acciones técnicas, así como de los aspectos cognitivos relacionados con la toma de decisiones del juego.

Dentro de los elementos técnicos del hockey sobre patines, el disparo a portería se considera uno de los más importantes de este deporte. Desafortunadamente, no se tiene la certeza de haber hallado estudios realizados en los que este elemento haya sido relacionado con otras variables del rendimiento. Es por ello, que con la presente tesis doctoral se pretende contribuir al inicio de un grado de conocimiento en este tipo de acción.

La velocidad de sus acciones de juego

El hockey sobre patines es un deporte de equipo con acciones intermitentes de alta intensidad y recuperaciones incompletas, donde la velocidad de sus acciones es una de sus características principales (Blanco, 1999; Barbero & Barbero, 2003). Desde un punto de vista fisiológico, las demandas energéticas son de carácter mixto (aeróbico-anaeróbico) (Dal Monte 1983; Blanco, 1999). Desde el patinaje hasta los pases, las fintas de desmarque, los disparos y la toma de decisiones, la velocidad está implícita en el juego y relacionada con la incertidumbre (Riverola, 2009). Su juego colectivo implica el desarrollo de la fuerza y la velocidad en todas sus vertientes; desde la perspectiva biomecánica por las características cinemáticas y dinámicas de sus acciones; en el aspecto biológico por sus parámetros fisiológicos y físico-coordinativos (Bangsbo, 1994); en el aspecto cognitivo psicológico por la toma de decisiones ante percepciones del juego. La rápida identificación de señales significativas para el jugador, puede posibilitar el procesamiento de las informaciones procedentes del juego antes de que estas sucedan, para de este modo poder realizar una buena anticipación deportiva (Ruíz & Bañuelos, 1997). Todo este conjunto de factores se ha convertido en determinantes a la hora de conseguir un elevado rendimiento en éste y otros deportes colectivos (Rivilla, 2011). Sastre (1952, p. 59), referido en su libro a la velocidad del hockey sobre patines dice:

“La rapidez del juego es el resultado único de la prodigiosa velocidad con que han sido concebidas las jugadas, y la viva reacción de su puesta en práctica por todos los músculos debidamente tensados para no fallar en la vertiginosa carrera de ejecutar con precisión el plan desarrollado pensado por el pensamiento”.

La bola de juego se mueve de un lado a otro del campo a gran velocidad pasando por distintos jugadores. Éstos se desplazan en patines a veces a velocidades superiores a los 24 km/h. A partir de los 16 km/h, se consideran velocidades de alta intensidad (Ponce, 2011). A estas velocidades, se les suman los continuos cambios de dirección y la toma de decisiones ante los estímulos visuales. Estos se desarrollarán desde los 220 - 240 hasta los 350 milisegundos, que es el tiempo de reacción motor consciente en condiciones óptimas de atención (Pinaud, 2009; Pérez-Tejero, Soto-Rey y Rojo-González, 2011). La velocidad de las acciones, las habilidades técnicas, la capacidad en la toma de decisiones de los jugadores (Riverola, 2009), junto con un sentido del equilibrio excepcional, son los elementos característicos de este deporte. El dominio del stick y la bola estará unido a la habilidad del patinaje, y ésta, a la velocidad y al equilibrio (Suarez, 1993).

Además de la experiencia, existe otro aspecto que caracteriza a esta actividad deportiva: el coraje. El disparo a portería es una de las acciones de juego más importantes del hockey. Se necesita de mucho valor para ponerse en la trayectoria de un “proyectil” de caucho de 155 gramos. Desde edades tempranas, tanto el portero como los jugadores de campo especialmente, necesitan enfrentarse paulatinamente a estas situaciones de “riesgo” con la intención de poder familiarizarse. Cualquier impacto de la bola que reciba el cuerpo a cierta velocidad, puede suponer desde un moretón hasta lesiones más importantes. Aun no siendo un deporte de riesgo, el coraje es una característica más a desarrollar y a tener en cuenta en las etapas de iniciación deportiva:

“Parece ser, de modo general, que cada individuo llega a crear, por su propia experiencia, una especie de equilibrio entre seguridad-riesgo. A lo largo

de la infancia es cuando se establecen las tendencias de cada individuo a actuar ante situaciones nuevas, ya sea recurriendo a su máxima seguridad, ya sea abandonando el riesgo de manera activa para afrontarlo y superarlo”. (Azémar, 1985, p.10)

En este estudio se han llegado a medir velocidades superiores a los 100 km/h de la bola. Las velocidades registradas, correspondientes a jugadores de élite, van desde los 85 a los 123 kilómetros por hora desde parado. Se han llegado a alcanzar velocidades superiores a los 130 km/h saliendo en carrera. En el hockey sobre hielo las velocidades que se consiguen en el lanzamiento del disco son mayores que en el hockey sobre patines, pero se rigen por los mismos principios que regulan los disparos: la potencia y la velocidad de las acciones. Los disparos a portería deben de ser rápidos y precisos para que los adversarios no puedan “leer” las intenciones y éstos no puedan interceptarlos o colocarse en la trayectoria de la bola (Torner, 1984).

La velocidad en el hockey sobre patines prevalece en espacios de juego muy reducidos, en donde, desde el punto de vista perceptivo, ocho jugadores y dos porteros deben de tener una capacidad de adaptación y de orientación bien desarrolladas para poder tomar decisiones acertadas.

2.3 Estudios realizados en el hockey sobre patines

Con motivo de la Olimpiada de Barcelona 1992, surgieron diversas publicaciones sobre valoraciones fisiológicas, antropométricas y físicas en el hockey sobre patines. Después de la Olimpiada 92, la productividad científica descendió drásticamente, limitándose a muy pocos artículos de investigación, casi todos de valoraciones fisiológicas. En la revisión bibliográfica realizada sobre el hockey sobre

patines, se puede hallar poca documentación referente a la preparación física específica. Riverola (2009), propone en su libro múltiples ejemplos de cómo se debe de trabajar distintos aspectos de las capacidades condicionales de forma integrada. Sin embargo, es difícil encontrar algún estudio sobre pruebas de valoración funcional, relacionadas con acciones técnicas específicas del hockey sobre patines y con la técnica de disparo.

Todo ello ha provocado que exista un cierto vacío en las publicaciones específicas realizadas hasta el año 2011, donde se hallan algunos estudios que analizan los materiales de construcción de los stick y su relación con la velocidad de disparo (Campos, 2011; Vaz, Ramos, Abrantes & Conceição, 2011). No se han constatado estudios publicados que contabilizasen el número de veces que un jugador dispara a portería en un partido de hockey sobre patines, ni tampoco que estudien los aspectos técnicos de algunas de sus acciones de juego.

En este trabajo, se ha tratado de recopilar algunas de las investigaciones más relevantes realizadas en hockey sobre patines. Estas pueden ser consultadas en las tablas 3, 4, 5, y 6. A continuación, se exponen algunas de ellas, en las que se valoran los principales indicadores externos e internos referentes a la cuantificación de las cargas del jugador en este deporte: variables fisiológicas (frecuencia cardiaca y lactacidemia), distancia recorrida y duración de la competición, número de desplazamientos y su intensidad, y tiempos de acción y pausas durante el partido en hockey sobre patines.

Variables fisiológicas en el hockey sobre patines.

Aunque el metabolismo aeróbico está siempre muy presente en este deporte, la intervención anaeróbica es muy importante en la realización de acciones de juego de alta intensidad. Las frecuencias cardiacas registradas en competición oficial de las diferentes acciones de juego oscilan entre las 122 pul.min⁻¹ y las 181 pul.min⁻¹ en

jugadores de campo, y entre las 105 y las 190 pul.min⁻¹ en el portero (Blanco, Ensenyat & Balagué, 1994; Blanco & Ensenyat, 2002). Los niveles medios de lactato hemático registrado durante la competición fueron de $3,64 \pm 0,74$ mmol/l, alcanzándose en la segunda parte valores de $5,29 \pm 0,04$ mmol/l en jugadores de campo y porteros (Blanco et al., 1994). La conducción de la bola, junto con el pase y el disparo, el lanzamiento a portería, el regate, las salidas en esprint al contrataque y el patinaje en ataque y defensa con o sin bola, son algunas de las acciones de juego en las que se ha medido la frecuencia cardiaca (Blanco et al., 1994).

Distancia total recorrida

Teniendo en cuenta que el tiempo real de juego en partidos nacionales es de 50 minutos, divididos en dos periodos de 25 minutos cada uno, el tiempo total de juego registrado en varios partidos oscila entre los 81'05" \pm 9'30" minutos (Blanco, Ensenyat, Romero & Polo, 2001) y los 83'00" \pm 13'14" minutos (Tantiña, Vidal & López, 2014). Este tiempo de duración de los encuentros se calcula contando las paradas o interrupciones de juego.

En relación a las distancias totales recorridas por los jugadores en un partido de hockey, se observó que tanto los delanteros como los defensas llegaron a los 14.443 \pm 1830 metros de media por partido (Aguado, 1991). Ponce (2011) midió las distancias medias recorridas por los participantes en un partido de primera división de equipos de Argentina, observando que estas fueron de 8.049 ± 0.292 metros. Las diferencias notables existentes entre estos últimos datos con respecto a los aportados por Aguado (1991), se deben a que, en este último estudio, se sumaron las distancias recorridas de los distintos jugadores que fueron jugando en las diferentes posiciones del campo, es

decir, de defensa derecho, de defensa izquierdo, de delantero derecho y de delantero izquierdo, en lugar de medir las distancias recorridas individualmente por cada jugador.

Número e intensidad de los desplazamientos

Aguado (1991) registró un elevado número de desplazamientos en partidos de alto nivel, 1518 ± 393 (media \pm DE) desplazamientos sumando defensas y delanteros. Sin embargo, Tantiña et al., (2014) registraron un promedio de $435 \pm 33,42$ desplazamientos realizados por un jugador en un partido. Estas diferencias son notables teniendo en cuenta que desde el año 2009 se aplicó un nuevo reglamento de competición (FIRS) (Fédération Internationale de Roller Sports), donde se pretendía dinamizar más el juego. La distancia media de dichos desplazamientos observada por Aguado fue de más de ocho metros a una velocidad media entre los 2 y los 6 m/s, representando esta cifra aproximadamente el 73% de los desplazamientos.

Por otro lado, tanto Ponce (2011) como Tantiña et al., (2014) en sus respectivos trabajos no llegaron a las mismas conclusiones, observando distintos porcentajes en las distintas intensidades de los desplazamientos con respecto al trabajo realizado por Aguado (tabla 2).

Tabla 2

Número e intensidades de los desplazamientos por partido

Autor	Porcentajes de las velocidades de desplazamiento/partido		
	Baja (0-2m/s)	Media (2-6m/s)	Alta (> 6m/s)
Aguado (1991)	14%	73%	12%
Tantiña (2014)	42,61 %	25,09 %	29,39 %
Ponce (2011)	26,3%	69 %	4,6 %

Las diferencias observadas pueden ser atribuidas a la categoría de la competición analizada, al nivel de los jugadores, a las características del partido y de los adversarios y al cambio de la reglamentación del deporte.

A continuación, se detallan de forma resumida, algunos de los estudios publicados sobre las variables fisiológicas en el hockey sobre patines y sobre las propiedades mecánicas del stick y su influencia en la velocidad de la bola.

Tabla 3

Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines

31

Autor	Muestra y edad	Parámetros observados	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Aguado (1991)	Selecciones absolutas de España, Alemania e Italia (8 jugadores)	En patines: -Metros recorridos: -Defensas y delanteros -Metros recorridos a distintas velocidades	Sin detalles.	Cuantificar los desplazamientos de los jugadores de hockey sobre patines.	Las distancias medias recorridas por delanteros y defensas: 14.443 ± 1830 metros de media por partido (sumadas). El promedio de desplazamientos por partido 1518 ± 393 (sumando defensas y delanteros).
Rodríguez et al. (1991)	88 jugadores (20 a 30 años)	Pruebas de laboratorio: -Vo2 máx. en cicloergómetro. -FC.máx. Pruebas funcionales de campo: -Resistencia anaeróbica láctica en patines. -Potencia y capacidad aeróbica: Course-navette.	-Talla (cm), -Peso (kg), -Grasa Corporal (%), -Composición corporal, -Somatotipo.	Propuesta de unas bases fisiológicas y condicionales para la valoración funcional genérica y específica del jugador de hockey sobre patines.	Determinadas pruebas de valoración funcional aportan información para el control y la regulación de los programas de entrenamiento de cara al rendimiento de los jugadores seleccionados en función de su respuesta física.
Hernandez (1991)	14 jugadores Selección preolímpica (21-27 años)	Batería de test físicos en patines: -Velocidad 15 metros (sg). 2. Test de simulación. 3. Test de dribling. 4. -Prueba máxima de esfuerzo progresivo (Course Navette). Sin patines: -Velocidad en 15 m. -Salto horizontal cm. -Abdominales en 30 sg. -Flexión Brazos en 15 sg. -Lanzamiento de 3 kg (m). -Triple salto desde parado (m).	Sin detalles.	Describir las características de la condición física en los jugadores de hockey sobre patines delanteros y defensas mediante pruebas de valoración física.	No existen diferencias entre delanteros y defensas en cuanto a la condición física. Los test físicos específicos deberán ser menos técnicos.
Rubio et al. (1993)	15 jugadores de la división de honor (18 a 31 años)	Pruebas de laboratorio: Vo2 máx. en cicloergómetro (potencia máxima aeróbica); FC.máx.	-Talla (cm), -Peso (kg), -Grasa Corporal (%), -Composición corporal, -Somatotipo.	Descripción del perfil antropométrico y funcional del jugador de hockey sobre patines en la categoría de División de Honor y comparación con datos de la selección española de hockey sobre patines.	El perfil antropométrico y fisiológico del jugador de hockey sobre patines se sitúa entre los equipos de alto nivel.
Rubio (1993)	6 jugadores	Examen clínico, toma decúbito/ortostática de T.A. en reposo. E.C.G. y espirometría basales. F. Cardíaca, VO2máx. y Lactacidemia	Medidas cineantropométricas: peso, talla, perímetros biestiloideo de radio, biépicondileo de húmero y femoral; pliegues cutáneos.	Describir los cambios morfológicos y fisiológicos producidos en jugadores de hockey sobre patines a lo largo de una temporada deportiva.	Existe una mejora física de los jugadores a lo largo de la temporada. Destacar el descenso de la grasa corporal y la mejora del metabolismo aeróbico (Potencia Aeróbica Máxima y Resistencia Aeróbica).

Tabla 4

Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines

Autor	Muestra y edad	Parámetros observados	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Blanco et al. (1994)	8 jugadores 22,8±1,35 años	F. Cardíaca y Lactacidemia	-Altura (cm), -Peso. (kg)	Determinación de los parámetros indicativos del volumen y densidad de las sesiones de entrenamiento y en competiciones. Exigencias metabólicas en los ejercicios realizados.	El rango de FC durante los entrenamientos oscila entre 150 y 180 pul/min en los jugadores de campo. El portero presenta niveles entre 110 y 150 pul/min. El componente anaeróbico láctico se puede incluir en la zona de baja acidosis metabólica para todos los jugadores.
Blanco et al. (1995)	15 jugadores 18.7±1.17 Edad:	Ventilación, F. Cardíaca, VO ₂ máx. y Lactacidemia. Eficiencia energética, Test: progresivo y máximo, en recorridos de ida y vuelta sobre una distancia de 20 m.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Medir la modificación de diversas variables fisiológicas de la condición física durante una prueba de patinaje.	La prueba de patinaje progresiva y máxima de ida y vuelta (20 metros) permite valorar el VO ₂ máx. y la potencia aeróbica siendo de fácil aplicación y específica para jugadores de hockey sobre patines.
Blanco & Balagué (1997)	12 jugadores 17.91±3.15 años	Ventilación, F. Cardíaca, VO ₂ máx Nivel de percepción subjetiva del esfuerzo. Test: Cinco minutos de patinaje con regate o sin regate alrededor de un rectángulo de 20x10m.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Determinar el coste energético del regate en el hockey sobre patines respecto a la acción de solo patinar.	El regate con bola y stick en hockey sobre patines supone un mayor coste energético con respecto al patinaje normal sin regate.
Blanco et al. (1997)	7 jugadores 19.7 ± 4.7 años	Ventilación, F. Cardíaca, VO ₂ máx Test: Estadios de 3 minutos de patinaje (en línea - en 4 ruedas) con el stick, alrededor de un rectángulo de 20x10m.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Analizar y comparar el esfuerzo fisiológico entre patinar en patines en línea y patines de 4 ruedas realizado por de jugadores de hockey sobre patines.	Los niveles de las variables fisiológicas analizadas son siempre superiores durante el patinaje en línea con respecto al convencional, aunque sin significatividad estadística en las velocidades empleadas.
Blanco & Enseñat (1999)	7 jugadores 25.5 ±2.87 años	VO ₂ máx	-Altura (cm), -Peso (kg).	Establecer el VO ₂ máx. de los diferentes ejercicios realizados en sesiones de entrenamiento de hockey sobre patines en jugadores de alto nivel en relación a las pruebas de esfuerzo en laboratorio.	Los ejercicios de mayor coste energético son los partidos similares a la competición: (64-71% del VO ₂ máximo; FC de 163± 20 pul/min; ventilación de 83.5± 20.7 l/min.). Los partidos en mitad de campo representan valores entre 65-78% VO ₂ máximo. En el uno contra el portero se presentan los valores medios de VO ₂ máximo más bajos.

Tabla 5

Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines

Autor	Muestra y edad	Parámetros observados	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Blanco (1999)	6 jugadores 19.66 ± 0.51 años	-FC, VO ₂ máx, lactato hemático, eficiencia energética. (VO ₂ // velocidad) y tiempo y palier.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Analizar las modificaciones de las variables FC, VO ₂ máx, lactato hemático, en palier durante una Course Navette en paliers de 3 minutos de duración patinando.	Los valores de lactacidemia máximos alcanzados al finalizar la prueba son similares a los alcanzados por jugadores de hockey sobre patines al término de pruebas de determinación del VO ₂ máximo en tapiz rodante.
Blanco et al. (2001)	9 jugadores 1ª Division (26 ±4,9 años)	-Tests de Squat Jump (SJ) y Counter Movement Jump (CMJ) -Fuerza de prensión manual -Test de flexibilidad estática activa "sit and reach". -Analítica sanguínea.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Medir las modificaciones de diversas variables de la condición física, y sanguíneas como resultado de la participación en un partido amistoso de hockey sobre patines en jugadores profesionales de alto nivel.	No se han encontrado diferencias significativas en los niveles de fuerza explosiva, fuerza elástico-explosiva y dinamometría manual de los jugadores después de disputar el encuentro, pero sí en los de flexibilidad estática y en el peso corporal.
Blanco & Enseñat (2002)	5 jugadores 26.9± 4.3 años	-FC y lactato hemático	-Altura (cm), -Peso (kg).	Determinar los niveles de carga de un partido de hockey sobre patines entre jugadores de alto nivel.	La realización de un partido amistoso de hockey sobre patines indujo modificaciones notables en los niveles de carga (159± 16 pul/min en jugadores y 134± 11 pul/min en portero) y moderadas sobre las variables bioquímicas medidas.
Ponce (2011)	13 jugadores (24.6 ± 5.67 años)	-Vo ₂ máx. mediante Test en Yo- Yo endurance nivel 2.	Sin detalles.	Cuantificar los desplazamientos de los jugadores y las variables fisiológicas que se dan.	Distancias medias recorridas 8.049 ± 0.292 metros por jugador de media en un partido. El yoyo test endurance sirve calificar a los jugadores, pero no para estimar el VO ₂ máx.
Campos (2011)	Sticks utilizados - JET Special Force. - JET Compac.	Parámetros del stick: -Masa del stick. -Distribución del centro de masas. -Geometría. -Rigidez del stick. -Momento de inercia.	Variables de los disparos Diferentes contactos de stick - bola. Diferentes formas de disparo: -Máxima potencia - Máxima velocidad. -Con peso o sin peso adicional en la pala. - Con material esponjoso o no en la pala.	Describir el comportamiento dinámico de un stick de hockey sobre patines y su influencia en el disparo.	El grado de rigidez del stick hace que los disparos sean diferentes y hace que el tiempo de contacto de la bola y stick sea mejor aumentando así la velocidad de disparo. La técnica del disparo es otro factor muy importante que determinará en gran medida la velocidad de la bola.

Tabla 6

Estudios realizados en equipos de hockey sobre patines en relación a las pruebas funcionales en y sin patines

Autor	Muestra y edad	Parámetros observados	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Vaz et al. (2011)	15 jugadores (24 ± 6 años)	Parámetros del stick que influyen en el disparo: posición centro de gravedad, y peso en equilibrio del stick.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Estudiar las propiedades mecánicas del stick y su influencia en la potencia de disparo.	La técnica es muy importante para la transmisión de la energía a la bola. A tener en cuenta los parámetros mecánicos del stick para aumentar el contacto con la bola y así aumentar su velocidad.
Santos (2013)	14 jugadores (27,0 ± 4,6 años)	-Potencia anaeróbica sin patines con la prueba: Running-based Anaerobic Test (RAST)	-Altura (cm), -Peso (kg), -Grasa corporal%, - Índice de masa corporal (IMC) y el total de masa muscular (MMT).	Examinar la potencia anaeróbica en los jugadores de hockey y patines analizar su relación con los indicadores antropométricos.	Existen correlaciones significativas entre la potencia mínima, el índice de fatiga con la altura (r = 0,57, p = 0,033; r = 0,66, p = 0,010, respectivamente) La potencia anaeróbica máxima no está correlacionada con los indicadores antropométricos IMC y MMT.
Tantiña (2014)	6 jugadores de la OK liga de 6 equipos diferentes	-Tiempo total de actividad, -tiempo real de actividad, -tiempo de pausa, -intervalo de acción medio, -intervalo de pausa medio y -densidad de trabajo. Número de desplazamientos.	Sin detalles.	Cuantificar los tiempos de esfuerzo y de pausa, y los desplazamientos de los jugadores de hockey sobre patines.	El entrenamiento de resistencia de los jugadores de hockey debería ser específico, intermitente y repetitivo. Los tiempos de ejecución de los jugadores serán de 1 a 50 seg. predominando entre 1 a 20 seg. de duración con distintos tiempos de recuperación 1 a 30 seg.
Arboix-Alió et al. (2016)	10 jugadores no profesionales (22,6±3,6 años)	Test de Luc Léger en patines VO2máx. Test de Luc Léger en zapatillas VO2máx.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Analizar la resistencia aeróbica en y sin patines.	Los valores registrados en patines y el VO2máx son mejores cuando se desarrollan en patines que en zapatillas. La correlación entre los resultados del test en patines y en zapatillas es moderada y no significativa.

Tiempo de acción y tiempo de pausas

Según Blanco (1994) y Tantiña et al. (2014), al analizar la máxima categoría de juego (OK Liga), observaron que entre el 4 y el 7,9% de las acciones tenían una duración superior a los 120 segundos; entre un 5 y un 5,5% del total de acciones de juego tenían una duración entre los 51 segundos y los 120 segundos, mientras que entre un 7,5% y un 11,7% de las acciones tuvieron una duración entre los 41 y los 50 segundos. Además, el 10 y el 10,8% de las acciones tuvieron una duración entre los 31 y los 40 segundos, el 14 y el 12,7 % una duración entre los 21 y 30 segundos, el 22,3 y el 14,2% una duración entre 11 y 20 segundos y entre el 24,2% y el 21,6% una duración inferior a los 10 segundos. Todo ello sugiere que a menor duración de las acciones mayor cantidad de acciones de juego.

Tabla 7

Media de la duración de los tiempos de juego (s) y porcentaje (%) relación al tiempo total de juego

Tiempos de juego	Porcentaje (%) tiempo total Blanco (1994)	Porcentaje (%) tiempo total Tantiña (2014)
< 10 "	24,2	21,6
11-20	22,3	14,2
21-30	14	12,7
31-40	10	10,8
41-50	7,5	11,1
51- 120	no >5% de entre fracciones de 10"	no > de 5,5% entre fracciones de 10"
>120	4	7,9

En relación con los tiempos totales de juego y de pausa, el hockey sobre patines tiene un número de paradas o interrupciones por partido muy elevado, pudiendo alcanzar éstas el valor de 100. Los tiempos de pausa fluctúan entre 1 y 20 segundos, observándose el porcentaje más alto entre los 11" y los 20" (Blanco, 1994; Tantiña et al., 2014). La relación de densidad de trabajo es de 1:1,05 a 1:1,2. Resultados muy parecidos se dan en otros deportes colectivos realizados en pabellón, en los que se observan pausas que van entre 1 y 20"

segundos como es el caso del fútbol sala, (Barbero, 2003), el balonmano (Alexander & Borekie, 1989) y el baloncesto (McInnes, Carlson, Jones & Mckenna, 1995) (tabla 7). Por otro lado, si se comparan estos valores con los observados en el hockey sobre hielo, la densidad de trabajo se sitúa alrededor de 1:4, siendo los rangos de tiempo de desplazamiento de alrededor de 60-90 segundos, realizándose unas 15 intervenciones de alta intensidad durante ese minuto o minuto y medio (Nightingale, 2013a).

Como se puede comprobar, el número de investigaciones realizadas en el hockey sobre patines no son muy numerosas y la mayoría de ellas están referidas a variables fisiológicas. Debido al vacío científico existente sobre algunos aspectos de carácter técnico, y atendiendo a las características semejantes al hockey sobre patines en cuanto a implementos, formas de desplazamiento y acciones del juego, el hockey sobre hielo, se ha tenido como referencia y se ha hecho alusión a él en estudios relacionados con algunas de sus acciones. En Estados Unidos es uno de los deportes nacionales por excelencia. La profesionalidad de sus equipos hace que existan numerosas investigaciones de todo tipo en ese deporte. No es la primera vez que se ha tenido en cuenta al hockey sobre hielo como referente del hockey sobre patines. Aproximadamente sobre el año 1900, los precursores del “hockey rodado” adoptaron los sistemas de juego semejantes al hockey sobre hielo, y el “puck” o disco (Torner, 1984).

2.4 Análisis descriptivo de las técnicas de disparo a portería: Pala y Cuchara

2.4.1 Introducción

En el hockey sobre patines el dominio de las acciones de juego resulta fundamental para obtener el éxito deportivo. El disparo a portería es un elemento técnico que comporta la combinación de la habilidad con la rapidez, la fuerza y la precisión (Alcaraz et al., 2012; Andersen & Dörge, 2011; Paüls & Sanz, 2017; Signorile, Sandler, Smith, Stoutenberg & Perry, 2005; Suarez, 1993; Torner, 1984; Van der Wende, 2005). La mayor parte de las acciones de juego con bola que se realizan en el hockey conllevan el agarre del stick, como forma de pasar, lanzar, recepcionar o regatear. Las dos formas de sujeción del stick coinciden con las técnicas básicas de disparo: de Cuchara (CU) y de Pala (P). Estas disposiciones de agarre influyen en la técnica de disparo. Otra de las características que asiste al disparo, haciéndolo peculiar, es la rotación de la columna descrita como: “flexibilidad de la cintura”, “ligera rotación del tronco”, “rápida torsión de cintura” o “disociación tronco–cadera” (Paüls & Sanz, 2017; Sastre, 1952; Suarez, 1993; Torner, 1984).

Los disparos a portería no siempre son dominados con la misma eficacia en una u otra técnica por los jugadores. La preferencia de una técnica sobre otra dependerá de la situación variante de juego o del aprendizaje consolidado a lo largo de los años.

La enseñanza de estas técnicas, se realiza por imitación o por transmisión empírica, no conociéndose ningún estudio que se haya realizado al respecto. Por otro lado, aunque existe alguna investigación específica sobre la implicación del stick en la velocidad de la bola, no se tiene constancia de que se hayan realizado análisis cinemáticos de las técnicas de disparo (Campos, 2011; Vaz et al., 2011).

Tipos de disparo a portería

Torner, (1984) describió cinco tipos de disparo o “chut” en el hockey sobre patines: *Pala, Cuchara, Cuchara con giro de manos, arrastre y escupida o de muñeca*. Por su parte, Suarez (1993) enumeró cuatro tipos de “tiros” con sus respectivas variantes: *batido, barrido, arrastrado y escupido*. Recientemente, Paüls y Sanz (2017) definieron diversos criterios clasificatorios que permiten catalogar los diferentes tipos de disparo. Dichos criterios clasificatorios fueron:

- El lado del cuerpo por donde se ejecutan.
- La posición bola en el momento del impacto.
- La posición del pie de apoyo.
- La posición de la cadera, tronco y brazos.
- Las formas de agarre del stick con la mano de apoyo.
- Las trayectorias del stick.

Estos mismos autores coinciden con Suárez (1993) al clasificar los disparos en: tiro por *golpeo/batido*, tiro por *golpeo/barrido*, tiro por *acompañamiento/arrastrado* y tiro por *acompañamiento/de muñeca*.

Además, en virtud de la potencia del disparo, este podrá ser clasificado en dos tipos: disparo de Pala y disparo de Cuchara con giro de manos. El lanzamiento de CU, tal y como Torner (1984) lo explica, se puede considerar como un disparo en el que no se produce cambio de agarre. Aunque en el juego actual, pocos son los jugadores que realizan el disparo de CU sin giro de manos, por su menor aplicación de potencia en comparación con los otros dos tipos de disparo (Pala y Cuchara con giro de manos), se considera un disparo de rápida ejecución, al no requerir un cambio de agarre de la mano baja. Sin embargo, actualmente el disparo de CU no se comprende sin la realización del cambio de agarre, porque parece

aumentar la velocidad de la bola e incrementa la precisión durante el disparo. Es necesario recordar que la velocidad de lanzamiento o de golpeo no siempre será el factor decisivo a la hora de conseguir marcar (Rivilla 2011), aunque obviamente representa una ventaja importante en el juego (Kays, 2015).

2.4.2 El agarre del stick en las técnicas de disparo de Pala y de Cuchara

Parece evidente que sea necesaria la adopción de una buena colocación corporal para la realización de las acciones técnico-tácticas que implican la utilización del stick y de la bola (Boada, 2004), al igual que sucede en el caso del disparo a portería. La colocación postural posibilita que la velocidad y la fuerza aplicada durante el disparo sean las adecuadas, y se facilite la localización óptima del esfuerzo dentro de la cadena cinemática (Minganti, 1996), mediante la disposición coordinada de los segmentos corporales de ambos hemisferios corporales (superior e inferior), a través de la optimización del principio de coordinación de impulsos parciales (Hochmuth, 1973). De esta manera se asegura una correcta integración de todos los impulsos parciales del movimiento que se sucederán en cada una de las fases del mismo, garantizándose que el disparo sea ejecutado con la velocidad, estabilidad y dirección correcta (Minganti, 1996).

La velocidad final del disparo y su trayectoria dependerán en gran medida de la disposición de los brazos y de las manos durante el agarre del stick. A modo de ejemplo, en el inicio de la acción del disparo a portería, la colocación de los brazos y el tipo de agarre del stick determinarán el tipo de disparo (P o CU). Torner (1984) sugiere dominar la forma de agarrar el stick (de P y de CU) con ambas manos, de forma que ambos tipos de disparo puedan ser realizados indistintamente en función de las necesidades del juego, como si de jugadores ambidiestros se tratara. Distintos entrenadores conceden roles diferentes a las manos en función de su colocación a lo largo de la superficie del stick (mango o cuerpo del

stick). Así por ejemplo, suele ser más habitual distinguir entre mano dominante y mano no dominante. Algunos especialistas designan las funciones de mano fuerte a aquella que se coloca en la parte media del stick y con la que se imprime la fuerza en el disparo, mientras que denominan mano hábil a aquella que sujeta el stick por el puño, siendo ésta la que dirige el movimiento (Paüls y Sanz, 2017; Torner, 1984). Este hecho no sucede así en otros deportes como el hockey sobre hierba, el golf y el béisbol. Boada (2004) afirmó que el agarre en el golf depende de la fuerza, del tamaño y de la flexibilidad de las manos. En otros deportes, los jugadores agarran el stick de forma diferente a como lo hacen los jugadores de hockey sobre patines. En este sentido, la mano no dominante es la que agarra el puño del stick y la mano dominante la que se sitúa por debajo de la no dominante (Martínez de Dios, 1996; Boada, 2004; Coria, 1998).

En el hockey sobre patines, en un disparo de CU realizado por un jugador de dominancia manual derecha (DMD), los dos brazos deberían estar colocados en una posición retrasada con respecto al tronco, con la intención de conseguir el máximo pre-estiramiento posible al inicio de la fase de disparo, finalizando en el hemisferio lateral contrario al de la mano dominante, una vez el disparo haya sido realizado (figura 2).



Figura 2. Posición inicial y final del hemisferio lateral del cuerpo para el disparo de Cuchara

En un disparo de P, el jugador de DMD, colocará los dos brazos en la zona posterior a la dirección del lanzamiento, y en el hemisferio lateral contrario al de la mano dominante, en el momento inicial del movimiento. Al final de la acción, ambos brazos se situarán en la zona

anterior a la dirección del lanzamiento, y en el mismo hemisferio lateral de la mano dominante (figura 3).



Figura 3. Posición inicial y final del hemisferio lateral del cuerpo para el disparo de Pala.

En la ejecución del disparo a portería con la técnica de CU la posición de las manos en el agarre del stick determinará su potencia. La forma de agarrar el stick difiere e interviene de forma decisiva en ambas acciones técnicas, cuando se trata de un disparo a portería o de un pase. Los jugadores de hockey sobre patines experimentados suelen cambiar el agarre del stick, en función de la acción de juego: pase o disparo. Tanto en los jugadores diestros como en los zurdos, la mano dominante se sitúa en el puño del stick, mientras que la no dominante se sitúa por debajo de ésta y hacia el centro del stick, sujetándolo con una presa palmar y supinada (figura 4 - Derecha).

En el disparo de CU, además de la disposición de los brazos durante la fase de armado, la mano dominante agarrará el stick supinada (agarre palmar), mientras que la mano contra lateral se colocará en pronación (agarre dorsal). (Figura 4 - Izquierda).



Figura 4. Detalle de la posición de las manos en el agarre para el disparo de CU (imagen izquierda) y, de P (imagen derecha).

La disposición de los agarres en el disparo de CU varía sensiblemente, condicionando a que el disparo sea algo más difícil de coordinar. De la misma manera, en el disparo de CU parece más difícil de reducir el ángulo stick–bola en el instante del contacto, debido a la posición que adopta la mano dominante (Paüls, 2017). (Figura5).



Figura 5. Disparo de Cuchara. Detalle de la posición de la mano derecha dominante (extensión de muñeca) para dar ángulo a la pala del stick con respecto a la bola.

2.4.3 Descripción de las técnicas de disparo: Pala y Cuchara

Las dos técnicas más utilizadas por los jugadores de hockey sobre patines para disparar a portería son las de P y CU. Paüls y Sanz (2017) distinguen tres fases en la estructura del movimiento del disparo en el hockey sobre patines: *preparación*, *ejecución* y *seguimiento*. En cada una de las fases, se detallan distintas acciones: “colocación de la bola y agarre del stick”, “contra-movimiento y golpeo” y “seguimiento”, respectivamente. Porta y Mori (1987) distinguieron cuatro fases en la secuencia del elemento técnico en movimiento: *impulso*, *preparación*, *contacto stick–bola* y *acompañamiento*. En el hockey sobre hielo, habitualmente se describen seis fases dentro del disparo de Pala o de muñeca (arrastre): *subida*, *bajada*, *precarga*, *carga*, *lanzamiento* y *continuación* (Pearsall, Montgomery,

Rothsching & Turcotte, 1999; Villaseñor, Turcotte, y Pearsall, 2006). Aunque la mayoría de los investigadores han hecho más hincapié únicamente en tres de las fases descritas: *precarga*, *la carga y lanzamiento*. En el hockey sobre hierba las fases del disparo en un penalti corner, no difieren mucho de las fases anteriormente citadas: elevación, descenso, contacto y acompañamiento (Ayora, Brizuela, Pablos, & Cortés, 1995).

En este estudio, para describir el movimiento del disparo se decidió especificar los detalles posicionales y posturales (cinemáticos) adoptados por el jugador antes y después del mismo, en ambos hemisferios corporales (superior e inferior). El movimiento se iniciará desde parado, al igual como se realizaría un lanzamiento de un penalti, pero sin la existencia del portero. Por lo tanto, las fases se sucederán sin ningún tipo de precipitación ni restricción temporal y sin la exigencia de la precisión. Este hecho es muy importante, ya que algunos movimientos parciales ejecutados durante un partido, difieren ligeramente de los que se realizarán en el test.

Descripción del disparo de Pala

El jugador se colocará con la línea de hombros paralelo a la dirección del lanzamiento. Adelantará la pierna correspondiente a la mano dominante colocándola en semiflexión, mientras que la pierna contra lateral se situará retrasada y en semiflexión. El stick será sujetado con la mano dominante por el puño, mediante un agarre palmar y con el brazo flexionado. Con la mano no dominante, se agarrará el stick por la parte media, con una presa palmar y con el brazo casi en extensión. Desde esta posición, y con la cadera en semiflexión, se elevará el stick (abducción del brazo no dominante) en sentido contrario al disparo (armado del stick), a través de una torsión de toda columna vertebral. A partir de esa posición, se realizará una adducción del brazo no dominante y en sentido del disparo, buscando el contacto con la bola de la forma más fuerte posible.



Figura 6. Posición inicial del disparo de la bola con la técnica de Pala.

Posición

El jugador se colocará con la línea de hombros y la línea de caderas paralelas, y en la dirección del lanzamiento. El brazo de lateralidad dominante se situará adelantado y en adducción, y el hemisferio corporal superior en flexión anterior (Figura 6).

Apoyo

La extremidad inferior en apoyo anterior, que será la responsable de la impulsión, se colocará en un plano oblicuo, adoptando una posición de semiflexión y rotación externa en la articulación coxofemoral y de semiflexión en la rodilla, mientras que el pie está orientado oblicuamente en la dirección del lanzamiento.

La extremidad inferior en apoyo posterior, que será la responsable de la estabilización, se colocará en extensión coxofemoral, ligera flexión de rodilla y extensión plantar del pie, en orientación perpendicular a la dirección de lanzamiento (Figura 7).



Figura 7. Detalle de la posición de las piernas en el disparo de Pala.

Agarre

La extremidad superior dominante se sitúa anteriormente y agarra el stick por el puño, mediante rotación interna de la articulación escápulo-humeral con ligera adducción, flexión de codo, supinación de antebrazo y presa palmar.

La extremidad superior no dominante se sitúa posteriormente y agarra el stick por la caña (mango), mediante una rotación externa de la articulación escápulo-humeral en abducción, flexión de codo, con supinación de antebrazo y presa palmar (Figura 8).



Figura 8 Detalle del agarre del stick en el disparo de Pala.

Acción

Se realizará un balanceo de los brazos y del stick desde detrás hacia delante en dirección al disparo, realizando una rotación de la columna hacia el segmento lateral dominante (Figura 9).



Figura 9. Detalles del disparo de la bola con la técnica de Pala: armado de brazos y contacto con la bola.

Descripción del disparo de Cuchara

El jugador se colocará con la línea de hombros paralelo a la dirección del lanzamiento. Adelantará la pierna correspondiente a la mano no dominante, colocándola en semiflexión. La pierna contra lateral se colocará en ligera semiflexión. El stick será cogido con su mano dominante por el puño, con su brazo flexionado y mediante un agarre palmar. Con la mano no dominante, se sujetará el stick por su parte media con una presa dorsal y con el brazo flexionado. Desde esta posición, y con la cadera en semiflexión, se elevará el stick (abducción del brazo dominante) en sentido contrario al disparo (armado del stick), a través de una rotación de la columna vertebral. A partir de esa posición, se realizará una aducción del brazo dominante en sentido del disparo y buscando el contacto con la bola de la forma más fuerte posible.



Figura 10. Posición inicial del disparo de la bola con la técnica de Cuchara.

Posición

El jugador se colocará con la línea de hombros y la línea de caderas paralelas y en la dirección del lanzamiento. El segmento no dominante se situará retrasado y con una flexión anterior del tronco (Figura 10).

Apoyos

La extremidad inferior en apoyo, que se colocará adelantada y será la responsable de la impulsión, se situará en un plano oblicuo con semiflexión y rotación externa de la articulación coxofemoral y con la rodilla en semiflexión, mientras el pie se orientará oblicuamente en la dirección del lanzamiento.

La extremidad inferior retrasada y que será la responsable de la estabilización, se colocará en extensión coxofemoral, ligera flexión de rodilla, extensión plantar y orientada perpendicularmente a la dirección de lanzamiento (Figura 11).



Figura 11. Detalle de la posición de las piernas en el disparo de Cuchara.

Agarre

La extremidad superior no dominante que se situará adelantada, agarrará el stick por la caña, mediante una rotación interna de la articulación escápulo-humeral y con un ligera adducción del brazo, con el codo flexionado, el antebrazo en pronación y con la mano en presa dorsal.

La extremidad superior dominante que se situará retrasada, agarrará el stick por el puño, mediante una rotación interna de la articulación escápulo-humeral y con el brazo en abducción, el codo flexionado, el antebrazo en supinación y con presa palmar (Figura 12).



Figura 12. Detalle del agarre del stick en el disparo de Cuchara.

Acción

Se realizará un balanceo de los brazos y del stick desde detrás hacia delante y en dirección al disparo, rotando la columna hacia el segmento lateral no dominante (Figura 13).



Figura 13. Secuencia de la acción del disparo de la bola con la técnica de Cuchara.

Musculatura implicada durante el disparo de Pala y Cuchara

Dos son las partes del cuerpo que participarán principalmente en el disparo a portería: el tronco y el brazo. Riverola (2009) considera que la musculatura del brazo (bíceps, tríceps y antebrazo) y la del tronco (dorsal, deltoides, trapecio, abdominal y oblicuos) son las que actúan en la mecánica del disparo. Por su parte, Paüls & Sanz (2017) consideran que en el disparo intervienen grupos musculares de la cintura escapular, rotadores del tronco, oblicuos del abdomen, del brazo y del antebrazo. Desafortunadamente, no se tiene la certeza de la existencia de estudios publicados en los que se hayan analizado los niveles de activación muscular mediante técnicas de electromiografía durante la realización del disparo.

2.4.4 Consideraciones sobre la técnica y velocidad de disparo

Consideraciones sobre las técnicas de disparo

Una de las características que diferencian los disparos en hockey sobre patines de los del hockey sobre hielo, es el choque que el stick realiza contra la superficie del suelo. En el hockey sobre patines, contrariamente a lo que sucede en el hockey sobre hielo, no existe la fase de *precarga* o toma de contacto del stick contra el suelo. De hecho, se suele recomendar que el stick no entre en contacto con el suelo, debido al efecto que este hecho tendría en la disminución de la velocidad de la bola. La razón fundamental se debe a que los stick de hockey sobre patines no tienen las mismas características mecánicas ni físicas que los de hockey sobre hielo, en cuanto al grado de flexión de su eje, a la longitud, a la composición y a la forma de su pala. En el hockey sobre hielo se utiliza el contacto del stick con la superficie del campo para provocar la deformación del stick y aprovechar la energía elástica acumulada que posteriormente se transferirá en la fase de *carga* o de contacto al disco. Este efecto mecánico, también se da en los stick de hockey sobre patines en menor medida, y permite conseguir un pequeño aumento en la velocidad de la bola o del disco (Wu, 2003; Lalibert, 2013; Campos, 2011) (Figura 14).



Figura 14. Detalle de la flexión del eje del stick y de la torsión de la pala en el momento del contacto con la bola en un disparo de CU.

La fase de *continuación* en hockey sobre patines se define como la fase durante la cual, el stick se encuentra en contacto con la bola, transmitiéndole todo el impulso generado por el cuerpo (figura 15). En el hockey sobre hielo, tras el contacto del stick con el disco en los disparos de “muñeca”, se producirá un acompañamiento continuación del stick- disco, que facilitará la dirección seleccionada de la trayectoria del disco.



Figura 15. Acción final en el disparo de CU (fase de continuación) acabando sobre una pierna.

Consideraciones sobre la velocidad de disparo de la bola

La velocidad de la bola, aunque es uno de los factores más importantes en el hockey sobre patines a la hora de conseguir marcar, no es el único. Como en otros deportes de lanzamiento y golpeo, existe cierta cantidad de variables que influyen o pueden influir en la velocidad de disparo de la bola. La envergadura, la potencia de piernas, las características antropométricas y la habilidad o la técnica son algunas de ellas, siempre y cuando vayan acompañadas de la precisión. Otros de elementos influyentes e importantes de la velocidad de disparo de la bola son la distribución de su centro de masas en el stick, la posición de su centro de gravedad y su peso (Vaz et al., 2011), la amplitud del armado y el factor X (McLean, 1992 y McTeigue et al., 1994). Para que la técnica se aplique de forma eficaz y eficiente necesitamos de una correcta colocación postural; eficaz, porque en una situación de juego determinada se deberá de ejecutar el movimiento técnico-táctico y que éste cumpla con

su cometido, que llegue a su compañero el pase, que se meta gol, y en definitiva, que en situaciones rapidísimas de toma de decisiones, se logre el objetivo; eficiente, porque cuando la acción no corresponde a una correcta disposición de los segmentos corporales, se produce un gran gasto energético y una escasa eficacia en el movimiento, y por lo tanto, a la larga, fatiga (Minganti, 1996). Hangg, et al., (2007) llegaron a describir la postura de los jugadores de hockey sobre hielo que presentaban fatiga tras un esfuerzo. La consecuencia de ésta fue una disminución de la capacidad de generar fuerza en las extremidades inferiores para la propulsión. Por su parte Magee, (2009) identificó algunos de los movimientos del cuerpo importantes para la precisión del disparo de muñeca en el hockey sobre hielo; entre ellos están las piernas para dar estabilidad de la postura y realizar la transferencia de apoyo como parte de la aceleración de los impulsos parciales. Este mismo autor reconoce que en el hockey sobre hielo, el comportamiento cinemático del hemisferio superior mediante la orientación del tronco hacia el lanzamiento junto con la rotación de la cadera, y coordinado con el inferior, tiene una influencia importante en la potencia y precisión del disparo. No se sabe si puede ocurrir lo mismo en el hockey sobre patines, aun siendo muy parecidos los patrones de movimiento.

La mayor parte de los autores que han estudiado el disparo, ya sea en hockey sobre patines o sobre hielo, dan mucha importancia a la técnica del jugador anteponiéndola a otras variables. Sin embargo, teniendo ésta una importancia trascendental, no es la única variable responsable de la velocidad de la bola. Vaz et al., (2011) y Campos, (2011), en sus estudios comprobaron que la transmisión de la energía a la bola era más eficiente si se tenía en cuenta el tiempo de contacto stick- bola (Doré & Roy 1973; Hannon, 2011; Laliberte, 2013; Marino, 1989; Badillo, & Ayestarán, 2002); de esta manera se podía aplicar mayor cantidad de fuerza y conseguir aumentos en la velocidad de la bola.

Como se ha comentado anteriormente, existen estudios en el hockey sobre hielo y sobre patines que han determinado los elementos influyentes, en la velocidad de la bola, de índole mecánico, como lo son la rigidez o flexibilidad del eje del stick y los tipos de curvaturas de las palas (hockey sobre hielo), que almacenan la energía potencial elástica en su eje tras una deformación (Worobets et al., 2006; Campos, 2011) haciendo que esa energía, la transmitan al disco. En este sentido Campos, (2011) comprobó que los stick que tenían mayor masa en la zona de la pala, reducían la amplitud de la fuerza desarrollada durante el disparo al provocar una desaceleración, pero, por el contrario, conseguían disminuir las vibraciones en el disparo. Así mismo, confirmó que la torsión de la pala, provocada por el golpeo en la zona central de la misma, influye en el aumento de la velocidad de la bola al transferir a ésta una parte del impulso generado.

En otro sentido, en función de la ubicación del jugador en el campo en ese momento los disparos a portería se realizarán con una u otra técnica. Así un jugador de DMD patinando en diagonal hacia la mitad izquierda del campo de juego y en dirección a portería, utilizará la técnica de P para su disparo, con igual técnica lo hará un jugador de DMI, pero por el lado contrario de la pista. En los disparos de CU existen motivos que condicionarán que se cambie o no la posición de la mano no dominante en el agarre del stick, ya sea debido a un pase o a un disparo. Las razones atienden a motivos tanto cinéticos como cinemáticos. La potencia aplicada será distinta si se cambia el agarre para obtener una mejor disposición e imprimir mayor fuerza. Además, la velocidad de ejecución de los pases durante el juego, ya sea de P o de CU es relativamente alta. En estas acciones de juego la toma de decisiones se ejecuta de forma rapidísima, entre 200 y 180 milisegundos (Pérez-Tejero et al., 2011), lo que hace que no se modifique la posición del agarre de la mano. Sin embargo, en el disparo a portería si se modificará.

En relación a la técnica, no se sabe si variando la distancia entre las manos en el agarre del stick puede influir en la velocidad de la bola y en el tipo de técnica que se utiliza. Wu, (2003) afirma que los jugadores expertos en el hockey sobre hielo, aumentan las distancias entre manos, más que los no expertos. Eso provoca que puedan realizar más carga vertical sobre el stick y conseguir mayor flexión. Esto no se sabe si puede suceder en el hockey sobre patines, al no existir la fase de *precarga*. Se podría teorizar pensando en otra función de esta forma de separación de manos en el stick, como puede ser la de dar más precisión al disparo, aunque se es consciente de que se debe de estudiar.

Analizando las dos técnicas principales de disparo de la bola (P y CU) se puede apreciar que, la amplitud del armado de los brazos es distinta en cada una de ellas. La amplitud en el armado de la técnica de P es mayor que en la CU, y eso hace que tanto el eje de los hombros con respecto al de la cadera, en el caso del disparo de P, estén menos paralelos entre sí, pudiendo favorecer el aumento de fuerza propulsora del hemisferio superior del cuerpo (Figura 16 a y b).



Figura 16. Amplitud del armado de brazos de las dos técnicas de disparo: (a) izquierda de CU y (b) derecha de P.

Un detalle importante a considerar en la última fase del disparo de P es la extensión de la pierna de apoyo. Tanto los participantes de los estudios como los jugadores, en el momento

inicial del disparo a portería de forma estática, disponen los dos patines apoyados en el suelo, y la pierna anterior de apoyo flexionada. Sin embargo, antes del contacto con la bola, los jugadores realizan una transferencia de apoyo en dirección al lanzamiento que no siempre es fácil (Magee, 2009) quedando en equilibrio sobre una pierna. Esta pierna se extiende casi por completo al finalizar el contacto con la bola (fase de seguimiento o continuación) con el fin de dar impulso a todo el movimiento asegurando así el Principio de Coordinación de Impulsos Parciales (Hochmuth, 1973). La otra pierna elevada compensa la rotación del movimiento de los brazos, en función del principio de acción y reacción (3ª Ley de Newton), pudiendo ser efectivo el momento del contacto con la bola. Esto no es así siempre en el disparo de CU desde parado. Los jugadores que realizan el disparo de un penalti de CU, tanto en su fase inicial o de preparación como en su fase final o acompañamiento, casi siempre, los dos patines permanecen en contacto con el suelo. Si teorizamos sobre esta cuestión, las razones pueden ser varias: la primera por motivos de estabilidad. Parece mucho más estable un disparo con los dos patines apoyados en el suelo que con uno solo. Esta razón nos lleva a la segunda, la precisión. Probablemente esta disposición más estable pueda hacer que aumente el grado de precisión en el disparo al no producirse esos pequeños desplazamientos del patín al quedarse en un solo apoyo, aunque parece que no existe una clara orientación del cuerpo hacia el objetivo (Magee, 2009). Otras razones podrían ser que la alta velocidad de todo el movimiento da ventaja al jugador por no permitir tiempo de anticipación al portero. El armado en la fase preparatoria se realiza de forma anticipada, es decir, ya está elevado el stick con una amplitud media, antes de que el árbitro pueda empezar a contar los cinco segundos que le quedan al jugador para iniciar el disparo (Figura 17).



Figura 17. Fase de continuación del disparo de CU. Detalles de la posición final del disparo sobre dos pies (imagen izquierda) o sobre un pie (imagen derecha).

Para concluir se puede decir que, los jugadores con una buena técnica son capaces de cambiar los parámetros temporales del disparo, así como la cinética de las fases y la orientación de la pala del stick (en hockey sobre hielo) para alterar la velocidad de la bola (Lomond, 2007; Woo, 2004). Por ello, haya o no materiales en la construcción de los stick que mejoren sus propiedades mecánicas, y existan o no variables que hagan aumentar la velocidad del disparo, lo que debería prevalecer es la habilidad técnica del jugador a través de una adaptación a las propiedades del stick para que se le pueda sacar todos sus beneficios.

**III. OBJETIVOS
Y
METODOLOGÍA**

III. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Objetivos generales

- 1) Contextualizar y describir la utilidad del disparo de Pala en el hockey sobre patines.
- 2) Analizar los factores que influyen en la velocidad de disparo de Pala en el hockey sobre patines.

Objetivos específicos

- 1) Contextualizar y describir la utilidad del disparo de Pala y de Cuchara en el hockey sobre patines:
 - a) Describir las técnicas de disparo más relevantes en el hockey sobre patines (Estado de la cuestión).
 - b) Cuantificar el número disparos de Pala y de Cuchara que realizan los jugadores de hockey sobre patines de diferentes categorías, a lo largo de un partido de hockey (Estudio 1).
 - c) Determinar la velocidad máxima de disparo en las técnicas de Pala y de Cuchara y su evolución a lo largo de 35 disparos (Estudio 2).
- 2) Analizar los factores que influyen en la velocidad de disparo de Pala en el hockey sobre patines:
 - a) Calcular el grado de relación existente entre diferentes variables de condición física (capacidad de salto vertical, fuerza de presión, velocidad de cambio de dirección y velocidad de lanzamiento) y la velocidad de disparo de la bola con la técnica de Pala (Estudio 3).
 - b) Determinar el grado de implicación del equilibrio estático en la velocidad de disparo de la bola hacia portería desde parado con técnica de Pala (Estudio 4).
 - c) Comparar el equilibrio corporal estático entre jugadores de hockey sobre patines de diferentes niveles y estudiantes de educación física (Estudio 4).

Es preciso destacar la importancia de la muestra obtenida en este trabajo. El número de participantes, y la categoría de los mismos, pueden determinar el mayor o menor alcance de una investigación. Los participantes a los que tuvimos acceso a lo largo de la realización de los diferentes estudios han supuesto un gran valor para los investigadores de la presente tesis. Estos participantes han sido: jugadores de la selección española y la selección chilena de hockey sobre patines (1ª y 10ª respectivamente en el ranking por selecciones nacionales); diez equipos de la máxima categoría del hockey español (división de honor u OK liga), clasificados entre los 45 a 54 mejores equipos del mundo (2014 y 2015 respectivamente) dos equipos pertenecientes a las categorías de 1ª catalana y 1ª nacional catalana de hockey sobre patines. También participaron en el estudio estudiantes del grado en Ciencias de la Actividad Física y Deportes. De este modo se procuró que los disparos a portería como una de las acciones más importantes del juego se convirtiesen en el punto central de estos cuatro estudios.

Para poder llevar a cabo las valoraciones de los estudios de campo con éxito, anteriormente se hicieron dos estudios piloto con jugadores del equipo de Alpícat procedentes de la categoría 1ª nacional catalana (actualmente ascendidos a 1ª nacional española) y del Llista Blava (Ok Liga). En un primer estudio piloto se analizaron las velocidades de disparo de P y CU con manguitos de compresión. Este serviría para diseñar el estudio sobre la “Determinación del número de lanzamientos a portería en los test de velocidad de disparo desde parado, en hockey sobre patines”. En un segundo estudio piloto, se valoraron la “Correlación entre la potencia muscular de extremidades inferiores y superiores con la velocidad de disparo de la bola en el hockey sobre patines”. Estos estudios previos sirvieron de experiencia para poder valorar con eficacia, a los diez equipos de división de honor y a los equipos nacionales.

En los estudios en los que se hace referencia a la dominancia manual derecha (DMD) o izquierda (DMI) del participante, a veces queda ésta determinada con la palabra zurdo o diestro. El propósito de ello es simplificar el lenguaje, aunque eso no representa necesariamente que el participante sea definido como zurdo o diestro de mano. Con ello en este deporte, se quiere dar importancia a la dominancia lateral manual independientemente de que un participante sea diestro o zurdo manualmente y que ello le haga coincidir con su dextralidad o zurdería natural.

IV. PARTE EXPERIMENTAL

ESTUDIO 1

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DISPAROS A PORTERÍA EN PARTIDOS DE HOCKEY SOBRE PATINES

IV. PARTE EXPERIMENTAL

Estudio 1. Determinación del número de disparos a portería en partidos de hockey sobre patines

1.1 Introducción

En el hockey sobre patines el disparo a portería, al igual que sucede en la mayoría de deportes colectivos, es uno de los principales elementos técnicos. Su éxito dependerá, entre otros, de la velocidad que alcance la bola en el momento del disparo, del momento y lugar de la pista desde el que se realice, de su precisión y de la incapacidad de los contrarios para interceptar la trayectoria de la bola (Bárcenas & Román, 1991).

Diversos estudios han analizado la importancia de la velocidad de lanzamiento o de disparo en otros deportes como el balonmano (Párraga, Sánchez & Oña, 2001, Pokrajac 1980, Bretagne 1980, Zeier 1987,), el tenis (Corbi 2008), el fútbol (Anderson and Dörge 2009) o el beisbol (Padilla-Alvarado 2010), concluyendo que la velocidad de lanzamiento o de disparos a portería, junto con la precisión, resultan fundamentales a la hora de conseguir marcar. Por otra parte, el número total de acciones de juego específicas que realiza un jugador a lo largo de un encuentro y de su distribución temporal, permitirá obtener información útil sobre los volúmenes de trabajo específico a desarrollar durante los entrenamientos (Ponce, 2011) y mejorar la especificidad de los test utilizados para la valoración de la condición físico-técnica (Delaney, Cummins, Thornton & Duthie, 2017; Russel et al., 2016).

En general, en el hockey sobre patines suelen describirse dos técnicas de disparo fundamentales: el disparo de Pala y el de Cuchara. La utilización o preferencia de una técnica sobre la otra estará relacionada con diversos factores como el nivel técnico del deportista, la situación real de juego, los factores biomecánicos y la lateralidad del sujeto. Así por ejemplo,

en relación a la dominancia lateral, Olex-Zarychta & Raczek (2008), sugirieron que la calidad de los movimientos realizados con las manos está influenciada, no sólo por la capacidad de procesar la información de forma central (especialización hemisférica del cerebro), sino también por la capacidad de generar nuevos patrones de movimiento y por los factores biomecánicos relacionados con la realización de la acción específica, pudiendo existir diferencias cualitativas y cuantitativas en la potencia de lanzamiento en función del tipo de técnica utilizada (Aragón et al., (2010). En gimnastas de alto nivel se ha observado que los atletas son capaces de variar las asignaciones de mano fuerte y mano hábil en función del sentido de rotación longitudinal preferente (SRLP) y los enlaces de sus elementos técnicos en el ejercicio de competición (Ballester, Planas, Bedoya & Vernetta, 1997).

La fatiga es otro de los aspectos que preocupan a los entrenadores de los equipos deportivos. La repetición continuada de un patrón deportivo específico, unido a la disminución de los depósitos energéticos, comportará la aparición de la fatiga y con ello, la pérdida de prestación y efectividad. Existen numerosos autores que han constatado que la aparición de la fatiga en los deportes colectivos puede disminuir el número de acciones explosivas y la intensidad a la que éstas son realizadas, la capacidad de alcanzar el pico máximo de fuerza y la altura a la que es capaz de saltar un jugador (Bangsbo, Marcello, & Krustup, 2007; Oliver, Armstrong, & Williams, 2007; Andersson et al., 2008; Marinho, Cretu, & Marques, 2011; Hagg, Wu & Gervais, 2007). En cuanto a la disminución de la intensidad de los disparos a portería y su relación con la fatiga en el hockey sobre patines, no se tiene constancia de estudios que expliquen esa asociación pero se ha llegado a observar en un estudio realizado con jugadores profesionales del hockey sobre patines durante un partido amistoso, que la fuerza de prensión de las manos después del encuentro había aumentado ligeramente tanto en la mano derecha como en la izquierda, aunque no siendo ese aumento estadísticamente significativo (Blanco et al., 2001).

Por todo ello, el objetivo del presente estudio fue cuantificar el número de disparos que ejecutan los jugadores de hockey sobre patines de diferentes categorías de juego (selección nacional, división de honor (OK Liga) y primera nacional catalana (1ªNC), así como el tipo de técnica (P o CU), en el transcurso del partido (1ª o 2ª parte) y la extremidad dominante que para ello utilizan (mano derecha o mano izquierda).

1.2 Material y Método

1.2.1 Participantes

En el presente estudio se han analizado los registros de 15 encuentros de hockey patines pertenecientes a diversas competiciones de distinta categoría: 5 fueron del mundial de Angola (2013), 4 de la OK Liga o División de Honor española (temporada 2012-2013) y 6 de la competición de 1ª Nacional Catalana (temporada 2012-2013) (Tabla 8). En el conjunto de los encuentros analizados participaron 21 equipos y 138 jugadores, pertenecientes a las tres categorías de competición mencionadas (tabla 1). Se analizaron un total de 641 disparos: 283 (44%) OK Liga, 195 (30%) Liga Nacional Catalana, 163 (25%) Mundial de Angola.

Tabla 8

Descripción de los equipos participantes en función de la categoría de competición de juego

1ª Nacional Catalana (n = 7)	División de Honor (n = 7)	Mundial Angola (n = 7)
Caldes	Llista	Brasil
Alpicat	Vilafranca	Francia
Vic	Igualada	Suiza
Bell-lloc	Vendrell	Portugal
Bigues i Riells	Calafell	España
M. de Voltregà	Lloret	Argentina
Tona	Reus	Chile

1.2.2 Instrumentos y Procedimiento

Todos los partidos de OK Liga fueron localizados y descargados a través de la página de la Real Federación Española de Patinaje (RFEP). Los encuentros de 1ª NC fueron filmados con una cámara Sony Handycam HD (25 Hz). Con la intención de poder captar todo el terreno de juego sin necesidad de modificar la posición de la cámara, ésta fue instalada en el centro de la pista y en una posición lo suficientemente elevada como para garantizar la visualización completa de la pista. Además, se prestó una especial atención en que la cámara fuera colocada siempre en la misma posición relativa, garantizándose así que no se modificase la perspectiva durante la grabación. Todas las filmaciones fueron realizadas por el mismo investigador. Para el análisis de los partidos pertenecientes al campeonato del mundo de Angola, se seleccionaron las imágenes a partir de los partidos filmados por Radio Televisión Española (RTVE). Todos los encuentros analizados tuvieron una duración máxima de dos partes de 25 minutos, a excepción de los encuentros del mundial de hockey sobre patines que fueron de 20 minutos. En este sentido, la entidad organizadora tiene la potestad de determinar la duración máxima del encuentro, no pudiendo éste sobrepasar en su totalidad los 50 minutos de duración, repartidos en dos periodos de 25 minutos.

Para la contabilización de los disparos fueron registrados todos aquellos movimientos que, precedidos de un armado de brazos, buscaron dirigir la bola hacia la portería con la intención de conseguir marcar. No fueron seleccionados los pases entre jugadores ni los arrastres por considerarse que, en estos últimos, el nivel de intensidad requerida era demasiado bajo. Para el registro de los disparos a portería, se confeccionó una planilla de observación en la que se anotaron: el número de identificación del jugador, el número de disparos realizados por cada jugador, el tipo de técnica utilizada (P o CU) y la parte en la que se realizaba (1ª parte y 2ª parte). En esa misma planilla, se anotó la dominancia manual de cada jugador (diestro o zurdo) en función de la mano con la que el jugador agarraba el stick

por el puño. Las variables analizadas en este estudio fueron el número total de disparos a portería por jugador y partido, el número de disparos realizadas en cada parte del encuentro (1ª y 2ª parte), la técnica utilizada en la realización de los disparos (P o CU), el número de disparos realizados por competición (OK Liga, Mundial de selecciones y 1ª NC) y la dominancia manual (DM) utilizada en cada técnica de disparos (mano derecha o izquierda y técnica de P y CU).

1.2.3 Análisis estadístico

Con la intención de comprobar la variabilidad intra e interobservador, dos observadores independientes y expertos en hockey sobre patines, evaluaron en dos ocasiones la misma secuencia seleccionada al azar (dos medias partes de dos partidos diferentes). Se calculó el coeficiente de variación ($CV = DE/mediana \times 100$) y el coeficiente de correlación intraclass (ICC) para ambos tipos de técnica (P o CU). Dichos coeficientes no se calcularon en el resto de variables por considerar que no formaban parte del objetivo principal de esta tesis. Las variables cualitativas se han resumido mediante frecuencias y porcentajes, puesto que las variables cuantitativas no se ajustaron a la normalidad (Shapiro-Wilk), se resumen mediante descriptivos basados en ordenaciones (percentiles) y diagramas de caja (boxplot). Se comprobaron las hipótesis del estudio mediante el análisis de regresión logística, considerando como variable dependiente el *número de disparos por jugador*, y como variables independientes *la parte del partido* (1ª parte o 2ª parte), *la técnica de disparo* (P o CU), *la dominancia manual del jugador* (DM) diestro o zurdo, controladas por la categoría de *competición* (1ª NC, OK Liga o Mundial de Angola). En todos los análisis se estableció el nivel de significación en $p < 0,05$.

1.2.4 Variabilidad intra e interobservador

El coeficiente de correlación intraclass (ICC) (variabilidad intersujeto) obtenido para ambos tipos de disparo fue mayor a 0,90 (número de disparos de Pala = ,976; número de disparos de Cuchara = ,988). En relación al coeficiente de variación (variabilidad intrasujeto) fueron todos menores al 7% (Snedecor & Cochran, 1989) (Número de disparos de Pala= 3,18 %, número de disparos de Cuchara: 4, 12%).

1.3 Resultados

1.3.1 Modelo de regresión logística

El modelo de regresión logística resultó estadísticamente significativo ($F = 4,28$; $p = ,006$), obteniéndose un coeficiente de determinación $R^2 = ,0392$. La mayor cantidad de disparos a portería se produjo en la categoría de competición de OK Liga con un total de 283 (44%) disparos, seguida de la categoría de competición 1ªNC con 195 (30%) disparos y del Campeonato del Mundo con 163 (25%) (Figuras 18 y 19).

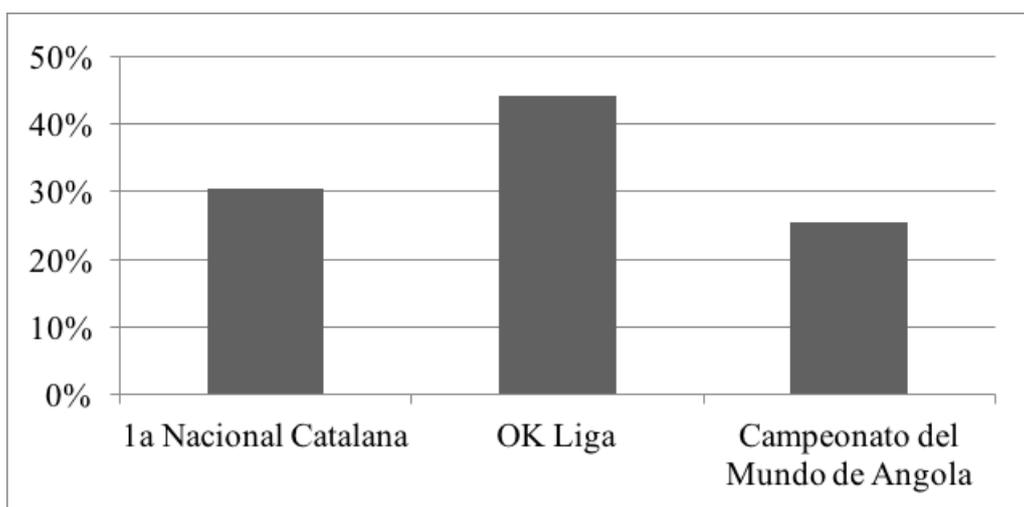


Figura 18. Número total de disparos a portería en función de la categoría de competición.

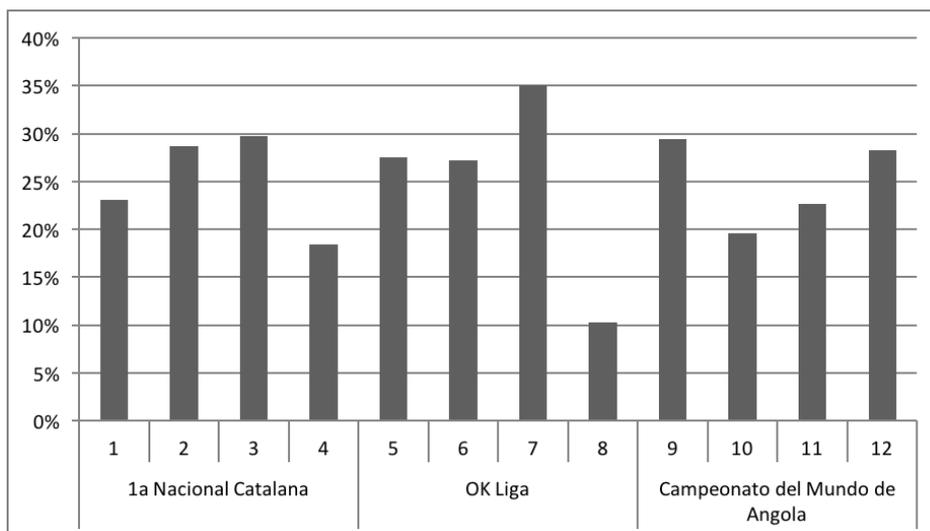


Figura 19. Número total de disparos a portería en función del partido y la categoría de competición.

A continuación, en la tabla 9 se puede apreciar el número de disparos por partido y el porcentaje que representan (parciales y totales) en función de la categoría de competición.

Tabla 9

Número total de disparos a portería en función del partido y la categoría de competición

Categoría de Competición	Partido	Nº disparos	%
1a Nacional Catalana	1	41	23%
	2	51	29%
	3	52	29%
	4	33	19%
	Total	177	29%
OK Liga	5	73	28%
	6	72	27%
	7	94	36%
	8	24	9%
	Total	263	43%
Campeonato del Mundo de Angola	9	48	29%
	10	32	20%
	11	37	23%
	12	46	28%
	Total	163	25%
Total		603	

1.3.2 Número de disparos a portería por jugador

El máximo número de disparos a portería efectuados por un jugador en un partido, se registró en la categoría de competición de 1ª NC y fue de 22 disparos. En la categoría OK Liga fue de 16 disparos y en la categoría del mundial de Angola fue de 14 disparos. Las medianas (IQR) obtenidas en cada una de las competiciones analizadas fueron de 3 (5) disparos por partido en la categoría de 1ª NC, 6 (6,25) para la competición de la OK Liga y 3,5 (4) para la competición del Mundial de Angola. En relación al número de disparos a portería por minuto de juego, (dado que la duración de los partidos es menor en la categoría del Mundial de Angola, hemos procedido a normalizar el número de disparos por minuto de juego), observamos que la mediana (IQR) en la categoría de OK Liga fue de 0,58 (0,13), en la categoría de 1ª NC fue de 0,44 (0,10) y en la categoría del Mundial de Angola de 0,35 (0,12).

Efectuando los contrastes según competición, se observa que el número de disparos por jugador presenta diferencias estadísticamente significativas entre el Mundial de Angola y la OK Liga ($t = 3,359$; $p = ,003$), diferencia de medias 1,0599, $SE = 0,316$.

1.3.3 Número de disparos a portería por partes del encuentro

En relación al número de disparos a portería por partes del encuentro, el mayor porcentaje de disparos a portería tuvo lugar en las primeras partes de la categoría de 1ª NC (58% vs 42%), seguida del campeonato del mundo de Angola (59 % vs 41%), y seguido de la categoría de OK Liga (51 % vs. 49 %) (figura 20, 21 y tabla 10). En relación al número total de disparos por jugador y por parte, las medianas (IQR) obtenidas en la 1ª NC fueron de 2 (2) disparos por parte; en la categoría de OK Liga de 3 (3) disparos en la primera parte y 3 (3,5) disparos en la segunda parte; y en la categoría del mundial de Angola de 2 (2) disparos en la primera parte y de 3 (2) en la segunda parte. En relación al número de disparos por minuto, la categoría en la que más disparos se realizaron fue en la segunda parte de la OK Liga con 0,12

(0,28) disparos a portería (*mediana (IQR)*), seguida de la primera parte de la categoría de 1ª NC con 0,08 (0,08) disparos y la primera parte del Campeonato el Mundo de Angola con 0,15 (0,10) disparos por minuto de juego.

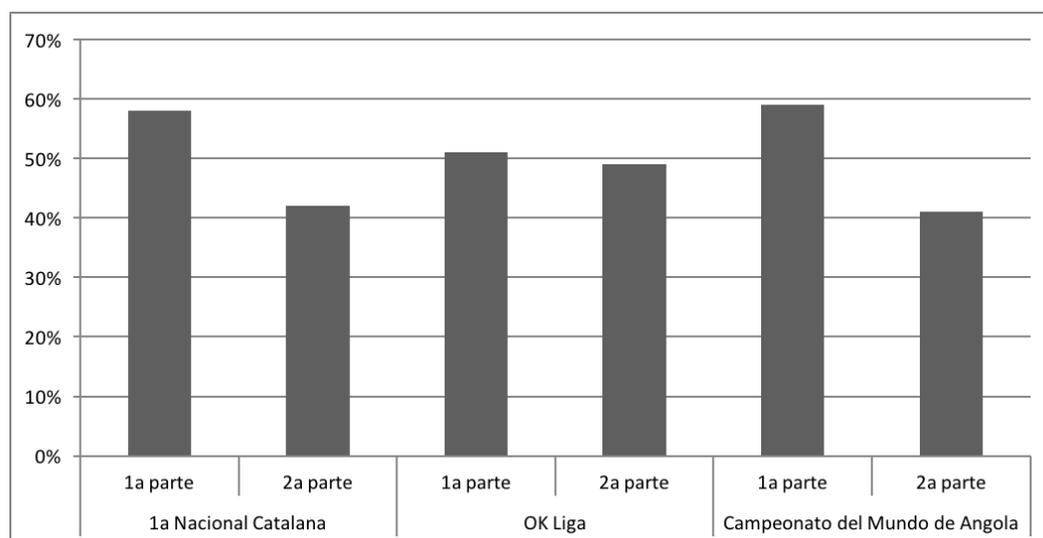


Figura 20. Número total de disparos en cada parte del encuentro según la categoría de competición.

Tabla 10

Número total de disparos en cada parte del encuentro según la categoría de competición

Competición	Parte	Nº disparos	%
1a Nacional Catalana	1a parte	102	58%
	2a parte	75	42%
OK Liga	1a parte	134	51%
	2a parte	129	49%
Campeonato del Mundo de Angola	1a parte	96	59%
	2a parte	67	41%
Total	1a parte	332	55%
	2a parte	271	45%
	Total	603	

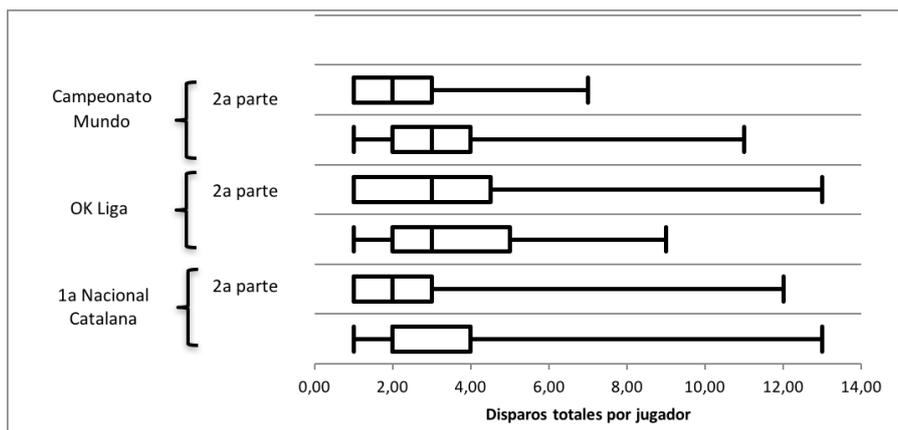


Figura 21. Número total de disparos por jugador en cada parte del encuentro según la competición.

En los contrastes efectuados del modelo de regresión, según parte y categoría de competición, no se observó que el número de disparos por jugador, presente diferencias estadísticamente significativas ($t = 1,224$; $p = ,222$) en relación a la parte de juego.

1.3.4 Número de disparos por jugador en función de la técnica

La técnica de disparos a portería más utilizada por todos los jugadores de las tres competiciones fue la de P (69%) frente a la de CU (31%). El análisis descriptivo del número de disparos según la técnica de lanzamiento por categorías de competición puede consultarse en la figura 22 y tabla 11.

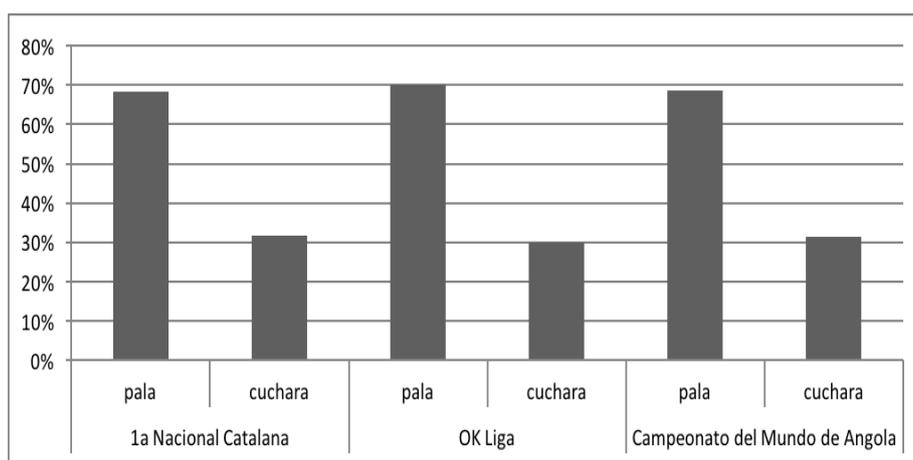


Figura 22. Número total de disparos en función de la técnica y categoría de la competición.

Tabla 11

Número total de disparos en función de la técnica según la categoría de competición

Competición	Técnica	Nº disparos	%
1a Nacional Catalana	Pala	133	68%
	Cuchara	44	32%
OK Liga	Pala	201	70%
	Cuchara	62	30%
Campeonato del Mundo de Angola	Pala	113	69%
	Cuchara	50	31%
Total	Pala	447	69%
	Cuchara	156	31%
	Total	603	

Tabla 12

Valores mínimos, percentil 1 (C1), mediana, percentil 3 (C3) y valor máximo para las técnicas de Pala y Cuchara en función de la categoría de competición

	Pala					Cuchara				
	Mínimo	C1	Mediana	C3	Máximo	Mínimo	C1	Mediana	C3	Máximo
Mundial de Angola	1	2	3	4	10	1	1	1	2	7
1ª Nacional Catalana	1	1	3	4,5	17	1	1	2	3	9
Ok liga	1	1,75	4,5	6	16	1	1	1,5	3	23

El modelo de regresión manifiesta que el número de disparos por jugador y partido según la técnica empleada presenta diferencias estadísticamente significativas ($t = 6,753$; $p < ,001$), diferencia de medias 2,019, $SE = 0,2989$. Efectuando los contrastes según técnica y la categoría de competición, se observan diferencias estadísticamente significativas entre el Mundial de Angola y la OK liga ($t = 2,945$; $p = ,009$), diferencia de medias 1,0599, $SE = 0,3599$.

1.3.5 Número de disparos por jugador en función de la DM

En relación a la dominancia manual (DM), del total de los jugadores analizados en las tres categorías de competición de este estudio ($n = 139$), 97 fueron diestros mientras que el resto fueron zurdos (42 jugadores). No se observaron diferencias significativas en el número de disparos a portería entre jugadores diestros y zurdos ($p = ,541$), ni en ninguna de las técnicas utilizadas por éstos de CU ($p = ,743$) y de P ($p = ,551$). El número de jugadores DMD y DMI por categorías de competición y equipos puede ser consultado en la tabla 13, mientras que el porcentaje de jugadores DMD y DMI por competición puede consultarse en la figura 24. El número total de disparos según la DM y categoría de competición puede ser consultado en las tablas 14 y 15, y el número de disparos por jugador y partido según la DM y categoría de competición pueden consultarse en las figuras 23 y 24 respectivamente.

Tabla 13

Dominancia manual por equipos.

Selecciones			1ª NC.			OK Liga		
Equipos	D	I	Equipos	D	I	Equipos	D	I
España	6	2	Alpicat	5	1	Llista	7	0
Brasil	3	3	Caldes	5	2	Calafell	5	2
Francia	4	3	Vic	5	0	Vilafranca	3	4
Suiza	5	2	Bell-lloc	5	0	Lloret	4	1
Portugal	4	3	Masias	5	0	Vendrell	6	2
Argentina	4	3	Tona	4	2	Igualada	6	2
Chile	3	4	Bigues	4	3	Reus	4	2
Total	29	20		33	8		35	13

D= domnancia manual derecha

I= dominancia manual izquierda

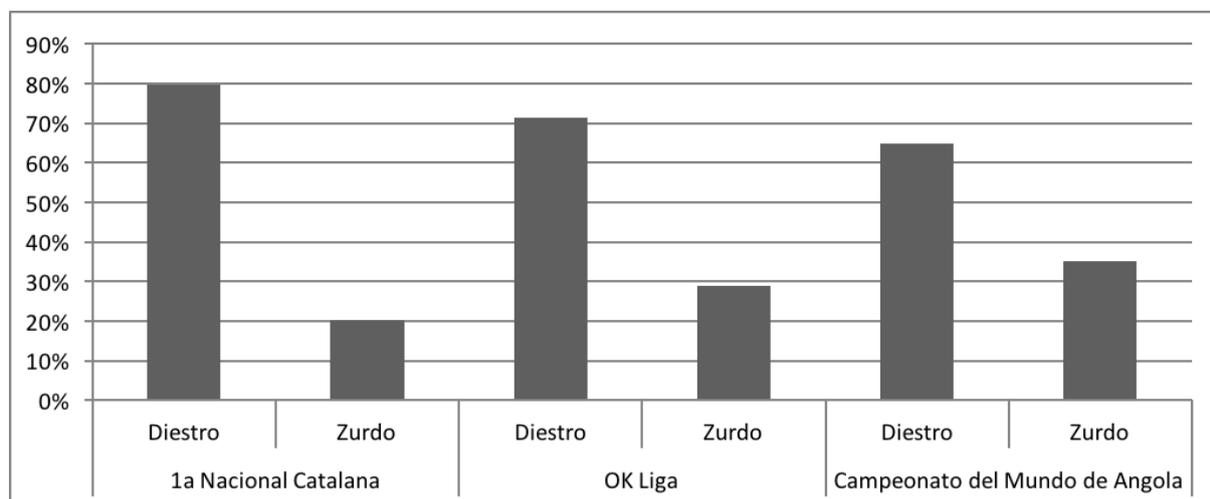


Figura 23. Número total de disparos según DM y categoría de competición.

Tabla 14

Número total de disparos según la DM y categoría de competición

Competición	Dominancia manual	Nº disparos	%
1a Nacional Catalana	Diestro	141	80%
	Zurdo	36	20%
OK Liga	Diestro	188	71%
	Zurdo	75	29%
Campeonato del Mundo de Angola	Diestro	82	50%
	Zurdo	81	50%
Total	Diestro	411	68%
	Zurdo	192	33%
	Total	603	

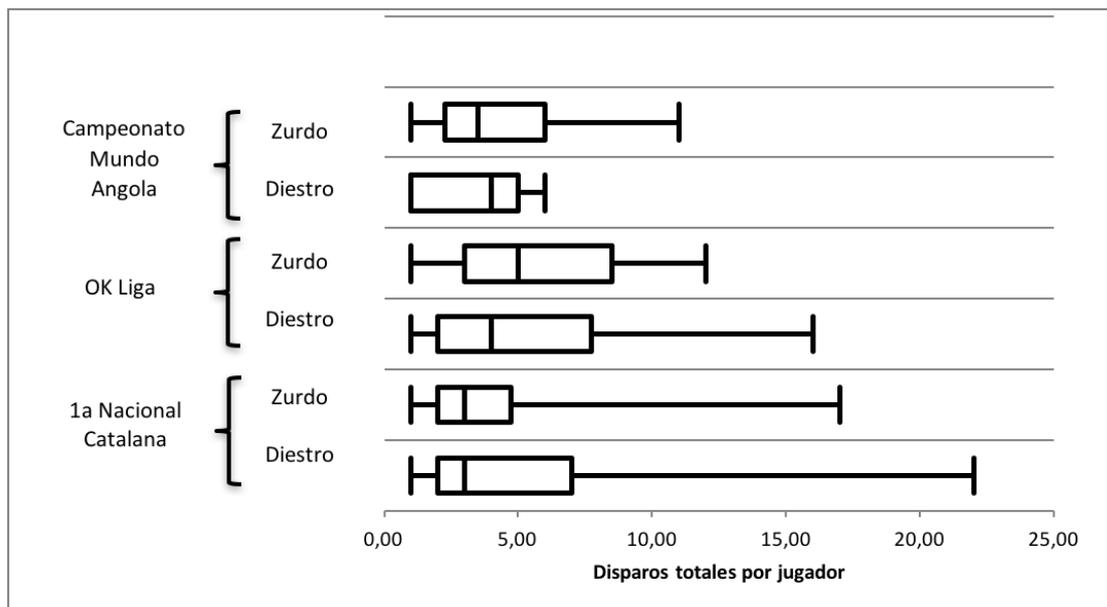


Figura 24. Número totales de disparos por jugador y partido según la DM y categoría de competición.

En los contrastes efectuados del modelo de regresión, según la DM y la categoría de competición, no se observa que el número de disparos por jugador y partido, presente diferencias estadísticamente significativas ($t = ,612; p = ,541$).

Tabla 15

Valores mínimos, percentil 1 (C1), mediana, percentil 3 (C3) y valor máximo de disparos totales en jugadores diestros y zurdos en función de la competición

	Diestro					Zurdo				
	Mínimo	C1	Mediana	C3	Máximo	Mínimo	C1	Mediana	C3	Máximo
Mundial de Angola	1	1	4	6	9	1	2,25	3,5	6	14
1ª Nacional Catalana	1	2	3	7	22	1	2	3	4,75	17
Ok Liga	1	2	4	7,75	29	1	3	5	8,5	14

1.4 Discusión

Número de disparos a portería

El número de veces que un equipo dispara hacia portería, unido a otros factores como, la frecuencia (número de disparos por tiempo efectivo de juego) (Laffaye, Phomsoupha & Dor, 2015) o la forma como el tanteo ha sido conseguido (tanteo directo, error no forzado y error forzado) (Abian-Vicen, Castanedo, Abian & Sampedro, 2013) son factores que han sido relacionados con la victoria en los deportes colectivos. Aunque, el éxito dependerá de la eficacia de éstos y muchos otros factores, algunos de ellos pueden ser estudiados con la intención de obtener información que permita mejorar la forma de orientar y organizar los entrenamientos para su optimización. En un primer momento el objeto de este estudio fue la valoración del máximo número de disparos a portería, ya que esta información puede resultar muy útil a los entrenadores. Las razones para ello son que permitirá conocer el volumen de disparos que deberá trabajarse durante el entrenamiento en aquellas tareas en las que se busque la máxima especificidad. Por otra parte, el disparo es el elemento técnico-táctico al que se recurre, en muchos de los casos, para atacar sistemas de juego defensivos zonales que impiden conseguir la penetración hacia la portería contraria. En este sentido, la realización por defecto de un número menor de disparos en los entrenamientos a los requeridos durante la competición, podría comprometer el nivel de intensidad general y muy probablemente la eficacia en la precisión favorecida por la aparición de la fatiga durante los encuentros. Esto es así si se tiene en cuenta que casi siempre los disparos a portería van acompañados de un desplazamiento con cierta intensidad a excepción de los disparos de penalti, las faltas directas y las faltas que se cometen próximas a la portería contraria. Más tarde se pudo comprobar, que el estudio permitiría poder definir con mayor exactitud el número de disparos necesarios a realizar en las baterías de test para la valoración del rendimiento.

Aunque estos valores pueden ser considerados una excepcionalidad (rango 1-22), ya que dicho valor se aleja bastante del número medio de disparos realizados. En relación a las diferentes categorías de competición analizadas se observó que la Ok Liga es la competición en la que mayor número de lanzamientos fueron realizados, seguido de la 1ªNC y selecciones del mundial respectivamente. Aunque parece se ha demostrado que equipos de menor nivel suelen mostrar un mayor porcentaje de actividades de alta intensidad (Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, & Drust, 2009), como forma de compensar su menor nivel técnico-táctico, (Mohr, Krustup & Bangsbo, 2003), en esta investigación se observa que esto no ha ocurrido siempre. Entre las posibles explicaciones pueden estar la dificultad de los encuentros por las características de los oponentes en esa competición. Así, cuanto más calidad tienen los equipos que se enfrentan mayor intensidad desempeñan en ese partido (Rampinini, 2007). Este aspecto no fue tenido en cuenta en esta investigación. Además, suele observarse, que dos equipos que están al mismo nivel de juego, en función de la importancia del encuentro como una final europea, una Copa del Rey o un mundial, posiblemente desarrollen una intensidad mucho mayor que entre dos equipos de distinto nivel. Así mismo, tampoco se han tenido en cuenta los resultados parciales, a favor o en contra, durante el desarrollo del encuentro (O'Donoghue, Boyd, Lawlor, & Bleakley, 2001), lo que produce que, el grado de implicación de los jugadores por aspectos motivacionales o por superioridad numérica, condicionen el juego (Carling & Bloomfield, 2010).

Otras de las razones que justifican este hecho, podría ser que la duración de los partidos, ya que en el Mundial de Angola ésta fue menor, lo que supone que habiéndose disputado diez minutos menos de juego, el número final de disparos debería ser menor. En el mismo sentido se sugiere, que es posible que otros motivos pudieran estar relacionados con aspectos técnico-tácticos ligados con los sistemas de juego empleados por los equipos y con la aparición de una posible fatiga. Así, por ejemplo, en el caso de los equipos de 1ªNC, en

relación a los de la OK Liga, podría resultar lógico pensar que los primeros poseen un nivel técnico-táctico menor que los segundos, y que no les permite mantener una elevada frecuencia de acciones en el área de la portería, lo que podría justificar un incremento en el número de disparos a medida que avanza el partido a pesar de la fatiga. En este sentido, recientemente se ha observado que aquellos jugadores de hockey (hierba) con mayor experiencia poseen una mejor capacidad de activar determinadas partes de su cerebro relacionadas con la capacidad de anticipación (Wimshurst, Sowden & Wright, 2015) que a su vez está asociada con el nivel táctico de los jugadores. Esto puede suponer, que equipos con menor nivel técnico- táctico tengan que efectuar más disparos a portería para rebasar los sistemas defensivos de los oponentes.

Como justificación a lo observado, las diferencias registradas en el número de disparos a portería en función de la categoría de competición de juego podrían explicar la necesidad de introducir volúmenes distintos de entrenamiento, en función de diversos aspectos de la competición de los equipos como por ejemplo de sus sistemas defensivos.

Número de disparos a portería por partes del encuentro

Un valor indicativo que podría ayudar a intuir la posible existencia de una fatiga acumulada a medida que avanza el partido es el número de disparos realizados en cada parte. En este sentido, en este estudio se observa que no existían diferencias significativas en relación al número de disparos a portería en función de la mitad de juego analizada ($p = ,2219$). Este hecho parece que no sucede en otros deportes como el fútbol, en los que a medida que avanza el juego, el número de acciones específicas de alta intensidad parecen reducirse como consecuencia de la aparición de la fatiga (Bangsbo, Marcello, & Krustup, 2007; Krustup, Zebis, Jensen, & Mohr, 2010). Algunas de las posibles razones que podrían justificar estas diferencias son el hecho de que, en el hockey, el jugador utiliza para

desplazarse patines, lo que supone un menor gasto energético debido a una menor amplitud articular en los movimientos propulsivos realizados con las piernas, tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica (Millet, Perrey, Candau, & Rouillon, 2002). Sin embargo, teniendo en cuenta que en la mayoría de las acciones que se producen en un partido presentan cambios de dirección, aceleraciones, frenadas, y derrapes, y no exclusivamente desplazamientos en línea recta, cuanto más agarre existe sobre la superficie del suelo más gasto energético se produce (Blanco et al., 1997).

Número de disparos a portería en función del tipo de técnica utilizada

En relación al tipo de técnica utilizada en el disparo de la bola, del total de disparos realizados (n = 603) el 69% de los realizados a portería, la técnica utilizada fue la de P, frente a un 31% que se realizó con la técnica de CU. Aunque se ha podido observar cierta predisposición por parte de algunos participantes hacia un tipo concreto de técnica en el disparo, no parece existir una explicación clara de las causas que provocan este hecho. Algunas hipótesis podrían estar relacionadas con la especialización debido a un aprendizaje preconcebido de la técnica de P respecto a la de CU. La posible causa de esta predisposición podría ser la pequeña dificultad que comporta la técnica en sí (Paüls, 2017). Debido a la orientación de la línea de hombros en el armado con respecto a la dirección del disparo, junto con un menor rango de movimiento en su conjunto, una disposición relativamente cambiante de las manos en el agarre del stick (pronación de la mano no dominante y extensión de la mano dominante) y un ángulo de contacto stick – bola que hace modificar la postura de la mano dominante, ésto probablemente haría aumentar la dificultad del disparo de CU y por lo tanto que el jugador tuviese mayor preferencia por el de P. Sin embargo, según los expertos, en la iniciación deportiva los niños aprenden a levantar la bola de cara a portería con la

técnica de CU antes que el disparo de P, ya que les resulta más fácil debido a la posición del ángulo de la pala del stick con respecto a la bola.

Número de disparos a portería en función de la DM y la técnica de lanzamiento.

En cuanto a la dominancia manual, en nuestro estudio se observó que el 70.28% de los participantes manifestaron una DM diestra (n = 139), mientras que el 29,71% restante utilizó la mano izquierda como dominante. Se sabe que aproximadamente entre el 10 y el 13% de la población humana tiene preferencia por la mano izquierda para manipular objetos (Raymond, 1996; Grouios, 2000). A lo largo del presente estudio se habla de dominancia manual (DM) y no de zurdería o dextralidad. Se ha podido observar como varios participantes que declarando ser diestros agarran el stick por el mango con la mano izquierda. Ellos consideran que la mano que colocan por debajo de la que agarra el puño debe ser la mano potente. Esto mismo se ha percibido con anterioridad que en otros deportes como el hockey sobre hierba, el golf o el beisbol hacen lo mismo, incluso en el hockey sobre patines portugués. Suárez (1993) especifica que la mano hábil debe colocarse por encima de la mano potente, es decir, agarrando el puño del stick. Asimismo, Aragón et al., (2010) observaron que las diferencias que pueden existir entre los lanzamientos de los waterpolistas con la mano dominante con respecto a la no dominante tienen relación con la precisión y coordinación, y velocidad, potencia y rango de movimiento respectivamente. Por otra parte, es de resaltar que los participantes de DM diestra y los de DM zurda, realizan disparos a portería con la técnica de P con medias estadísticas muy parecidas sin que ninguna dominancia manual resalte sobre la otra. Esto mismo viene a ocurrir cuando comparamos a los jugadores de DM diestra con los de DM zurda al utilizar la técnica de CU para realizar sus disparos a portería, siendo las medias estadísticas muy próximas entre ellas.

1.5 Conclusiones

1. Los resultados de este estudio sugieren que la técnica de disparos más utilizada en el hockey sobre patines es la técnica de Pala, tanto en participantes diestros como zurdos.
2. El número máximo de disparos realizados por un participante y registrados en un partido de hockey sobre patines fue de 22 disparos perteneciente a la competición de 1ª Nacional Catalana (1ªNC).
3. No se observaron diferencias significativas entre el número de disparos a portería realizados en la primera y la segunda parte de un encuentro en ninguna de las competiciones analizadas, pero sí al comparar dos competiciones como la OK liga y selecciones del mundial. Esto puede ser debido a la menor duración (cinco minutos por parte) de los partidos del mundial.
4. De los 139 participantes, 97 fueron de dominancia manual diestra mientras que el resto lo fueron de dominancia manual zurda (42 jugadores). Entre participantes de dominancia manual diestra y zurda no se observaron diferencias significativas en cuanto al número de disparos a portería, ni en la elección de ninguna de las técnicas utilizadas (CU y P).

ESTUDIO 2

**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE
LANZAMIENTOS A PORTERÍA EN LOS TEST
DE VELOCIDAD DE DISPARO DESDE
PARADO EN HOCKEY SOBRE PATINES**

Estudio 2: Determinación del número de lanzamientos a portería en los test de velocidad de disparo desde parado en hockey sobre patines

2.1 Introducción

La velocidad de disparo en hockey sobre patines, al igual que sucede en la mayoría de deportes colectivos, resulta fundamental a la hora de conseguir marcar en la portería contraria. Se considera que la velocidad de la bola es directamente proporcional a la velocidad que el implemento de golpeo (stick, bate o raqueta) alcanza justo en el instante previo al impacto (Koenig, Mitchell, Hannigan & Clutter, 2004). La velocidad alcanzada dependerá de diversos factores de carácter estructural, perceptivo, técnico, metabólico y condicional. Así por ejemplo, entre los factores estructurales destacamos los relacionados con las características del implemento: su masa (Vaz, et al., 2011; Rogowski et al. 2009), su longitud y el material del que éste está fabricado (Lalibert, 2013; Worobets, et al., 2006; Kays & Smith, 2014; Cross, 1999), la relación entre la masa del implemento y el tamaño del jugador (Bahill & Fretias, 1995), sus características inerciales (Campos, 2011; Brody, 2000; Fleisig, Zheng, Stodden & Andrews, 2002; Koenig et al., 2004) y la forma y el grosor de su empuñadura (Hatch, Pink, Mohr, Sethi & Jobe, 2006; Rossi Vigouroux, Barla & Berton, 2014). Entre los factores técnicos, se encuentran la optimización del principio de coordinación de impulsos (Rogowski et al., 2009), la amplitud del armado, el aprovechamiento de la energía elástica y la optimización del factor X (McLean 1992; McTeigue, Lamb, Mottram & Pirozzolo, 1994). Finalmente, entre los procesos perceptivos podemos citar, la capacidad de recoger información aferente del entorno, la organización de un patrón motor anticipado y adaptado a cada situación y la capacidad de reajustar el disparo en el último instante, en función de las condiciones cambiantes del entorno (Caljouw, Van Der Kamp & Savelsbergh, 2004; Brouwer, Brenner & Smeets, 2002; Müller & Abernethy, 2012). Además, a partir del

entrenamiento técnico (Subijana, Gómez, Martín-Casado & Navarro, 2012) y de la mejora de algunas de las capacidades condicionales como la fuerza, la velocidad y la flexibilidad, la velocidad de disparo podrá verse incrementada (Cronin, McNair & Marshall, 2002; Doan, Newton, Kwon & Kraemer, 2006; Gordon, Moir, Davis, Witmer & Cunnings, 2009).

Por todo ello, se hace necesaria la continua monitorización de la velocidad máxima de disparo, en cada uno de los jugadores de un equipo, y de su fluctuación a lo largo de la temporada como primer paso hacia la optimización del rendimiento. Para ello, el entrenador deberá seleccionar el tipo de test a utilizar y el número de repeticiones a evaluar. En general, se considera que los test específicos, test que poseen una elevada similitud gestual con los patrones de movimiento requeridos durante la competición (Young, McDowell & Scarlett, 2001; Young, 2006), en los que se requieren las mismas vías energéticas y se emplean las mismas cualidades físicas que en la competición son más apropiados, especialmente cuando el tipo de movimiento es técnicamente complejo y se requiere la aplicación de cantidades considerables de fuerza y velocidad (Meckel, Machnai & Eliakim, 2009; Uljevic, Spasic & Sekulic, 2013; Cronin et al., 2002), ya que estas cualidades son altamente específicas de las condiciones en las que estas son valoradas (Verjoshanski, 1990; Ullrich, Kleinöder & Brüggemann, 2010). En este sentido, la utilización de movimientos específicos ha sido ampliamente utilizado en diferentes deportes como el tenis (Pugh, Kovaleski, Heitman & Pearsall, 2003; Corbi, 2008), el baloncesto (King & Cipriani, 2010), el atletismo (Young, 2006) o el fútbol (Silva, Nassis & Rebelo, 2015), especialmente en deportistas altamente experimentados que son en los que se ha observado mayores niveles de transferencia (Isurin, 2015). Es por esto que, la elección de un movimiento técnico específico como medio para la valoración del rendimiento es considerada una metodología habitual y necesaria.

Por otro lado, el número de repeticiones realizadas dependerá del tipo de fuerza y de la vía energética que se desee valorar, de las características neuromusculares solicitadas, de

las adaptaciones generadas por cada deporte (Richens & Cleather, 2014) y del volumen total requerido en las competiciones (Aguado, 1991).

Así, por ejemplo, en los diversos encuentros analizados en la primera parte de este estudio, observamos como el número medio de disparos directos realizados por los jugadores hacia portería fue de $7,60 \pm 8,79$ (media \pm DE) disparos por jugador y partido. Además, en relación al número máximo de disparos realizados a portería durante un partido, se contabilizaron 22 disparos. A partir de la cuantificación del número de disparos ejecutados en situación de competición, el entrenador podrá obtener información de referencia, que le permita aproximar el número de disparos necesarios a valorar en un test.

Por todo ello, los objetivos de este estudio son:

1. Analizar en cuál de las dos técnicas fundamentales de lanzamiento en hockey sobre patines (P o CU) se obtiene mayor velocidad de disparo desde parado.
2. Determinar el número de disparos necesarios para conocer la velocidad máxima de la bola en hockey sobre patines y durante cuánto tiempo puede mantenerse ésta.

2.2 Material y método

2.2.1 Participantes

La muestra estuvo compuesta por 11 jugadores de hockey de competición. Edad = 24,6 (6,02) años, altura = 1,80 (0,05) m. y peso = 75,37 (5,88) kg. Con la intención de mejorar la representatividad de la muestra, 7 jugadores fueron seleccionados de la categoría de 1ª nacional catalana (1ªNC) y 4 de la de OK liga. No se encontraron diferencias significativas entre grupos. Ninguno de los participantes en el estudio sufrió lesión en alguna de sus extremidades en los seis meses anteriores a la realización de este estudio, ni recibió recompensa económica o en especie por su colaboración. Los participantes asistieron a una primera reunión informativa en la que se les explicó el protocolo de realización y firmaron un

documento de consentimiento informado. Posteriormente y en una segunda sesión, fueron registrados todos los disparos. El estudio fue diseñado teniendo en cuenta los principios de la declaración de Helsinki de 1975, revisada en el 2008. Todos los registros fueron realizados en patines y con el mismo stick que cada jugador utilizaba habitualmente. Se descartó la posibilidad de utilizar un mismo stick para todos ellos por considerar que la adaptación a las diferentes propiedades de un nuevo stick (dureza, torsión y longitud de la pala) podría tener repercusiones en las velocidades finales obtenidas (Campos, 2011; Wu et al., 2003).

2.2.2 Instrumentos y Procedimiento

Para la medición de la velocidad de lanzamiento, se utilizó un cinemómetro de pistola Stalker[®] Pro (figura 26), que fue calibrado antes del registro de cada participante, siguiendo las indicaciones del fabricante mediante un diapasón. Este sistema de medición permite valorar la velocidad de desplazamiento de un móvil gracias al efecto doppler y ha sido validado previamente (Sedano, Benito, Velasco, Castán & Castán, 2009). Para la realización de las mediciones, utiliza un sistema de microondas de banda K, con 20 miliwatts de potencia y con dos bocinas polarizadas destinadas a la transmisión y recepción conjunta de las señales. Este tipo de banda se caracteriza por operar a una frecuencia de 34,7 GHz, contrariamente a lo que sucede con otros radares que operan en otras bandas como la banda X (10.525 GHz) o la banda k (24.150 GHz), lo que garantiza una menor interferencia de determinados instrumentos eléctricos como fluorescentes, motores o transformadores eléctricos. Con la intención de evitar el efecto coseno del registro, que define que la velocidad registrada desciende a medida que aumenta el ángulo de registro entre la pelota y la bocina del radar, éste fue colocado detrás de la portería, a media altura y justo en su centro, de manera que la bocina del radar quedase orientada en la misma línea de la trayectoria de la bola (Figura 25). Además, durante el registro de los disparos, también se indicó a todos los participantes que

debían dirigir los disparos hacia el centro de la bocina del radar. Para la realización de los disparos se utilizaron pelotas oficiales de la marca Reno.



Figura 25. Izquierda: Pantalla de valoración del radar. Derecha: Colocación relativa del radar respecto a la portería.

2.2.3 Protocolo

Previamente al registro de los disparos, todos los participantes realizaron un calentamiento de 15 minutos de duración con stick y bola, consistente en la realización de desplazamientos con cambios de dirección, toques de bola contra el suelo y “malabarismos” (toques con bola sin que caiga al suelo). Además, se permitió a los participantes que se familiarizaran con el protocolo de valoración, realizando diversos disparos a portería y prestando una especial atención en que el número de disparos realizado no pudiese provocar la aparición de la fatiga. Durante la realización del test, se animó a los participantes a golpear la bola lo más rápido y fuerte posible con la intención de generar mayores niveles de fuerza (Leary et al., 2012; Haff et al., 2005; Sahaly, Vandewalle, Driss & Monod, 2001) y reproducir el componente motivacional que acompaña a los partidos competitivos, reduciendo el riesgo de cualquier estrategia de autorregulación. Diversos autores han constatado que cuando el deportista tiene la percepción de que la duración del test es larga, éste tiene tendencia a

autorregular la intensidad de realización del test, con el fin de retrasar la aparición de la fatiga y afrontar en mejores condiciones la parte final del test (Spencer, Bishop, Dawson & Goodman, 2005; Impellizzeri, et al., 2006; Wragg, Maxwell & Doust, 2000).

Con el fin de evitar la variabilidad inter-observador, todas las valoraciones fueron realizadas por el mismo experimentador. El orden en el que se realizaron los diferentes tipos de disparos fue aleatorizado para garantizar que la fatiga no pudiese influir en la velocidad de disparo. Además, se instó a los participantes a que no realizasen ningún tipo de esfuerzo físico intenso, y a que no ingiriesen ningún tipo sustancia estimulante como cafeína o taurina durante las 24 horas previas a la realización del estudio. Todas las valoraciones fueron realizadas durante el período competitivo.

La prueba consistió en la realización de 35 disparos consecutivos a portería realizados a la máxima velocidad posible y desde una distancia de 1,5 m, con cada una de las dos técnicas seleccionadas (P y CU). Esta distancia de lanzamiento fue seleccionada con la intención de que la precisión no influyese en ningún caso en el test, ya que a medida que aumenta la distancia desde la que se realiza el disparo, la influencia de la precisión sobre la velocidad parece aumentar (Rivilla-García, Navarro, Grande & Sampedro, 2012). Entre cada serie de 35 disparos (P y CU), los participantes recuperaron 10 minutos, y entre disparos de una misma serie, 5 segundos. Con la intención de motivar a los participantes se les informó de la velocidad obtenida tras la ejecución de cada disparo.

2.2.4 Análisis Estadístico

Para ambas técnicas (P o CU) se calcularon los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo). Se aplicó un análisis de regresión considerando como variable dependiente a la velocidad de disparo y como variables independientes la técnica de disparo y el número de disparos, considerando que cuando la

pendiente de la recta es igual a 0, no existía pérdida de velocidad en los disparos. Todos los cálculos fueron realizados con el software libre R. Para la realización de los gráficos se utilizó el software Excel versión 15.31. Los valores de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

2.3 Resultados

Valoración de la técnica de disparo

El modelo de regresión obtenido indica que no se apreciaron diferencias significativas en la velocidad del disparo a medida que el número de repeticiones aumenta ($p = ,846$). Sí se observaron diferencias estadísticamente significativas en la velocidad de disparo, según la técnica empleada P o CU ($p = ,009$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la interacción técnica x velocidad ($p = ,216$). La técnica con la que se obtuvo una mayor velocidad de disparo fue la técnica de P 93,02 (8,19) km/h (*media \pm DE*) frente a la técnica de CU 84,33 (7,75) km/h. Los estadísticos descriptivos para ambos tipos de disparo pueden ser consultados en la tabla 16.

Tabla 16

Estadística descriptiva para los diferentes tipos de disparo: Pala y Cuchara

(Km/h)	Media	DE	Max	Min
PALA	93,02	8,19	109	72
CUCHARA	84,33	7,75	107	60

Valoración de las repeticiones

Considerando que para ambas técnicas se produjeron velocidades distintas, se consideró una recta de regresión distinta para cada una de las técnicas. La recta de regresión obtenida para la *técnica de P* fue:

$$V_p = 93,02 - 0,03231 * ND$$

Donde V_p = velocidad final de la bola en la técnica de Pala, 0,03231 es la velocidad de la bola que desciende por disparo y ND = número de disparo realizado.

Por su parte, la recta de regresión obtenida para la *técnica de CU* fue:

$$V_c = 84,33 + 0,01566 * ND$$

Donde V_p = velocidad final de la bola en la técnica de Cuchara, 0,01566 es la velocidad de la bola que desciende por disparo y ND = número de disparo realizado.

Además de no observarse diferencias en la pendiente de la recta de regresión, la técnica de P incrementó su velocidad en 10,91 km/h sobre la técnica de CU. Las diferentes rectas de regresión para cada uno de los participantes en este estudio pueden ser consultadas en las figuras de la 26 a la 47.

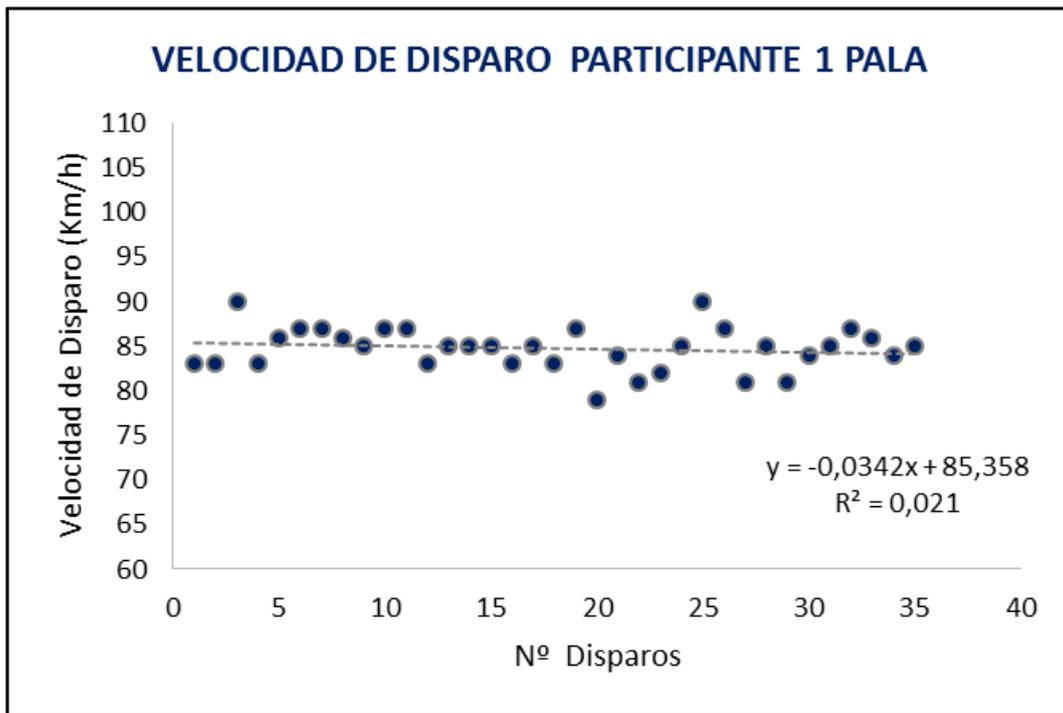


Figura 26. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 1.

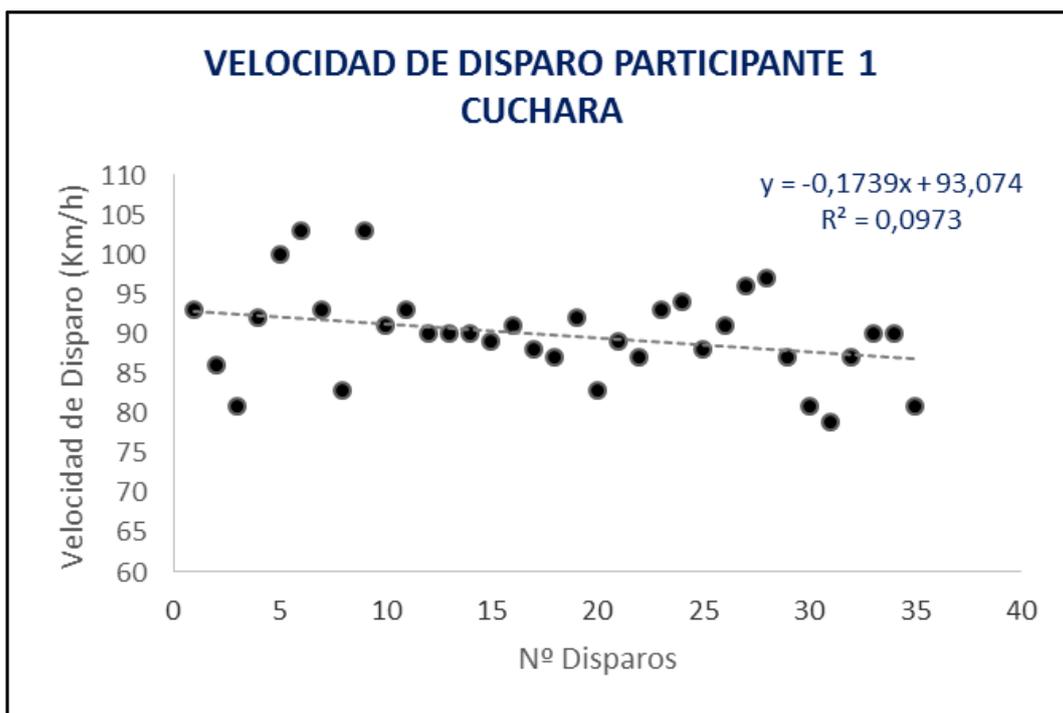


Figura 27. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 1.

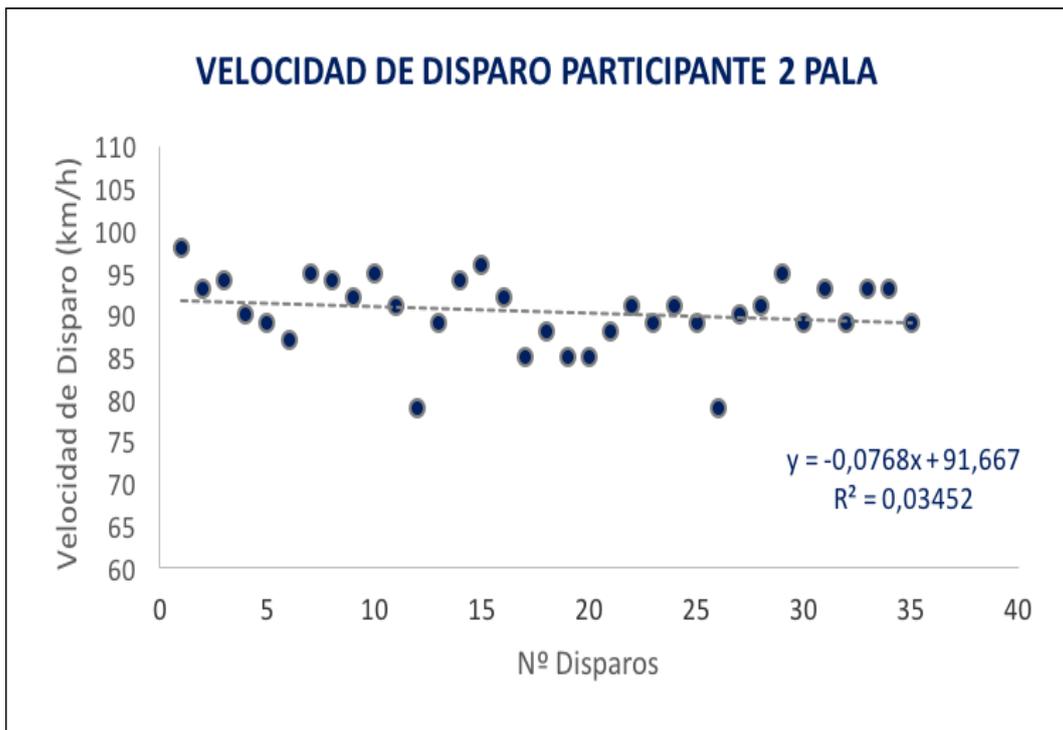


Figura 28. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 2.

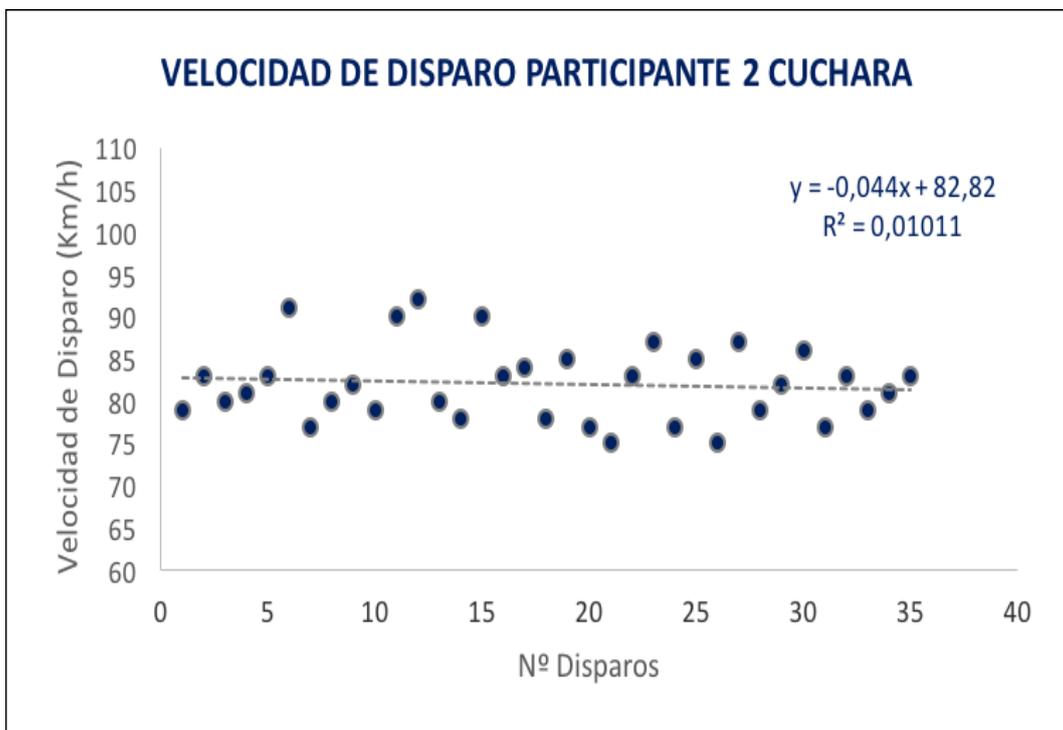


Figura 29. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 2.

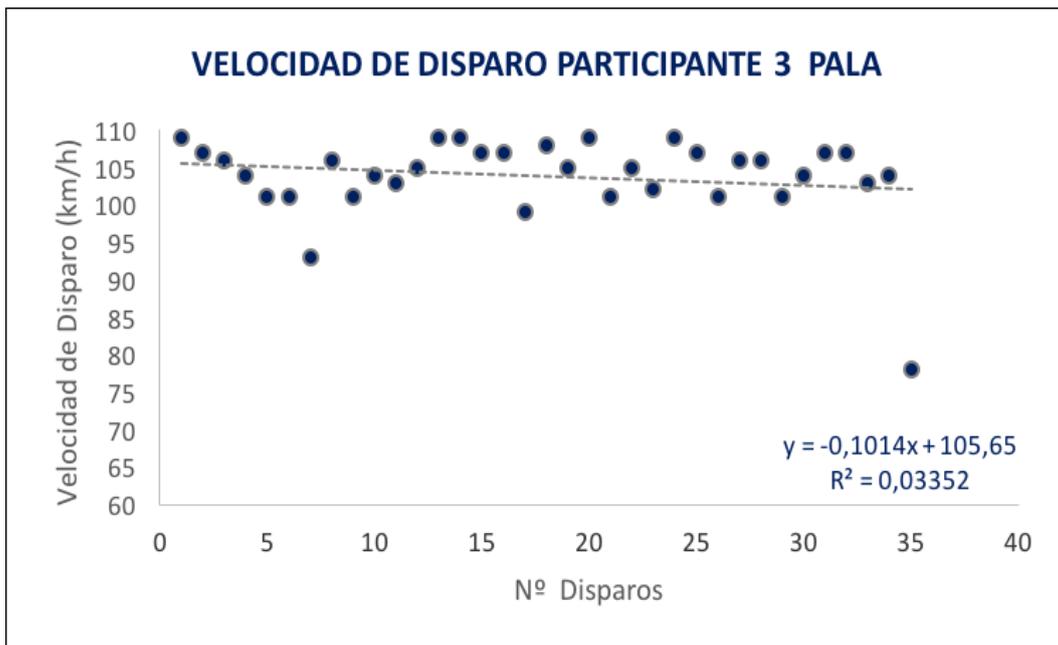


Figura 30. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 3.

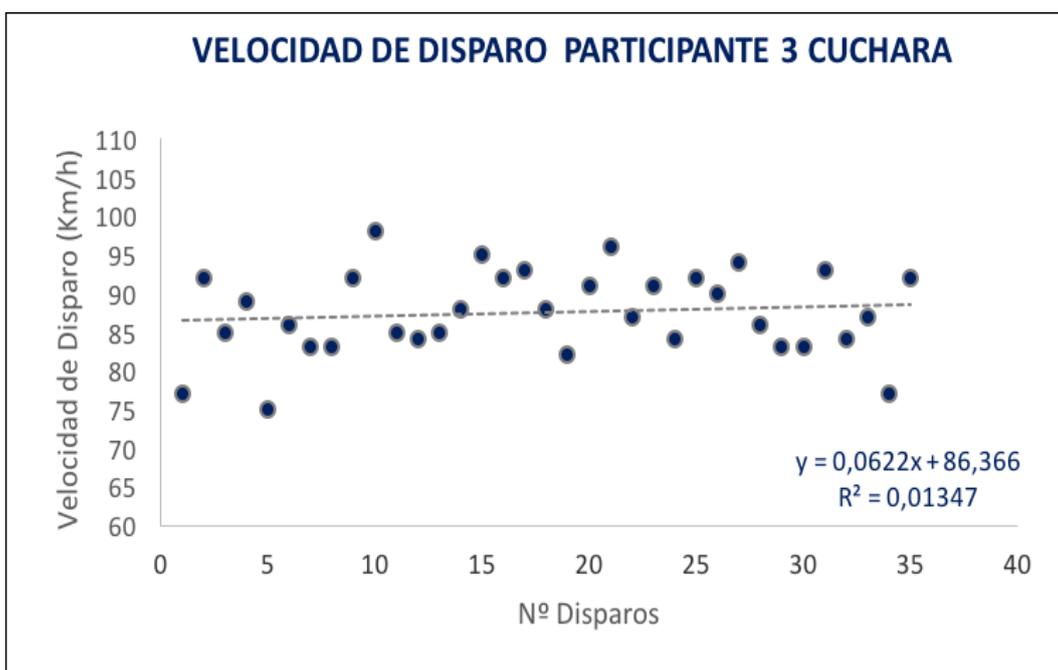


Figura 31. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 3.

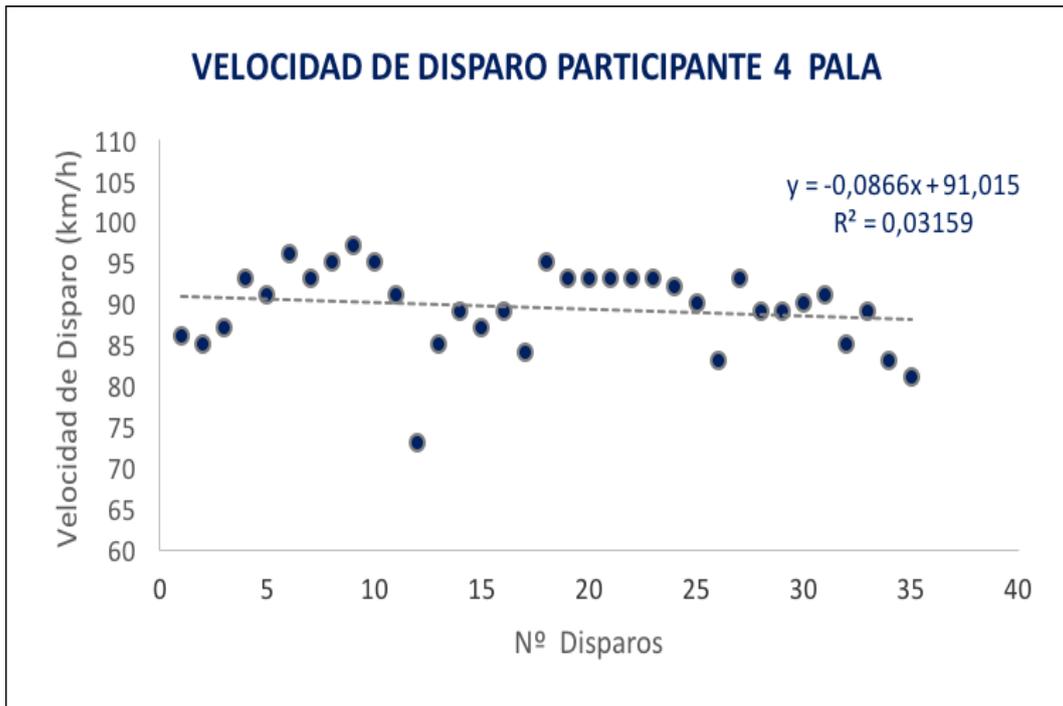


Figura 32. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 4.

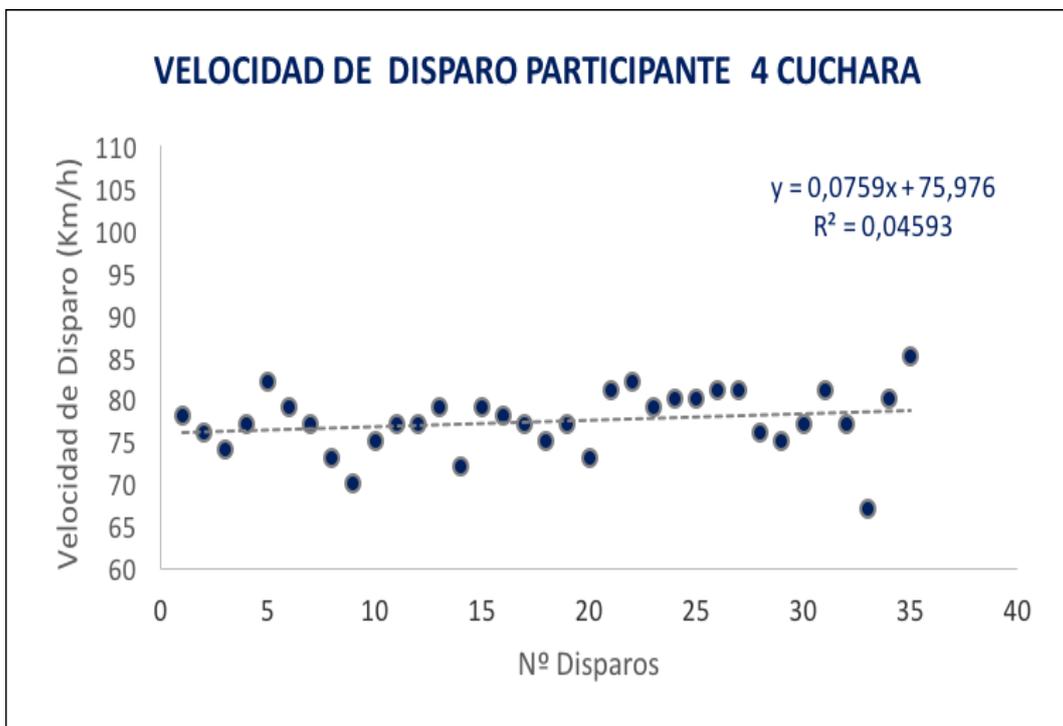


Figura 33. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 4.

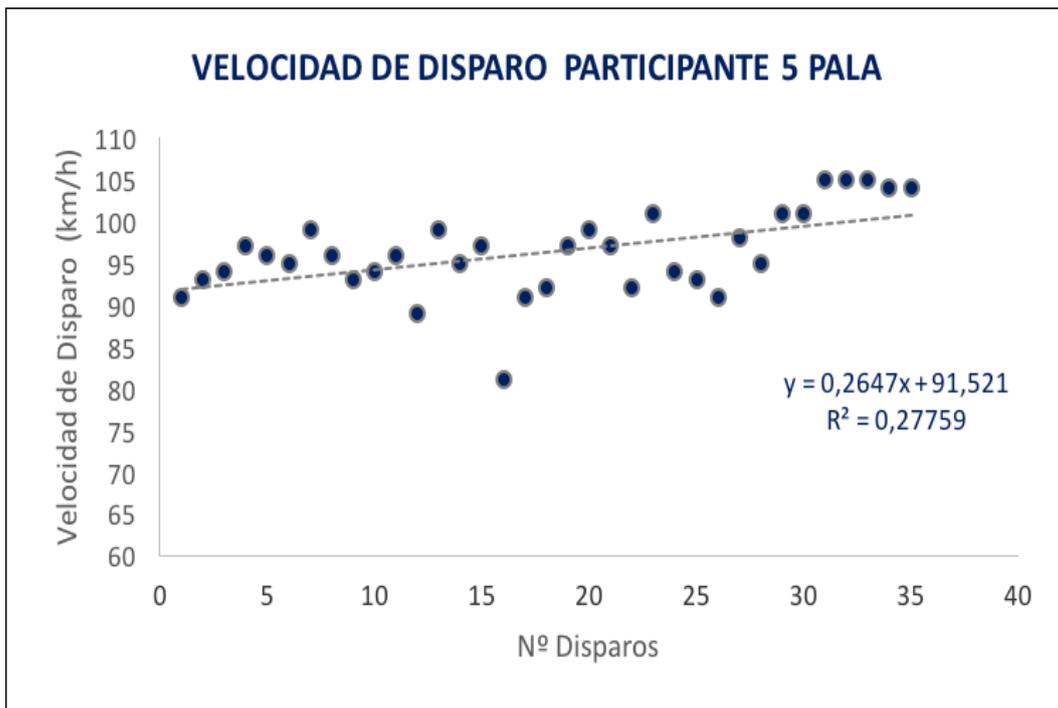


Figura 34. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 5.

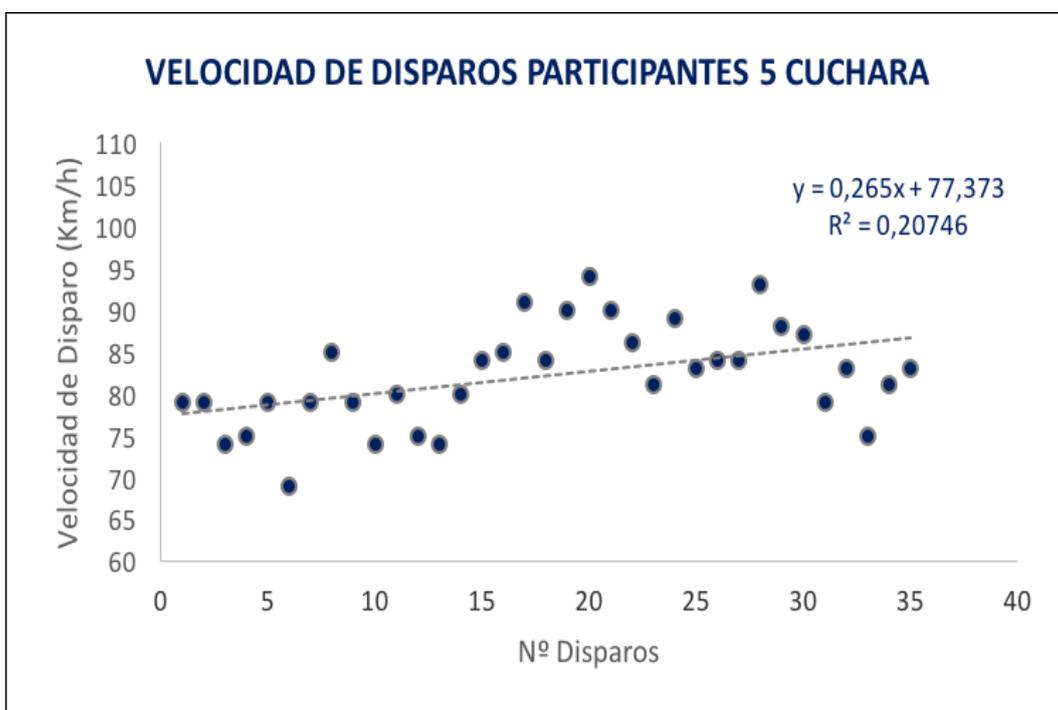


Figura 35. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 5.

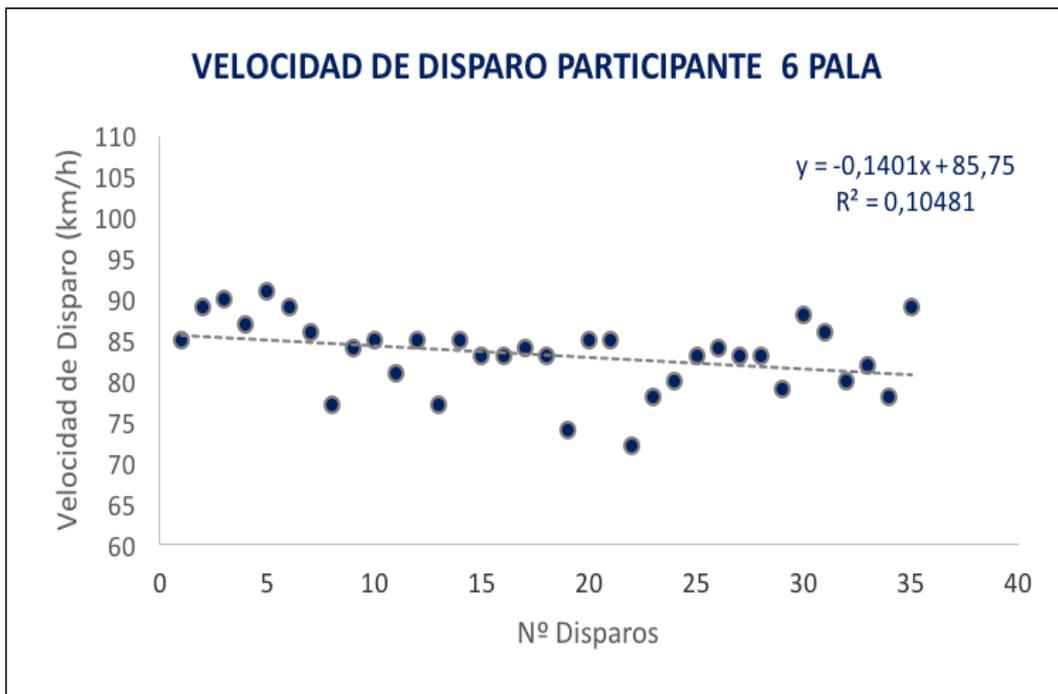


Figura 36. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 6.

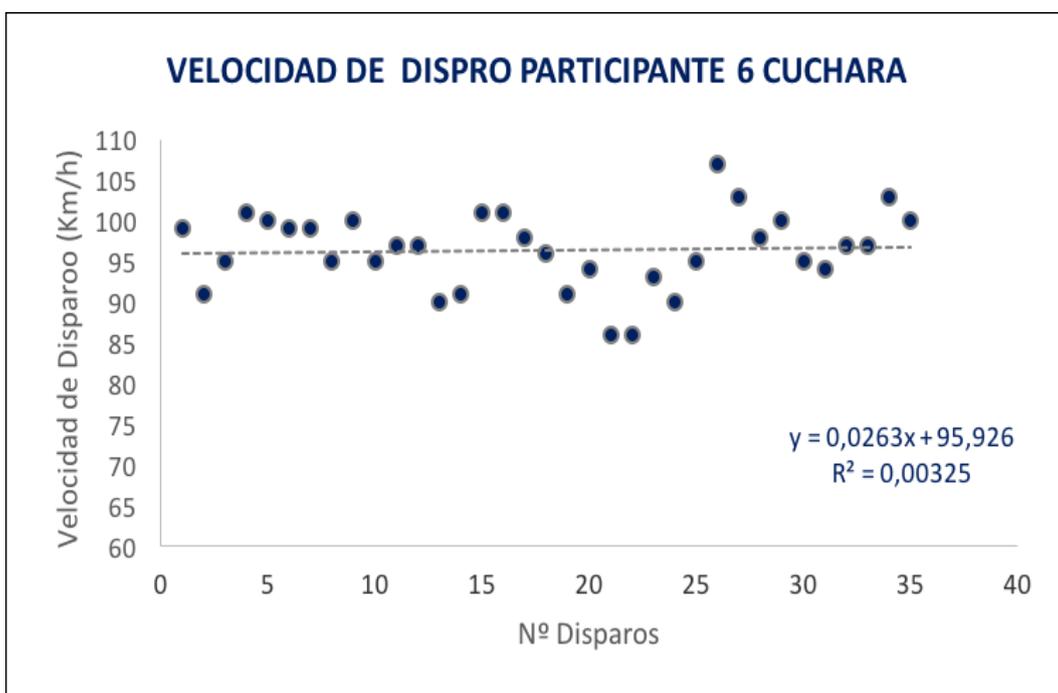


Figura 37. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 6.

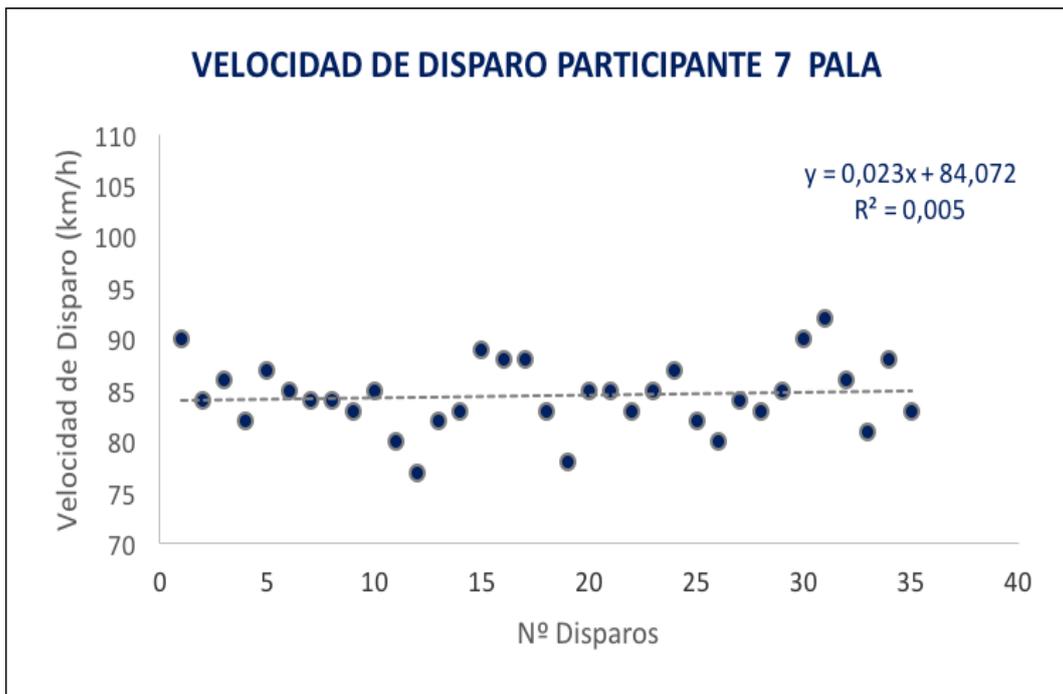


Figura 38. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 7.

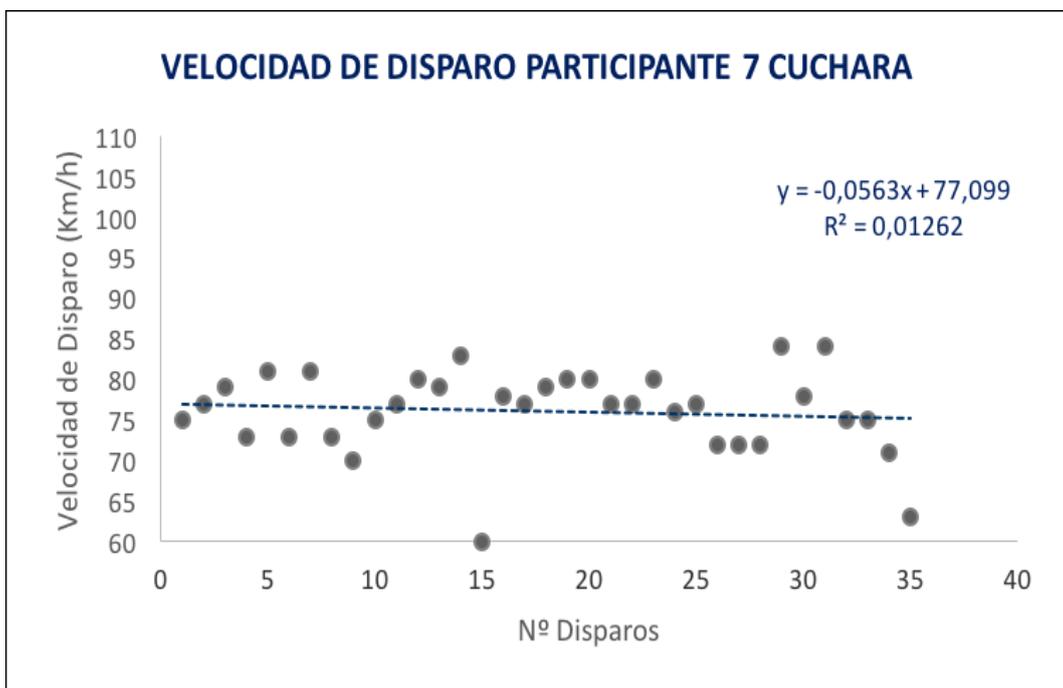


Figura 39. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 7.

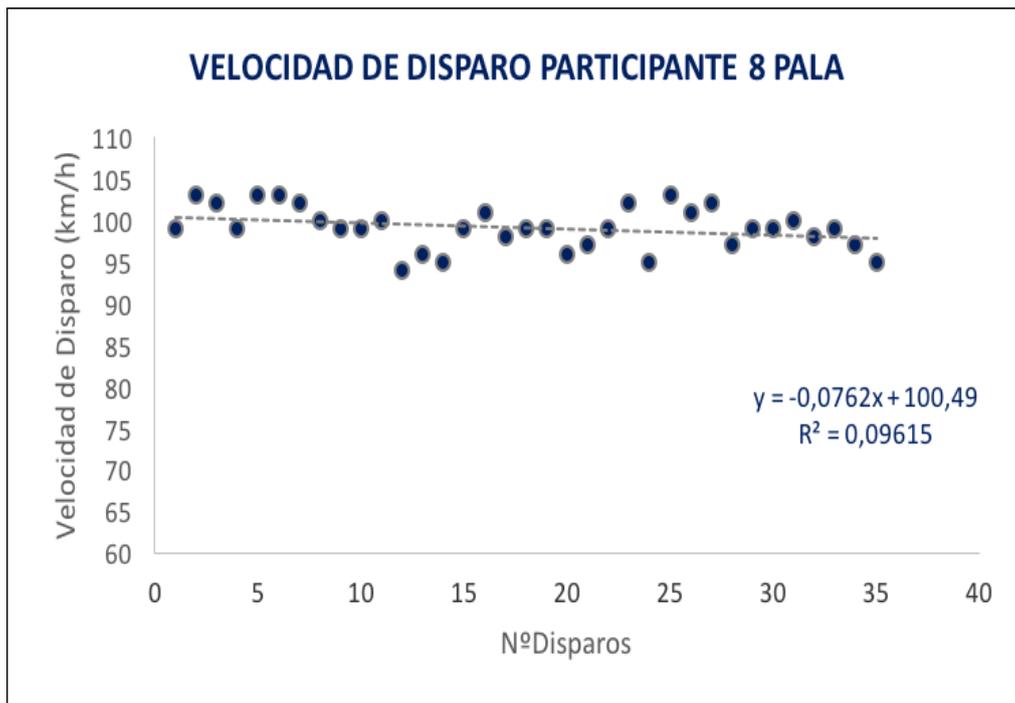


Figura 40. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 8.

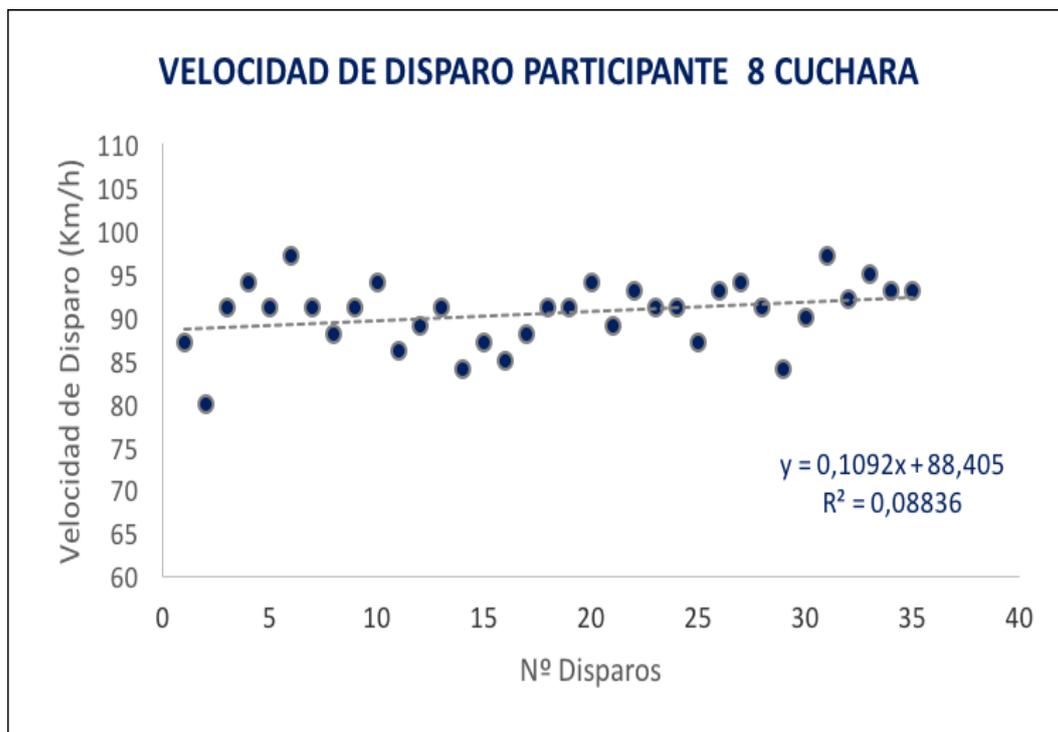


Figura 41. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 8.

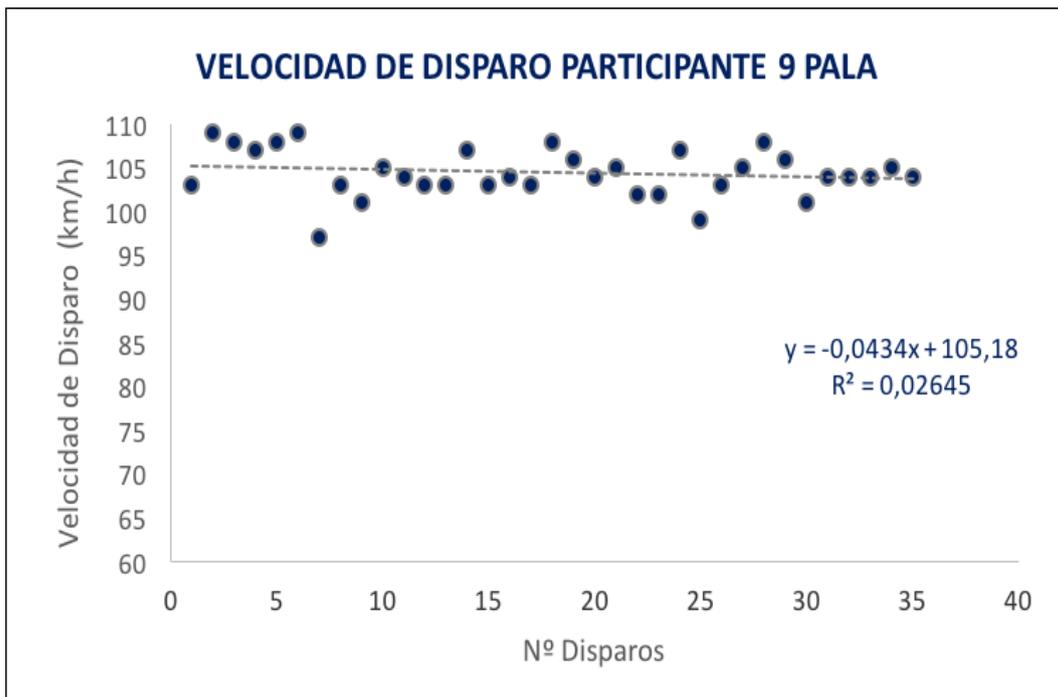


Figura 42. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 9.

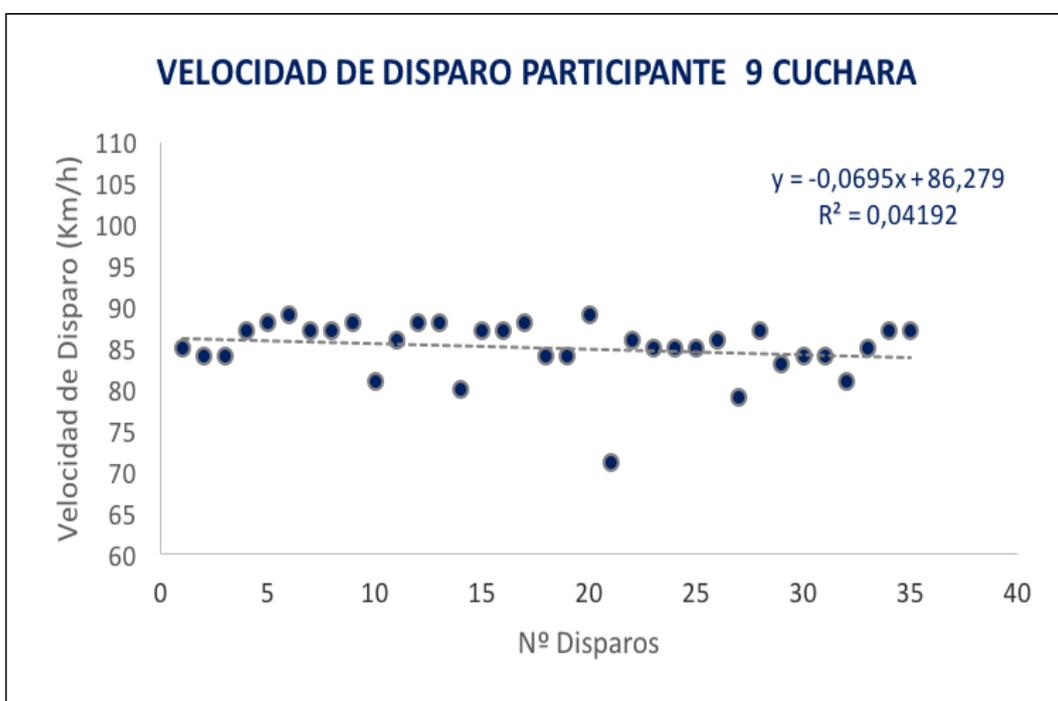


Figura 43. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 9.

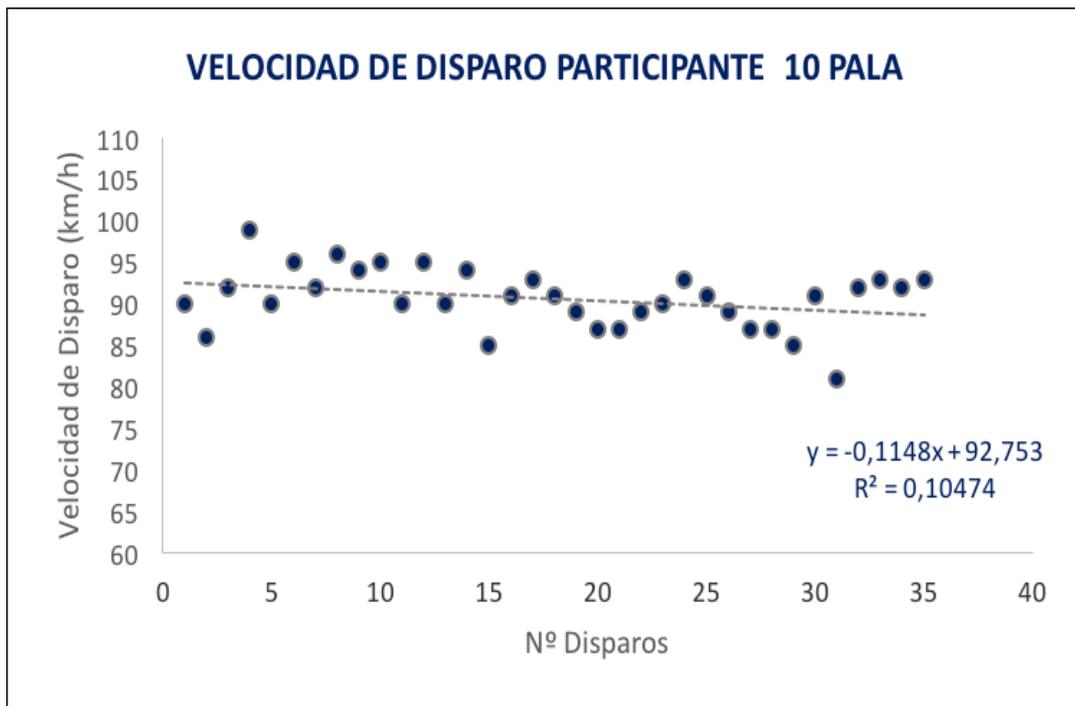


Figura 44. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 10.

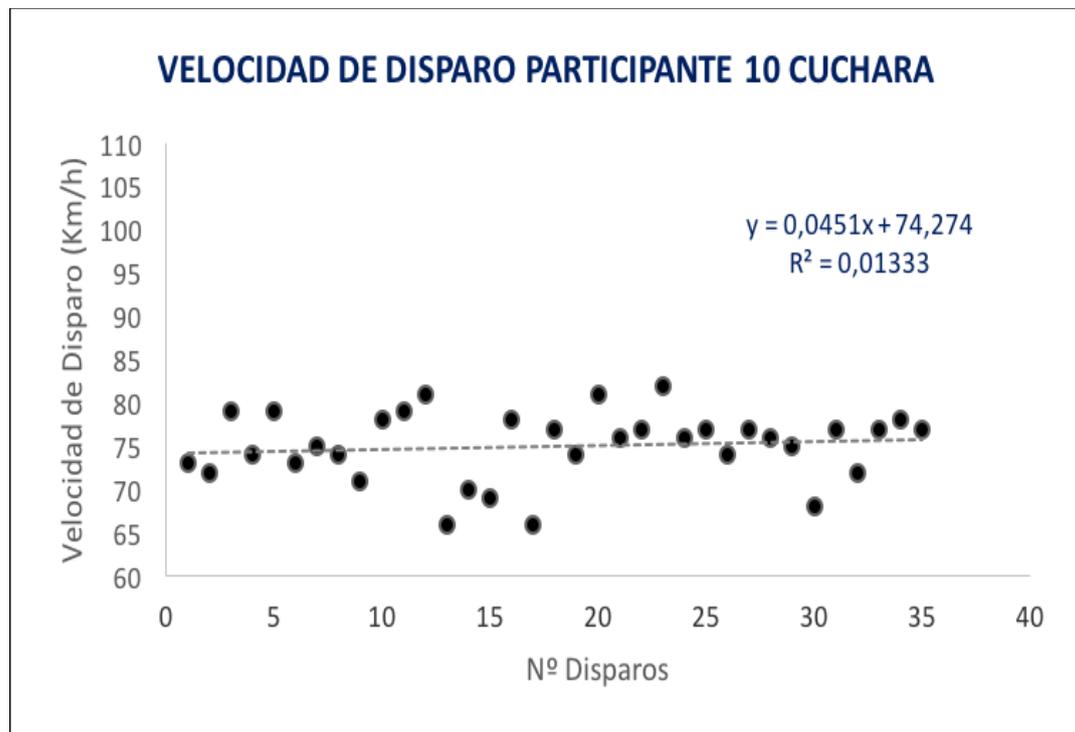


Figura 45. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 10.

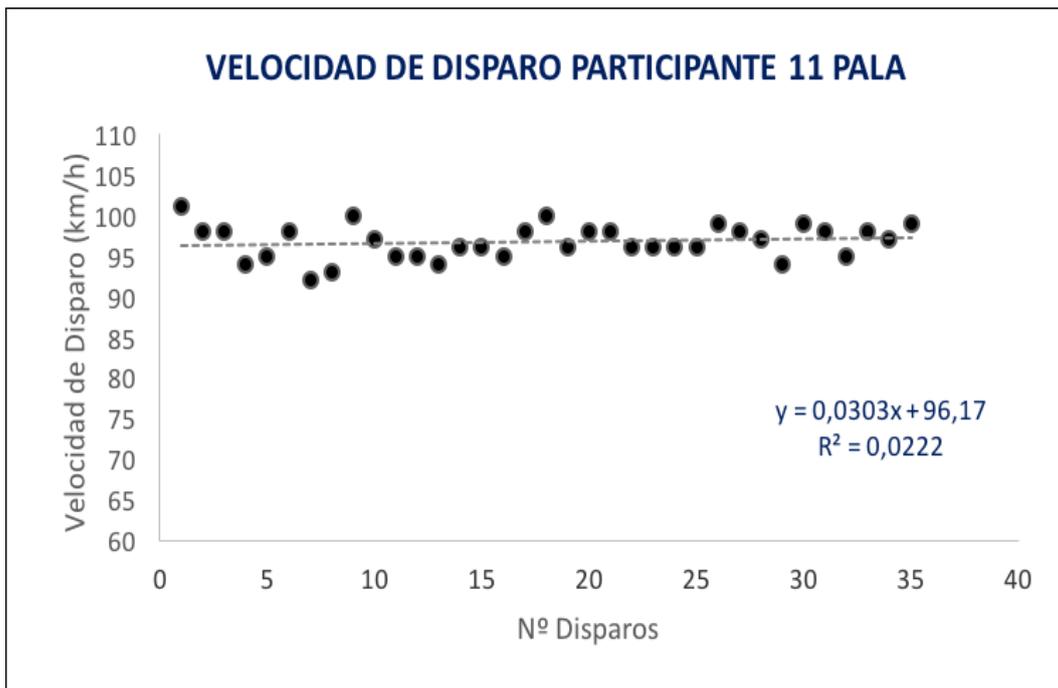


Figura 46. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Pala del participante 11.

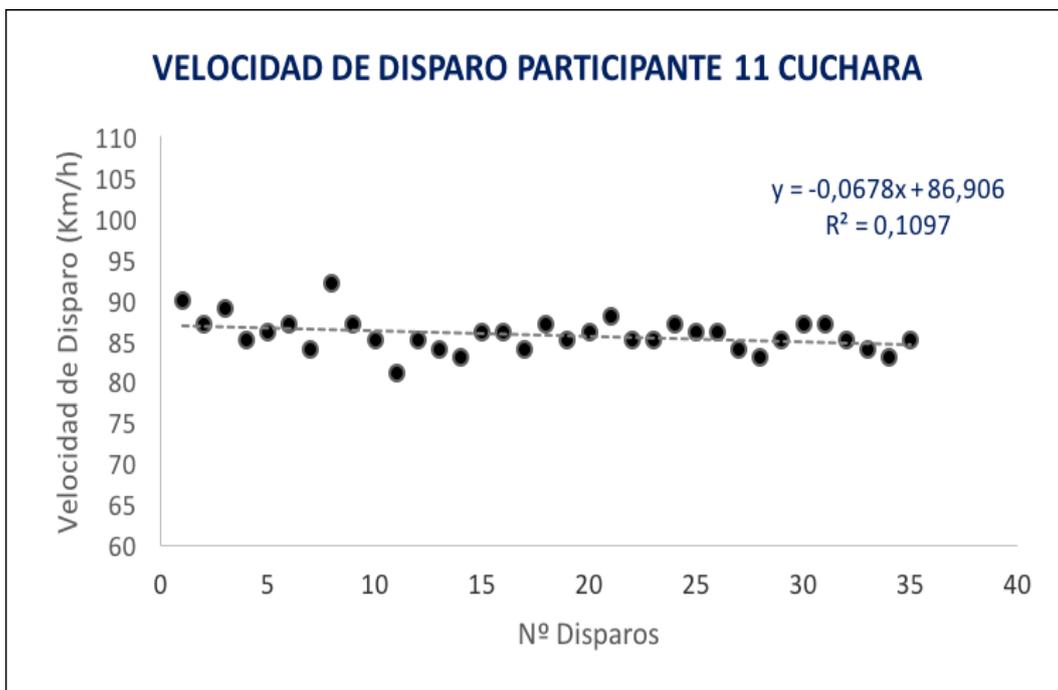


Figura 47. Evolución de la velocidad de disparo en la técnica de Cuchara del participante 11.

2.4 Discusión

Los resultados de este estudio indican que no existen diferencias significativas en la variación de la velocidad de disparo, a lo largo de los 35 disparos registrados, para ninguna de las técnicas analizadas (P o CU). En el caso de los deportes colectivos, la capacidad de aplicar elevados niveles de potencia en acciones específicas resulta fundamental, aunque inevitablemente a medida que aparece la fatiga, los niveles de potencia que el deportista es capaz de generar suelen descender (Pereira et al. 2017; Higham, Pyne, Anson & Eddy, 2012; Mohr et al., 2003; Rahnama, Reilly, Lees & Graham-Smith, 2003), lo que parece reducir el rendimiento y aumentar el riesgo de lesión (Røksund et al. 2017; Russell et al., 2016; Lyons, Al-Nakeeb, Hankey, & Nevill, 2013).

En este sentido, en nuestro estudio teorizamos sobre la posibilidad de que se produjera una reducción en la velocidad de disparo de la bola, como consecuencia de la aparición de la fatiga a medida que el número de disparos aumentaba. Por ello, en primer lugar, se analizó el máximo número de disparos realizados en competición con las dos técnicas de disparo más utilizadas en hockey sobre patines. En el anterior estudio de esta tesis, se observó que el máximo número de disparos realizados en competiciones de diferente nivel fue de 22. A partir de este número de disparos se decidió valorar la evolución de la velocidad de lanzamientos aumentando el número de ellos a 35 disparos, con la intención de poder conocer las posibles fluctuaciones de velocidad sufridas a lo largo de su realización.

Los resultados obtenidos sugieren que no existe una modificación en la velocidad de disparo a medida que el número de disparos aumenta. Pese a ello, diversas consideraciones deberán ser realizadas: En primer lugar, que no aparezcan modificaciones en la velocidad de disparo de la bola no significa que no exista fatiga. Torreblanca-Martínez, Otero-Saborido y González-Jurado (2016), constataron como al aplicar un protocolo de fatiga en fútbol consistente en la realización de saltos verticales repetidos, pese a que aparecía un decremento

en la altura de salto vertical, no se producían disminuciones en la velocidad de disparo de la pelota. En segundo lugar, que no existan diferencias en la velocidad de disparo durante la realización del test, no significa que no pueda aparecer fatiga durante la competición. Durante los encuentros van a desarrollarse multitud de acciones técnico-tácticas que podrán ser susceptibles de provocar fatiga. Además, la competición supone la aparición de aspectos estresantes que también podrían influir en su aparición (Lopes et al., 2016; Van Cutsem et al., 2017; Pageaux & Lepers, 2016). Así, el objetivo final de nuestro estudio no fue conocer el nivel de fatiga alcanzado, sino el tipo de técnica a valorar y el número aproximado de repeticiones que el jugador debía de realizar.

En segundo lugar, posibles modificaciones en la realización del movimiento deberían ser consideradas a medida que avance el test. En este sentido, la necesidad de mantener unos niveles de velocidad elevados durante los disparos, podría comportar la modificación del patrón de disparo utilizado. Así, por ejemplo, considerando que el objetivo final de los disparos es el mantenimiento de la máxima velocidad, y si tenemos en cuenta la relación existente entre el impulso y la cantidad de movimiento ($F * t = m * v$), considerando que la masa es constante y que la velocidad es máxima, solo dispondremos de dos opciones: la primera es aplicar la máxima fuerza posible y la segunda es aplicarla durante un mayor tiempo. La aparición de la fatiga a medida que repetimos disparos, supondrá la incapacidad para mantener los niveles de fuerza aplicada, lo que condicionará a que puedan participar en el disparo otros grupos musculares menos fatigados o a que se aumente el tiempo de aplicación de la fuerza. En ambos casos deberemos aplicar nuevos patrones motores, modificando la coordinación motora y aumentando la variabilidad de la acción (Cowley & Gates 2017; Gates & Dingwell 2011).

En tercer lugar, diversos autores han observado como en algunos casos aparece una cierta tendencia al aumento de la fuerza generada a medida que aumenta el número de

disparos, y no al descenso como parecería lógico pensar (Ferraz et al. 2012). En hockey sobre patines, Blanco et al., (2001) observaron que, tras un partido con jugadores profesionales del hockey sobre patines, la fuerza de prensión en ambas manos había aumentado ligeramente, sin ser esta significativa.

Este hecho podría venir dado por el concepto propuesto por Ansley, Noakes, Robson-Ansley y St Clair Gibson (2004), de “pacing strategy”, según el cual en nuestro cuerpo existe una reserva de fuerza regulada por nuestro sistema nervioso central, que aumentaría el nivel de activación muscular a medida que la fatiga local y la cantidad de metabolitos de desecho aumenta. Este modelo, supone una alternativa a los modelos lineales tradicionales relacionados con el agotamiento de los depósitos de sustratos energéticos y buscaría evitar que nuestro cuerpo entrase en un estado de bloqueo, fruto de la fatiga acumulada (Ansley, Lambert, Scharbort, St Clair Gibson, & Noakes, 2004; Noakes et al. 2005). Por su parte, Millet (2011) propuso el modelo que denominó “flush model”, basado en el concepto de “reserve strategy”, según el cual el propio cuerpo tiende a regular sus depósitos energéticos en función del tipo de esfuerzo a realizar, manteniendo una reserva de sustrato que utilizará en situaciones extremas y en el caso de que sea necesario, aunque ello signifique disminuir la prestación desde un inicio.

En relación al tipo de técnica más utilizada para el disparo de portería, en nuestro anterior estudio, se observó que la técnica más utilizada durante los partidos de competición fue la técnica de P. Los resultados de ese estudio reflejaron que 77 (69 %) de los participantes utilizaron la técnica de P frente a 26 (31%) que utilizaron la técnica de CU. Además, los resultados del presente estudio sugieren que la velocidad de disparo de la bola a portería con la técnica de P fue significativamente mayor con respecto a la velocidad del disparo con la técnica de CU ($t = -20,18; p = ,001$). Este hecho podría deberse a diversas razones como son la organización de las palancas participantes en el disparo, el tipo y la cantidad de

musculatura implicada en el movimiento, y el tiempo durante el cual el deportista será capaz de aplicar fuerza ($\text{Impulso} = \text{Fuerza} \times \text{tiempo}$). Aunque en nuestro estudio no valoramos todos estos factores, diversos autores han llegado a las mismas conclusiones en otro deporte similar al nuestro como el hockey hielo (Worobets et al., 2006; Doré & Roy, 1973). Por otro lado, la utilización de un tipo u otro de técnica dependerá considerablemente de la situación contextual que se plantee durante el juego (posición de los compañeros y de los contrarios, orientación relativa del jugador en relación a la portería, distancia, etc.). Todo ello, sugiere que la elección de un tipo u otro de técnica será multifactorial, y responderá de forma individual y particular a cada situación planteada por el entorno. Por ello, el resultado de nuestro estudio sugiere que cuando se intente imprimir la máxima velocidad de disparo a la bola, la técnica utilizada debería ser la de Pala.

Aunque no se ha encontrado ningún estudio realizado en hockey sobre patines en el que se haya analizado la velocidad de disparo, Kays & Smith (2014) analizaron la velocidad de disparo con la técnica de Pala en hockey sobre hielo. Las velocidades registradas fueron claramente superiores a las obtenidas en nuestro estudio, alcanzando en algunas ocasiones los 170 km/h, y superando las velocidades registradas en el hockey sobre patines entre 20 y 40 km/h. Este hecho podría deberse a las diferencias existentes en la superficie de juego, a los materiales utilizados para la construcción del disco y del stick y a su forma, lo que hace que sean difícilmente comparables con el hockey sobre patines.

Por último, en relación a la técnica de disparo utilizada sería adecuado reseñar que la mayoría de jugadores realizaron una extensión de la pierna de apoyo durante la fase final del disparo, elevando la pierna contra lateral (de estabilidad) a la vez que seguían rotando el tronco durante la fase final del disparo en dirección al lanzamiento. Como ya se comentó anteriormente, aunque es habitual elevar una pierna durante la realización del disparo en un penalti lanzado de P, lo es menos en los disparos de CU, ya que este hecho contribuiría a

aportar información al portero, facilitando su anticipación. Sin embargo, se observa que este tipo de estrategia motora es habitual en los disparos a portería en movimiento como una forma de favorecer el principio de acción y reacción durante el disparo además del principio de coordinación de impulsos parciales (Hochmuth, 1973).

2.5 Conclusiones

Los resultados de este estudio sugieren que con la técnica de P se consiguen mayores velocidades de disparo de la bola. Durante la realización de 35 disparos consecutivos, no se observó pérdida de velocidad significativa en ninguna de las técnicas de disparo analizadas (P o CU). Los resultados de este estudio presentan una aplicación directa a la hora de definir el tipo de test utilizado para la valoración del disparo en hockey, y descartan a priori, la necesidad de introducir un test que valore la fatiga durante el disparo. Futuros estudios son necesarios con la intención de valorar en profundidad los mecanismos que regulan los procesos de aparición de la fatiga durante los lanzamientos.

ESTUDIO 3

INFLUENCIA DE DIFERENTES

VARIABLES CONDICIONALES EN LA

VELOCIDAD DE DISPARO DE LA BOLA EN EL

HOCKEY SOBRE PATINES

Estudio 3. Influencia de diferentes variables condicionales en la velocidad de disparo de la bola en el hockey sobre patines

3.1 Introducción

El éxito en los deportes colectivos depende de la confluencia de multitud de factores técnicos, tácticos, estratégicos, físicos, psicológicos y cognitivos que estarán presentes en el día a día de la preparación de los jugadores y durante la competición (Barjaste & Mirzaei 2017; Prior et al. 2017; Santos et al., 2017; Owen et al. 2012;). A partir de la interacción eficiente de todos ellos, el deportista deberá optimizar su rendimiento, gestionando y organizando cada sistema en función de las demandas de su entorno y de la disciplina deportiva que practique.

El hockey sobre patines es un deporte de colaboración y oposición caracterizado por continuos cambios de dirección y de ritmo, en constantes situaciones de equilibrio limitadamente estable, y en el que el objetivo fundamental será conseguir marcar en la portería del contrario. Para ello, al igual que sucede en la mayoría de deportes, el patrón más utilizado es el lanzamiento a portería. De entre todos los tipos de lanzamientos disponibles en el hockey sobre patines, el disparo de Pala es uno de los más habituales. Aunque su realización dependerá enormemente de la situación en la que éste se aplique, en general se considera que un buen disparo será el resultado de una correcta proporción entre velocidad y precisión.

Así, por ejemplo, en el waterpolo se han realizado estudios en los que se analizan y relacionan la velocidad de lanzamiento a portería con la precisión y la exactitud (Alcaraz et al., 2012); Van der Wende (2005) considera que un predictor importante del éxito en un disparo a portería es la velocidad de la pelota, aunque ésta no siempre debería de ser máxima, ya que el éxito del disparo es multifactorial (Andersen & Dörge, 2011). Por su parte, Signorile

et al. (2005) afirmaron que, aunque la velocidad de la bola en tenis puede ser predecible, la precisión será difícilmente previsible cuando ésta sea buscada en una acción real de juego.

El interés por la mejora constante de la velocidad de disparo y de lanzamiento ha hecho que diversos autores traten de analizar cuáles son aquellos factores que influyen de forma importante en la velocidad final de la bola. Así, por ejemplo, Signorile et al. (2005) han relacionado la velocidad de golpeo en tenis, con la potencia de piernas medida en el salto vertical con contra movimiento (CMJ), y Juárez, López, Mallo y Navarro (2010) con la velocidad de golpeo del balón en fútbol. Padilla-Alvarado (2010) analizó la relación existente entre las características antropométricas del deportista y la velocidad de lanzamiento de la bola en beisbol, así como McCluskey et al. (2010) y Vila (2011) en el deporte del waterpolo, y Wu et al. (2003) en el hockey sobre hielo.

Todo ello hace que exista un enorme interés en identificar cuáles son todos aquellos factores que van a permitir mejorar y optimizar la velocidad de la bola durante los disparos o los lanzamientos (Bayios, Anastasopoulou, Sioudris & Boudolos, 2001; Forthomme, Croisier, Crielaard, Ciccarone & Cloes, 2005; Heitman, Pugh, Erdmann & Kovaleski, 2000; Juárez et al., 2010; Jegede, Watts, Hore & Stitt, 2005; Pyne, Duthie, Saunders, Petersen & Portus, 2006; Torres & Solé 2010). Además, este tipo de pruebas puede ser utilizado para la detección de talentos (Vescovi, Murray & Vanheest, 2006), la prevención de lesiones o la obtención de niveles basales de condición física que el re-adaptador deberá conseguir después de una lesión y antes de que el deportista sea reintegrado de nuevo al juego. Así, por ejemplo, en un deporte similar como es el hockey sobre hielo, habitualmente se realiza una batería de pruebas de valoración funcional a los jugadores que desean acceder a la liga profesional de hockey sobre hielo (NHL). Estos jugadores entran en una lista con un orden de selección o Draft a partir del cual, los equipos de toda la liga nacional de hockey sobre hielo (NHL) pueden seleccionarlos. Estas pruebas incluyen la valoración de las medidas antropométricas y

de la composición corporal, de la fuerza de agarre, del consumo máximo de oxígeno, del salto horizontal, de los saltos verticales en plataforma de contacto, de agilidad, de fuerza (pres banca y flexiones en barra), del equilibrio y de la prestación anaeróbica (Wingate) (Vescovi et al., 2006).

En los deportes con implemento la velocidad de disparo puede ser estudiada desde diversas perspectivas como la estructural, la antropométrica o la biomecánica (Bahill & Freitas, 1995; Brody, 2000; Cross, 1999; Fleisig, Zheng, Stodden & Andrews, 2002; Hatch, Pink, Mohr, Sethi & Jobe, 2006; Koenig, Mitchell, Hannigan & Clutter, 2004; Rogowski et al. 2009; Rossi, Vigouroux, Barla & Berton, 2014). Así, se observa cómo diversos estudios realizados en el hockey sobre hielo han investigado de forma específica los factores biomecánicos que afectan a la velocidad del stick durante el disparo. Estos estudios coinciden en que los aspectos más relevantes a analizar son la velocidad del extremo inferior (distal) del eje brazo-stick antes del contacto con el hielo, el nivel de *precarga*, las características de rigidez elástica, el tiempo de contacto con el disco (Marino, 1998; Wu et al., 2003), la amplitud del armado y el aprovechamiento de la energía elástica del stick (Lomond et al., (2007).

Wu et al. (2003) sugirieron que existían otras variables, como el peso del jugador, su altura, el tipo de materiales con los que está fabricado el stick, la rigidez de torsión axial del stick, la fuerza de prensión, el nivel de habilidad del jugador, la fuerza del hemisferio superior del cuerpo y el estado de la superficie de hielo, que influían positivamente en la velocidad de la bola. Autores como McLean (1992) y McTeigue et al. (1994) incluyeron otros factores como la amplitud del armado, el aprovechamiento de la energía elástica y la optimización del factor X. Además, también se han utilizado los disparos en hockey sobre hielo para analizar el comportamiento de los materiales y su diseño a la hora de fabricar los sticks (Behrmann et al., 2014; Gilenstam et al., 2009; Hannon et al., 2011; Laliberte, 2009; Lomond et al., 2007;

Worobets et al., 2006; Wu et al., 2003) (Tabla 17). Este aspecto también ha sido estudiado en el hockey sobre patines por Campos (2011) y Vaz et al. (2011).

Vaz et al., (2011) en su estudio sobre la biomecánica del disparo en el penalti en hockey sobre patines, examinaron algunos parámetros mecánicos del stick que inciden en la velocidad de disparo de la bola, como el peso del stick, la distribución de su centro de masas en equilibrio y la posición de su centro de gravedad. Al igual que ocurre en el disparo en el hockey sobre hielo, el stick sufre una deformación importante que se aprovechará para transferir toda la energía acumulada a la bola a partir del principio de conservación de la cantidad de movimiento. La velocidad final de la bola dependerá, en gran medida, del tiempo de aplicación de la fuerza o tiempo de contacto stick-bola y el nivel de energía transferida. (Badillo & Ayestarán, 2002; Campos, 2011).

Aunque las pruebas realizadas en patines presentan una mayor especificidad en relación a la velocidad de disparo, diversos autores han sugerido la necesidad de localizar pruebas fuera de la pista y sin patines que permitan predecir el rendimiento durante los disparos, de forma fácil y rápida (Mascaro, Seaver & Swanson, 1992; Bracko & George, 2001; Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007; Burr et al., 2008; Potteigeret, Smith, Maier & Foster, 2010; Haukali, Eif, & Tjelta, 2015) (Tablas 18-22). En este sentido Farlinger et al., (2007) afirmaron que la búsqueda de correlaciones entre las pruebas realizadas en y sin patines resulta interesante y útil para los preparadores físicos y entrenadores de cara a la programación y al seguimiento de los entrenamientos durante la temporada baja.

Tabla 17

Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines

Autor	Muestra y edad (DE)	Pruebas funcionales en patines	Pruebas funcionales sin patines	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Mascaro et al., 1992	9 hombres; 23,3 (1,6)	-Carrera 54,9 m.	-Carrera 40 m. -Salto de longitud. -Salto de Abalakov. -Fuerza de cuádriceps – Isquiotibiales. -Potencia anaeróbica calculada.	-Altura (cm), -Peso (kg), - Grasa corporal %.	Identificar las variables predictoras del rendimiento fuera del hielo asociadas con la velocidad del patinaje.	El mejor predictor en el patinaje de la velocidad de desplazamiento fue la altura alcanzada en un test de salto vertical.
Bracko & George, 2001	61 mujeres; 12,18 (2,05)	-Carrera 6,10 m (aceleración). -Carrera 44,80 m. -Agilidad en curva (“cornering S turn”). -Repetir esprints. -Capacidad y potencia anaeróbica.	-Salto vertical. -Carrera 40 metros. -Abdominales 1 min. -Flexibilidad estática activa (sit-and-reach).	-Altura (cm), -Peso (kg), - Grasa corporal %.	Identificar las variables sin patines asociadas con la aceleración del patinaje.	El predictor más fuerte de la velocidad de patinaje fue el tiempo de carrera en 40 metros.
Behm et al., 2005	30 hombres; 19,8 (3,5)	-Velocidad máxima de patinaje. -Paradas repentinas desde la máxima velocidad de patinaje ante un pitido. -Giros cerrados alrededor de 3 conos a máxima velocidad.	-Esprint de 36,9 s. -Salto (SJ) (cm). -Salto (DJ) (cm). -1 RM extensión de piernas. - Flexibilidad estática activa (sit and reach). -Equilibrio (sg).	No facilitadas.	Correlacionar la velocidad de patinaje y diversas pruebas específicas. Determinar la acción relativa de los músculos de las piernas en el patinaje.	Se observan correlaciones significativas entre el rendimiento en patinaje y las pruebas de sprint y equilibrio.
Geithner, 2006	112 mujeres; 21,4 (2,9)	-Carrera 6,10 m (aceleración). -Carrera 44,80 m. -Agilidad en curva (Cornering S turn). -Repetir esprints.	-Esprint de 36,9 (m). -Salto vertical (SJ). - Flexibilidad estática activa (sit-and-reach). -Equilibrio. -Predicción VO2máx. -Lactato en sangre.	-Altura (cm), -Peso (kg), - Grasa corporal %. -Varias medidas antropométricas: longitudes de segmentos corporales.	Comparar las características de rendimiento físico, psíquico y de patinaje de las diferentes posiciones de juego (delanteras, defensas y porteras).	Las jugadoras delanteras son más versátiles y aptas físicamente que las jugadoras defensas y las porteras.

Tabla 18

Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines así como las medidas antropométricas seleccionadas

Autor	Muestra y edad	Pruebas funcionales en patines	Pruebas funcionales sin patines	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Farlinger et al., (2007)	36 jugadores masculinos (16.3±1.7años)	-Esprint 35 m. -Agilidad en curva (cornering S turn).	-30 m esprint, -Salto vertical, -Salto de longitud, -Triple salto, -Edgren lateral, -Hexágono agilidad, -Apoyo lateral (oblicuos), -Flexiones en barra, -15 segundos (Wingate modificado).	-Altura (cm). -Peso (kg).	Correlacionar las pruebas específicas seleccionadas sin patines con la velocidad de patinaje y su habilidad en las curvas.	Correlaciones fuertes entre las dos pruebas en el hielo. Las pruebas que mejor preciden el rendimiento de velocidad en patines son la de esprint sin patines y tripe salto.
Vescovi et al., (2006)a	92 jugadores masculinos (18±0,6 años)	No facilitadas.	-Press banca, -Flexiones en suelo, -Fuerza de empuje y tracción del tronco, -Flexibilidad estática activa (sit-and-reach), -Abdominales, -Salto vertical, -Salto horizontal, -Lanzamiento balón medicinal 4 kg, -Capacidad anaeróbica (Wingate), -Capacidad aeróbica.	-Altura (cm), -Peso (kg), -Grasa corporal %. -Composición corporal.	Determinar las posiciones de los jugadores examinando sus características antropométricas y el rendimiento fisiológico.	Las medidas cineantropométricas proporcionan información del perfil posicional en el campo en jugadores de élite. Los saltos verticales y horizontales, y la potencia aeróbica, no proporcionan esta información.
Vescovi et al., (2006)b	76 jugadores (2001) 84 jugadores (2002) 92 jugadores (2003)	No facilitadas.	-Press banca, -Flexiones en suelo, -Fuerza de empuje y tracción del tronco, -Flexibilidad estática activa (sit-and-reach), -Abdominales, -Salto horizontal y vertical, -Lanzamiento de balón m. 4 kg, Capacidad anaeróbica (Wingate), Capacidad aeróbica.	-Altura (cm), -Peso (kg), -Grasa corporal %. -Composición corporal.	Comprobar si el combinado de pruebas realizadas en la NHL determina el orden de selección (Draft). Proporcionar rangos de rendimiento y percentiles para cada una de las variables dependientes.	Del combinado de pruebas sin patines del proyecto selección no se puede predecir la capacidad de jugar al hockey sobre hielo en jugadores de élite.
Burr et al., (2007)	95 jugadores (17±0.4 años)	No facilitadas.	-Salto vertical (SJ), -Salto vertical con contra-movimiento (CMJ), -SJ en plataforma de contacto, -CMJ en plataforma de contacto.	-Altura (cm), -Peso (kg), -Grasa corporal %. -Composición corporal.	Concretar la prueba de potencia de piernas y el protocolo de salto vertical más apropiado para jugadores de hockey hielo de élite. Comparación con orden de selección (Draft) de la NHLED.	La prueba de salto vertical SJ obtuvo la correlación más alta (0,47) entre el ranking de pruebas de salto y el orden de selección (Draft). Es la más apropiada para evaluar la potencia de piernas de los jugadores de élite.

Tabla 19

Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines así como las medidas antropométricas seleccionadas

125

Autor	Muestra y edad	Pruebas funcionales en patines	Pruebas funcionales sin patines	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Burr (2008)	853 jugadores juniors	No facilitadas.	-Capacidad anaeróbica (Wingate 30 s). -Potencia aeróbica. -Desarrolló físico: corporal. -Fuerza de prensión. -Pres banca. -Flexiones en suelo. -Abdominales. -Salto horizontal con movimiento de brazos. -Salto vertical. -Fuerza de empuje y tracción del tronco. -Flexibilidad estática activa (sit-and-reach).	-Altura (cm), -Peso (kg), -Grasa corporal (%), -Composición corporal.	Determinar las variables de aptitud con las capacidades más altas para predecir el potencial de juego del hockey hielo en relación al orden de selección de entrada en el Draft.	El salto de longitud es una prueba predictora de rendimiento para delanteros y defensas, y quizá para la capacidad física general de los jugadores. Existen diferencias significativas entre los perfiles fisiológicos según las posiciones en el juego. Las medidas antropométricas son importantes para determinar la posición de delanteros. La Potencia anaeróbica y la tasa de fatiga para determinar la posición de defensores.
Durocher (2008)	10 jugadores (20,8±0,4 años) 10 jugadoras (19,1±0,4 años)	-Umbral ventilatorio. -Umbral de lactato. -Potencia aeróbica (30-15 IIT) -Patinaje durante 80 segundos (recup. 40s).	No facilitadas	-Altura (cm), -Peso (kg).	Comprobar si existen diferencias de género para el Umbral ventilatorio (VT), el Umbral de lactato (LT), y Vo2max durante el patinaje sobre hielo en los jugadores de hockey de la universidad.	El umbral ventilatorio no predice con exactitud el umbral de lactato en jugadores y jugadoras. Las jugadoras tienen un Vo2máx más bajo pero un umbral ventilatorio más alto que los jugadores.
Durocher (2010)	12 jugadores Universitarios	-Umbral de lactato. -Potencia aeróbica (30-15 IIT). -Patinaje durante 80 segundos (recup. 40s).	-Umbral de lactato. -VO2máx. (ml.kg ⁻¹ .min) En bicicleta ergométrica.	-Altura (cm), -Peso (kg).	Comparar los Umbrales de lactato (LT) y las capacidades aeróbicas máxima (VO2 max) durante patinaje específico en hielo y en laboratorio (cicloergometría) (en seco) en jugadores de hockey hielo universitarios.	Las pruebas en laboratorio de VO2 máx. y el Umbral de lactato no son las adecuadas para predecir el VO2máx. y el Umbral de lactato en patines en jugadores de hockey sobre hielo universitario.
Potteiger (2010)	21 jugadores (20,7± 1,6 años)	-6 x 89 metros patinaje.	-Potencia anaeróbica (Wingate 30 seg.). -Fuerza de las piernas a 120 °.	-Altura (cm), -Peso (kg), -Grasa corporal (%), -Índice de masa corporal.	Examinar las relaciones entre las pruebas de laboratorio y el rendimiento del patinaje sobre hielo.	Las pruebas seleccionadas de laboratorio pueden predecir el rendimiento de la velocidad de patinaje en jugadores de hockey sobre hielo.

Tabla 20

Estudios realizados en equipos de hockey sobre hielo en relación a las pruebas funcionales en y sin patines, así como las medidas antropométricas seleccionadas

126

Autor	Muestra y edad	Pruebas funcionales en patines	Pruebas funcionales sin patines	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Peyer et al., (2011)	24 jugadores	No facilitadas.	Pruebas de fuerza: - Flexión en barra; - Flexiones en suelo, - Fuerza de piernas; - Fuerza de brazos (press banca); Pruebas de velocidad: Esprint; - VO2máx. (ml.kg ⁻¹ .min) en tapiz rodante.	- Altura (cm), - Peso (kg), - Grasa corporal (%), - Masa magra, - Medidas antropométricas (varias).	Relacionar las aptitudes físicas y los niveles de habilidad de 24 jugadores de un equipo de hockey sobre hielo masculino y relacionarlos con el rendimiento del juego durante el transcurso de una temporada, medido de forma subjetiva.	Las pruebas de fuerza de piernas y brazos, flexiones en barra, y repeticiones de sprint se correlacionaron significativamente con las puntuaciones subjetivas de los entrenadores de su rendimiento en la temporada puntuación.
Nightingale (2013)	24 jugadores (25.9 ± 7,3 años)	- Potencia aeróbica (30-15 IIT).	- No facilitadas.	- Altura (cm), - Peso (kg), - Años de juego (10.4 ± 6.5 años).	Investigar la validez y fiabilidad de una nueva prueba de agilidad en patines para los jugadores de hockey sobre hielo y relacionarla con los años de experiencia de los jugadores.	La prueba de agilidad en hielo es fiable con un CCI de 0.817, y la relación entre años de experiencia y la media de tiempo de la prueba fue pequeña. (r = -0,413, r2 = -0,17, p ≤ 0,05).
Ransdell et al., (2013)	204 jugadoras: mayores de 18 años /menores de 18 años	No facilitadas.	- Salto vertical (cm), - Media de 4 saltos altura (cm), - Relación de fuerza elástico-explosiva y explosiva (SJ y CMJ), - Salto en longitud (cm), - Flexiones en barra (n°), Flexiones Barra (plano inclinado) (n°), - VO2máx. (ml.kg ⁻¹ .min).	- Altura (cm), - Peso (kg), - Grasa corporal (%).	Conocer la condición física sin patines de las jugadoras del hockey sobre hielo de élite en relación al ranking mundial del equipo, la edad, y posición de la jugadora en el campo.	Jugadoras con mejores resultados internacionales tienen > peso; > % grasa, > potencia de piernas y > fuerza en el tren superior del cuerpo, > VO2máx que jugadoras con menos puntuación en el ranking. Las de mayor edad: > peso > potencia de piernas > puntuaciones en flexiones en barra y VO2máx.
Haukali et al., (2015)	15 jugadores (15-17 años)	- Esprint 36m. (seg). - Velocidad en curva agilidad (seg).	- Esprint 36m. (seg), - SJ (cm), - CMJ (cm), - Saltos repetidos 5 (cm).		Determinar la relación entre las variables específicas sin patines con las pruebas de patinaje de velocidad y agilidad, entre jóvenes jugadores de hockey sobre hielo.	Las pruebas de esprint 36m. en patines y sin patines tienen una fuerte correlación (r = 0,81, p < 0,01) y también entre el esprint 36 m en patines y el salto CMJ (r = -0,86, p < 0,01). No hubo correlación significativa entre la prueba de agilidad en patines y el esprint de 36m. en patines o sin patines.

Tabla 21

Estudios realizados sobre los disparos de disco y sobre la técnica seleccionada en relación a la composición de los materiales del stick en hockey sobre hielo

Autor	Muestra y edad	Durezas de stick en los disparos	Pruebas funcionales sin patines	Medidas antropométricas	Objetivo	Conclusiones
Wu et al., 2003	20 hombres y 20 mujeres; (17, 26)	-De madera medio (± 13 kN /m). -De madera dura ($16,6 \pm$ kN /m). -De carbono ($17,9 \pm$ kN m).	1RM en press de banca (kg). Fuerza de prensión. (kg)	-Altura (m), -Peso (kg).	Determinar el rendimiento en los disparos de Pala y Muñeca (arrastre) con diferentes tipos de sticks y distintas variables de nivel, corporales y de habilidad de los jugadores.	La habilidad y las variables como la fuerza del hemisferio superior del cuerpo, la fuerza de agarre, la altura y el peso fueron los factores determinantes de la velocidad del disco, pero no la dureza de los sticks en los tiros de la Pala y de Muñeca.
Worobets et al., 2006	5 hombres	30 sticks de diferentes compuestos y durezas.		-Altura (m), -Peso (kg), -Años de experiencia.	Relación entre la rigidez del eje del palo de hockey y la velocidad del puck.	La rigidez del eje de los sticks tiene una influencia sobre la velocidad de disco en los disparos de Muñeca, pero no en los de Pala. La técnica del jugador es decisiva tanto como el tipo de stick en la velocidad de disparo.
Gilenstam et al., 2009	10 mujeres (13, 29)	Dos sticks con diferentes durezas y dos pucks con distinto peso.		-Altura (m), -Peso (kg), -Años de experiencia.	Investigar si la reducción del peso del puck y la mayor flexibilidad del stick afectan a la velocidad de disco en disparos de Pala desde parado realizados por jugadoras de hockey sobre hielo.	En jugadoras con velocidades de disparo altas, a menor rigidez del stick y menor peso del puck mayores velocidades de disparo.
Hannon et al., 2011	17 hombres (18, 28)	2 sticks de distinta dureza y participantes en dos niveles de aptitud.	Fuerza de prensión. (kg)	-Altura (m), -Peso (kg).	Determinar el perfil de deformación dinámica de un stick de hockey hielo y evaluar la influencia de las habilidades del jugador durante el disparo de Pala y de Muñeca (arrastre).	El nivel del jugador influye significativamente en la velocidad del puck en los dos tipos de disparo. La amplitud del armado y la distancia entre manos se relaciona con la velocidad del puck.
Laliberte, 2013		Dureza de los sticks en función de su composición: -Madera -Composite y madera. -Todo composite.	Aspectos claves en los disparos: -Orientación de la pala. -Posición de las manos. -Duración del impulso. -Flexión del stick.		Revisión de la biomecánica de los disparos y reflexión de la flexibilidad de los stick como principal determinante mecánico de la elección del mismo. Determinación de las fases del disparo.	La composición de los sticks no representa un factor decisivo en el rendimiento, pero sí su flexibilidad. La técnica del jugador y la fuerza son las variables más importantes que influyen en la velocidad de tiro de Pala. Los aspectos claves del disparo afectan a la velocidad del disco.
Kays & Smith, 2014	6 hombres [18, 44]	7 sticks con distintas durezas, 1 compuesto de madera y seis de composite.	10 disparos de Pala y 10 de muñeca (arrastre) en superficie de hielo sintético y hielo natural.		Examinar los efectos de la rigidez de los sticks y del movimiento de oscilación de la pala en la velocidad del disco.	Las velocidades de disparo de Pala y su eficiencia son influenciadas por la ubicación del impacto de la pala y la capacidad del jugador para flexar el eje del stick. La velocidad del disco correlaciona con la rigidez del stick, en función del tipo de disparo Pala o Muñeca (arrastre).

En el hockey sobre patines, diversos autores han tratado de analizar los factores que condicionan el rendimiento. Yagüe (2005) realizó un conjunto de pruebas funcionales con el fin de conocer las demandas específicas del hockey sobre patines y proponer planes de entrenamientos. Para ello, utilizó diversas pruebas para la valoración de la fuerza explosiva: Squat jump (SJ), Countermovement jump (CMJ), Drop jump (DJ) y Repeated Jumps durante 5 y 15 segundos (RJ5 y RJ15); pruebas de valoración de la capacidad de aceleración (20 m); pruebas de valoración de la capacidad de aceleración – desaceleración (circuito de un total de 18 metros con distintos cambios de dirección) y pruebas para valorar la capacidad aeróbica (Course Navette en patines, prueba rectangular progresiva, prueba triangular progresiva máxima “test en ocho” y prueba variable progresiva – test específico; test de simulación de juego). Por su parte, Coelho-E-Silva et al. (2012) realizaron un estudio en la selección portuguesa masculina sub 17 de hockey sobre patines en el que valoraron diferentes medidas antropométricas (peso corporal, estatura), de maduración esquelética y diversas pruebas de rendimiento de laboratorio y de campo, como la potencia de salto sin y con contra-movimiento (SJ y CMJ, respectivamente), fuerza de prensión, lanzamiento de balón medicinal con 2 kilos, capacidad de aceleración en 25 metros, resistencia aeróbica en tramos de 20 metros de ida y vuelta, y la prueba de carácter anaeróbico Wingate (WAnT). También se tuvieron en cuenta variables como los años de experiencia, el tiempo de entrenamiento anual en minutos y el número anual de sesiones de entrenamiento.

Blanco & Ensenyat (1999) constataron que las variables fisiológicas como el VO_2 máx. y la FC se incrementaban con el patinaje en línea respecto al de cuatro ruedas. Además, Rodríguez, Martín, y Hernández (1991) sugirieron que el simple cambio de superficie de juego de terrazo a madera podría incidir en una variabilidad de la demanda energética.

Por todo ello, el objetivo principal de este estudio fue analizar el grado de correlación existente entre diversos test funcionales como el lanzamiento de balón medicinal (1 kg), la velocidad de desplazamiento con cambios de dirección durante 25 metros, la fuerza de prensión manual, el salto vertical con contra movimiento y con la ayuda de los brazos (Abalakov), y la velocidad máxima de disparo a portería con la técnica de Pala en hockey sobre patines.

3.2 Material y método

3.2.1 Participantes

La muestra de estudio estuvo compuesta por 82 participantes; edad: 26,76 (5,6) años; altura: 178,93 (5,8) cm y peso 76,5 (7,2) kg pertenecientes a nueve equipos de la OK Liga española de hockey sobre patines. Todos los equipos analizados se encontraban, en el momento de realizar el estudio, entre los 60 mejores equipos del mundo de un total de 778 (año 2014) o de 769 (año 2015) (Tabla 23).

Tabla 22

Clasificación de los equipos participantes en el ranking mundial (año 2014 y 2015)

Equipo	Diciembre del 2014	Diciembre del 2015
Vic	5	3
Barcelona	1	4
Reus	25	10
Vendrell	15	14
Vilafranca	28	17
Voltregá	18	26
Noia	31	27
Lleida	37	39
Calafell	42	54

Los criterios de inclusión para este estudio fueron: pertenecer a un equipo de hockey de división de honor española, no haber sufrido cirugía en alguna de las extremidades y haber padecido alguna lesión en extremidades y espalda en los últimos 12 meses. Los participantes en el estudio no realizaron actividad vigorosa en las 24 horas previas a la realización del estudio, ni ingirieron cafeína o algún tipo de suplemento potenciador del rendimiento. Antes de la participación en el estudio, todos los participantes firmaron un documento de consentimiento informado y fueron informados de los posibles riesgos que de su participación podrían derivarse. Ninguno de los participantes recibió recompensa económica o en especie, y el protocolo de estudio fue diseñado de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en 2008. Todos los registros fueron tomados durante la temporada 2014 y 2015 y dentro del periodo competitivo.

3.2.2 Instrumentos y Procedimiento

Pesado y tallado

Todos los participantes fueron pesados y tallados con una báscula de columna Seca® 700 (Alemania), con una precisión de 0,05 kg y un tallímetro Seca® 220, con una precisión de 0,1 cm.

Velocidad de disparo de la bola y de lanzamiento de balón medicinal

Para la valoración de la velocidad de lanzamiento y de disparo (km/h) se utilizó un radar de mano Stalker Pro (frecuencia: 34,7 GHz [Ka-Band] \pm 50MHz). Este instrumento utiliza un sistema patentado de microondas de banda Ka, con 20 miliwatts de potencia, y con dos bocinas polarizadas destinadas a la transmisión y recepción conjunta de señales. Durante las valoraciones,

y con la intención de evitar el error del coseno generado por el efecto doppler (Kremkau, 1992), éste fue colocado en el centro de la portería y justo por detrás de la red protectora. En el caso de los tests de lanzamiento, el investigador responsable de la valoración prestó una especial atención en colocarse frontalmente y con la bocina del radar dirigida al centro de la portería hacia donde debía ir la bola (figuras 48 y 49).



Figura 48. Medición de la velocidad de disparo de la bola con radar.

Además, se colocó lo suficientemente lejos como para garantizar su seguridad. Todas las valoraciones fueron realizadas en el interior de la pista de juego. Antes del registro de cada participante, el radar fue calibrado siguiendo las indicaciones del fabricante mediante un diapason. Todos los participantes fueron animados verbalmente a disparar lo más rápido y fuerte posible.



Figura 49. Momento de la prueba del disparo a portería.

Para la medición de la velocidad de lanzamiento se utilizó un balón medicinal de caucho de la marca Caplan (peso: 1000 gr y perímetro: 57 centímetros). Este balón fue seleccionado entre diversas marcas por ser el que mejor se adaptaba a la mano de los participantes, presentando una mayor adherencia. Se ha observado que la forma y el tamaño del objeto se relacionan con la capacidad de generar fuerza (Seo & Armstrong 2008). Además, la masa del balón fue seleccionada atendiendo a que el peso medio de un stick suele oscilar alrededor de los 500 g, mientras que la masa de la bola es de 150 g (total 650 g), de este modo se intentó que la masa a lanzar fuese ligeramente superior a la masa movilizada durante el disparo.

Plataforma de salto Optojump

Para la valoración de la capacidad de salto se utilizó una plataforma de saltos Optojump. Este tipo de plataforma utiliza un sistema óptico para la obtención de datos cinemáticos compuesto por dos barras de leds (una emisora y otra receptora) de rayos infrarrojos que permiten medir los tiempos de vuelo (TV) y de contacto (TC) durante la ejecución de uno o diversos saltos

con una precisión de 1/1000 de segundo. Este instrumento fue validado por Glatthorn et al. (2011) y por Castagna et al. (2013) y presenta unos coeficientes de correlación intraclase elevados (0,997-0,998) (IC95%), una repetitividad test re-test excelente (ICC: 0,982-0,989) y unos bajos coeficientes de variabilidad (2,7%) y de error ($\pm 2,81$ cm) (Glatthorn et al., 2011). Además, ha sido utilizada previamente en numerosos estudios para la valoración de la capacidad de salto (Battaglia, Paoli, Bellafiore, Bianco & Palma, 2014; Chelly, Hermassi & Shephard, 2015; Taboga, Sepulcri, Lazzer, De Conti & Di Prampero, 2013) y de la carrera (Ammann, Taube & Wyss, 2016; Harrison & McCabe 2017).

Esprint de 25 metros con cambios de dirección en patines

Para la determinación de la velocidad de desplazamiento se utilizaron 2 fotocélulas Artek PNP (tiempo de respuesta $< 0,5$ ms a 1 kHz, margen de detección de 400 mm y con sensibilidad ajustable en función de la intensidad luminosa del lugar) conectadas a un sistema de cronometraje “Tennis Sincro” (Corbi, 2008). Una de las fotocélulas fue colocada al inicio del circuito y la otra al final. Con el fin de evitar falsas activaciones, su altura fue ajustada teniendo en consideración la altura del lóbulo de la oreja de cada participante tomada en situación específica de desplazamiento (figuras 50).



Figura 50. Detalle de la disposición de la célula fotoeléctrica en la salida de la prueba de 25 m esprint con cambios de dirección.

Fuerza de prensión manual

La valoración de la fuerza de prensión manual fue realizada mediante un dinamómetro digital de prensión T.K.K 5101 con una sensibilidad de 0,1 kg y un rango de medición de 5-100kg (figura 51). Este instrumento fue validado por Güçlüöver et al., (2015), obteniendo unos índices de correlación (0,95 a 0,96) y fiabilidad (0,97) excelentes, al compararlos con otros instrumentos dinamómetros similares (Baseline Smedley y Sport Expert MPS501 TM).



Figura 51. Dinamómetro manual utilizado para la prueba de valoración de la fuerza de prensión.

3.2.3 Protocolo

Previamente al inicio del estudio, todos los participantes fueron pesados y tallados, y firmaron el documento de consentimiento informado. Con el fin de valorar el rendimiento de los participantes se seleccionaron seis pruebas, de las cuales tres se realizaron sin patines; salto vertical con contra movimiento y balanceo de brazos (Abalakov) , fuerza de prensión manual (FP) y lanzamiento de balón medicinal (LBM) y dos pruebas en patines (esprint de 25 metros con cambios de dirección, y disparos a portería). El orden de las pruebas se aleatorizó para evitar que la fatiga pudiese influir en el resultado de los registros (Sheikholeslami-Vatani, Ahmadi & Salavati, 2016); y evitar un posible efecto activador o inhibidor de una prueba sobre otra (Soares et al., 2016; Augustson et al., 2003). Todas las pruebas sin patines se realizaron con el propio

calzado deportivo de cada jugador, mientras que en las realizadas en patines el participante utilizó sus patines y sticks habituales. Las pruebas fueron realizadas en la pista de competición de los respectivos clubes y todos los registros fueron tomados por el mismo grupo de investigadores (Da Silva et al, 2004). Con la intención de aumentar la motivación de los participantes, tras la realización de cada prueba, se les informó de las valoraciones obtenidas.

Previamente al registro de los test, los participantes realizaron un calentamiento estandarizado y dirigido siempre por el mismo experimentador, consistente en la realización de ejercicios de carrera continua suave (120 pulsaciones x minuto) y movimientos de movilidad articular consistentes en: circundaciones de brazos hacia adelante y atrás con dobles pasos, carrera con movimientos de pasos laterales, piernas cruzadas, contra rotaciones combinando el hemisferio superior con el inferior, elevaciones de rodillas por delante, talones a los glúteos, combinación de rodillas adelante y talones a los glúteos, rotaciones de tronco con dobles pasos, y saltos con piernas juntas hacia el pecho con los brazos hacia arriba, saltos con piernas extendidas y brazos hacia arriba, y dos carreras de velocidad progresiva de 22 metros (ancho de pista) cada una. La duración total del calentamiento fue de 6 minutos. El calentamiento se realizó siempre en la misma pista donde se llevaron a cabo las pruebas en patines.

Disparo a portería: técnica de Pala

Posiblemente es la prueba más específica de todas las propuestas en este estudio, al realizarse los disparos a portería de forma muy similar a como se realizaría en un penalti en competición, con la única variación de ser ejecutada desde una distancia de 150 centímetros, y no desde tres metros como dicta el reglamento oficial (RFEP). Esta distancia fue seleccionada para garantizar que los factores de precisión no influyesen en la capacidad de generar fuerza. Los

participantes no realizaron ningún disparo de entrenamiento previo hacia portería y utilizaron su stick habitual (Pearsall et al., 1999).

En relación a la posición del participante en el disparo, el ejecutante se colocó frente a la portería y con una orientación de 90 ° respecto a la red. Se realizaron 5 disparos con la técnica de Pala, intentando que estos fuesen dirigidos hacia la zona central de la red y a la máxima velocidad posible. Entre disparo y disparo, la recuperación fue de 10 segundos (tiempo suficiente para colocar la bola en el punto de disparo, colocarse debidamente y ejecutar de nuevo la acción). Todas las velocidades fueron valoradas en km/h, y solo fue registrado de cada disparo la velocidad máxima. Todos los disparos fueron realizados con la técnica de Pala (P) y con la mano dominante del jugador.



Figura 52. Detalle del armado y finalización del disparo de Pala

Test de salto vertical: Abalakov

Durante la realización del test de abalakov (ABK), el participante se colocó de pie, dentro del área de registro de los sensores de infrarrojos, con las piernas separadas de forma cómoda y aproximadamente a la anchura de sus caderas, con los brazos extendidos por delante del cuerpo y paralelos al suelo. Seguidamente, cada participante realizó un salto vertical con contra

movimiento con una flexión de rodillas de 90 grados y con la colaboración de los brazos (figura 53).



Figura 53. Posiciones del cuerpo en dos momentos del salto durante el Test el Abalakov.

Antes de la realización del test, uno de los experimentadores realizó una demostración de cómo se realizaba la prueba y dio instrucciones verbales idénticas a cada participante de cómo debía ser realizado el salto. A continuación, se dejó ejecutar a cada participante un salto de familiarización. Todos los participantes realizaron 3 ensayos, con una recuperación entre saltos de 2 min y se registró la altura máxima alcanzada en cada salto.

Esprint de 25 metros con cambios de dirección en patines

Cada uno de los participantes realizó un sprint de 25 metros a máxima intensidad, ejecutando cuatro cambios de dirección de forma consecutiva cada cinco metros. El ángulo de salida de los cambios fue de 135° (figuras 54 y 55). Este ángulo de salida garantizaba elevadas aceleraciones y desaceleraciones (Jorge, 2013; Bloomfield, Polman, O'Donoghue & McNaughton, 2007). Cada participante se familiarizó con la prueba realizando una única repetición del test. El tiempo de recuperación entre cada valoración fue de tres minutos. Las

recuperaciones entre repeticiones se realizaron de forma pasiva (Castagna et al., 2013; Dupont et al., 2003).

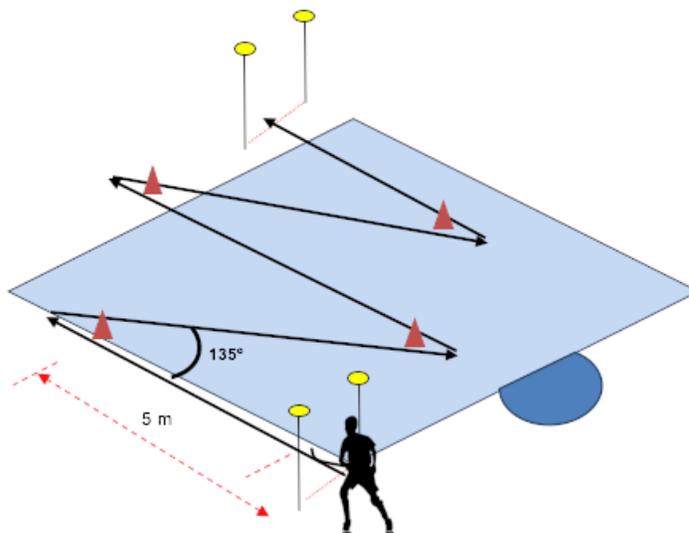


Figura 54. Detalles del circuito de 25 m. con cuatro cambios de dirección.



Figura 55. Detalle de la posición de los participantes en prueba sprint de 25 metros con cambios de dirección.

Lanzamiento de balón medicinal

La prueba consistió en la realización de un lanzamiento de un balón medicinal de 1 kilo de peso con la mayor velocidad posible, con los dos brazos simultáneamente y sin patines, hacia la bocina central del radar. Para ello, el participante se colocó con la espalda firmemente apoyada contra la pared con una flexión de piernas y caderas de 90 grados y una separación de piernas igual a la de sus caderas (figura 56). Esta prueba es una variación del test de lanzamiento de balón medicinal desde sentado, realizado en los test de acceso al Draft de la NHL. Desde esta posición, permite localizar el esfuerzo en los brazos, reduciendo la variabilidad en los lanzamientos producida por una posible participación de las piernas (McConnell, Donnelly, Hamner, Dunne & Besier, 2011). Durante su realización se prestó una especial atención a que los participantes no despegaran su espalda de la pared, ni modificasen su posición corporal, y a que el balón fuese lanzado paralelo al suelo. Se les permitió una repetición de familiarización. Los participantes realizaron 3 repeticiones de la prueba con un descanso de un minuto entre repeticiones.



Figura 56. Detalle de la posición en el lanzamiento de balón medicinal (LBM).

Test de fuerza de prensión (FP)

El participante se colocó en posición de bipedestación, sin patines, con las piernas separadas a una amplitud igual a la de sus hombros, con el brazo extendido a lo largo de su cuerpo y ligeramente en abducción, con el antebrazo y muñeca en posición neutra, el dinamómetro en una de las manos y la mirada al infinito. Se ha constatado que el contacto visual con el dinamómetro o la mano sobre la que se realiza la valoración generan un feedback aferente que mejora la capacidad de generar fuerza (Cole & Sedgwick, 1992). Dos valoraciones alternas fueron realizadas con cada mano, seleccionándose la mano de inicio de forma aleatorizada y realizando una recuperación entre repeticiones de 1 minuto (Trossman & Li, 1989). Con la intención de mejorar la especificidad del test, se ajustó el dinamómetro para que el diámetro de agarre fuese similar al del stick de hockey y se prestó una especial atención a que el agarre fuese confortable para evitar cualquier tipo de feedback inhibitorio (Shim et al., 2012). Se ha constatado como en acciones de fuerza donde existe un componente de precisión la existencia de un feedback eficiente desde los dedos resulta fundamental. Augurelle, Smith, Lejeune & Thonnard (2003) constataron que la pérdida de sensibilidad en la mano podría tener efectos negativos en la máxima fuerza voluntaria aplicada en acciones de lanzamiento. Siguiendo las indicaciones realizadas por diversos autores (Haff et al., 2005; Leary et al., 2012; Sahaly, Vandewalle, Driss & Monod, 2001) se animó a los participantes para que generarán la máxima fuerza posible. Para evitar movimientos compensatorios que pudieran ayudar a generar mayor cantidad de fuerza, no se permitió a ninguno de los participantes flexionar, abducir o adducir el hombro o el codo, aumentar su nivel de lordosis lumbar o flexionar el cuello durante la realización del test (figuras 57 y 58).



Figura 57. Posición del cuerpo en la prueba de fuerza de prensión manual (FP).



Figura 58. Detalle de la postura de la mano en la prueba de fuerza de prensión manual.

3.2.4 Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables seleccionadas. Para ello, se calculó la media, la desviación estandar (DE) y el valor máximo y mínimo. Seguidamente, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson para cuantificar las relaciones bivariantes existentes entre variables, considerando estas relaciones significativas cuando $p \leq ,05$. A continuación, con la intención de poder conocer el grado de influencia que tenía cada variable en la velocidad de disparo se creó un modelo multivariante. Finalmente, se realizó un análisis de regresión múltiple mediante el método ‘Stepwise forward selection’, considerando una significación estadística de 0,05 (p-valor). Con este método, se seleccionaron las variables que realmente contribuían a mejorar de forma significativa el modelo, y por tanto más influían en la variable respuesta.

Todos los modelos calculados cumplían las características propias de los modelos estadísticos eficientes. Para ello, y con la intención de garantizar la validez del modelo, se comprobó su linealidad, la normalidad de los residuos, la no heterocedasticidad y la poca multicolinealidad. Todos los análisis y operaciones fueron realizados con el software SAS versión 9.3.

3.3 Resultados

Los valores descriptivos para cada una de las variables analizadas se presentan en la tabla 23. La velocidad de disparo correlacionó de forma significativa ($p < ,05$) con la capacidad de salto vertical (ABK) ($r = ,30$; $p = ,0085$), con la velocidad de esprint con cambios de dirección ($r = -,48$; $p < ,001$), con la velocidad de lanzamiento del balón medicinal (LBM) ($r = ,47$; $p = ,001$) y con la fuerza de presión manual (FP) ($r = ,38$; $p = ,0005$) (Tabla 24). No se observaron

correlaciones significativas entre la velocidad de disparo de la bola y el peso del jugador ($r = ,17$; $p = ,1385$), (figura 59).

Tabla 23

Análisis descriptivo de la media, la desviación estándar y los valores máximo y mínimo de las diferentes variables analizadas

Variable	N	Media	Dev std	Mínimo	Máximo
Velocidad máx. disparo (km/h)	83	99,98	7,88	84,00	122,00
Peso (kg)	81	76,81	8,12	60,10	105,00
Abk (cm)	75	45,65	5,50	33,50	60,00
Esprint 25 m cambios de dirección (s)	80	8,204	0,516	7,314	10,15
LBM velocidad máx. (km/h)	82	31,31	2,20	27,00	37,00
FP máx. dinamómetro (kg)	80	50,92	7,55	33,80	66,50

Nota: N= número de registros analizados.

Tabla 24

Coefficientes de correlación de Pearson entre las diferentes variables analizadas

	Disparo	Peso	ABK	Esprint 25	LBM	FP
Peso	0,16605 (0,1385) n=81					
ABK	0,30202 (0,0085) * n=75	-0,27345 (0,0184) * n=74				
Esprint 25	-0,47545 (<0,0001) * n=80	0,09086 (0,4288) n=78	-0,37776 (0,0010) * n=73			
LBM	0,47492 (<0,0001) * n=82	0,42096 (0,0001) * n=80	0,27847 (0,0156) * n=75	-0,29327 (0,0087) * n=79		
FP	0,3829 (0,0005) * n=80	0,287 (0,0108) * n=78	0,46264 (<0,0001) * n=72	-0,37301 (0,0008) * n=77	0,46672 (0,0001) * n=79	

Nota: * = p < ,005.

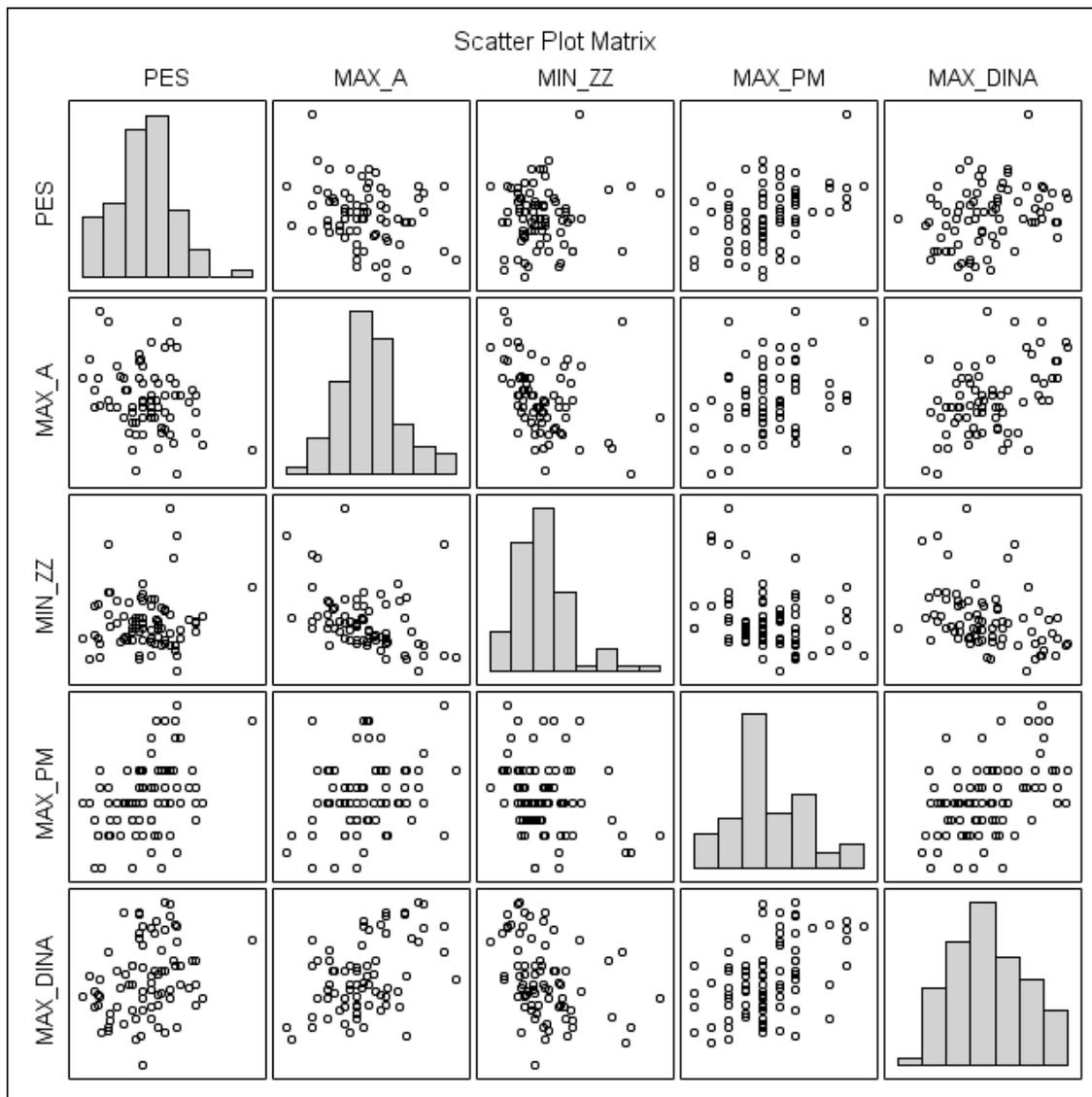


Figura 59. Gráficos de dispersión e histogramas de las diferentes correlaciones bivariantes analizadas.

También se observaron correlaciones significativas entre la FP y el LBM ($r = ,47$; $p = ,05$), entre la FP y el ABK ($r = ,46$; $p < ,001$) y entre LBM y el Peso ($r = ,42$; $p < ,001$).

Además, se obtuvieron correlaciones negativas entre el Esprint 25 m y el Salto vertical ($r = -,38$; $p < ,001$) y entre el Esprint 25 m y la FP ($r = -,37$; $p < ,001$). No se observaron correlaciones significativas entre el Peso y el Esprint 25 m ($r = ,09$; $p = ,429$).

Dada la gran cantidad de correlaciones existentes entre las diferentes variables analizadas, seguidamente se calculó un modelo de análisis multivariante con la intención de poder conocer la verdadera implicación de cada variable en la velocidad final de disparo (tabla 25). Los resultados obtenidos confirman que las variables que mayor influencia tienen en la velocidad final de disparo son el Esprint 25 m. ($t = -2,68$; $p = ,009$) y el LBM ($t = 2,34$; $p = ,023$) (tabla 26).

Tabla 25

Estimación de los parámetros del modelo para cada una de las variables analizadas

Variable	Estimación parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t 	Estimación estandarizada
Intercept	89,24558	21,75893	4,10	,0001*	
Peso	0,10557	0,12379	0,85	,3970	,11235
Abk	0,13460	0,18411	0,73	,4675	,09885
Esprint 25 m	-4,64949	1,73795	-2,68	,0095*	-,30591
Lbm	1,02325	0,43798	2,34	,0227*	,29741
FP	0,06002	0,13768	0,44	,6644	,05734

Nota: * = $p < ,005$.

Peso, Salto vertical Abalakov, Esprint 25 m con cambios de dirección, Lanzamiento de balón medicinal y Fuerza de prensión.

Tabla 26

Estimación de los parámetros del modelo para cada una las variables analizadas

Variable	Estimación parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > t 	Estimación estandarizada
Intercept	99,44003	19,26545	5,16	<,0001*	
Esprint 25m	-4,94901	1,59389	-3,10	,0028*	-,32562
Lbm	1,33110	0,36080	3,69	,0005*	,38689

Nota: * = $p < ,005$. *Esprint 25 m. con cambios de dirección y Lanzamiento de balón medicinal*

Seguidamente, con el método de análisis y selección de variables (Stepwise Forward Selection) se confirma que el Esprint 25 m. con cambios de dirección ($t = -3,10$; $p = ,003$) y el lanzamiento del balón medicinal LBM ($t = 3,69$; $p < ,001$) (tabla 26) son las variables que mayor influencia tienen en la velocidad de disparo.

Las diferentes rectas de regresión entre la velocidad de disparo (MAX_XUT) con la velocidad máxima del balón medicinal (MAX_PM) y Esprint 25 m. con cambios de dirección (MIN_ZZ) pueden ser consultadas en las figuras 60 y 61.

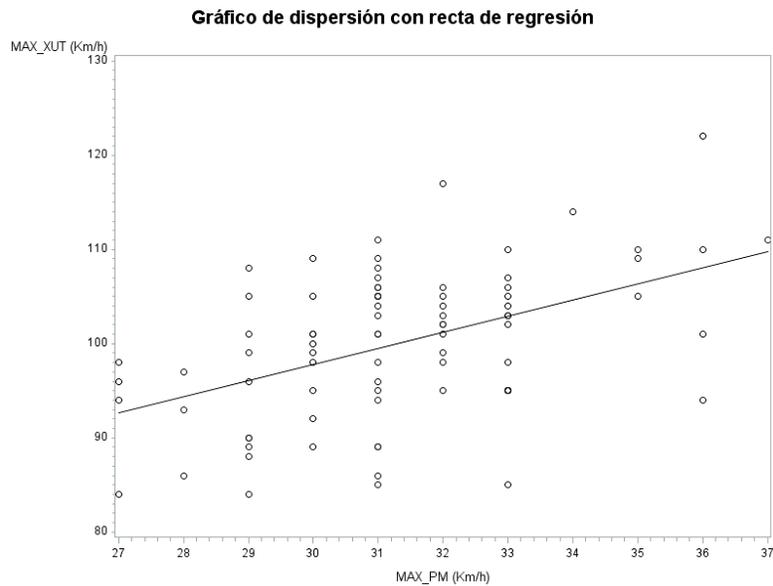


Figura 60. Recta de regresión y niveles de correlación entre la velocidad máxima de disparo (MAX_XUT) y la velocidad máxima del balón medicinal (MAX_PM).

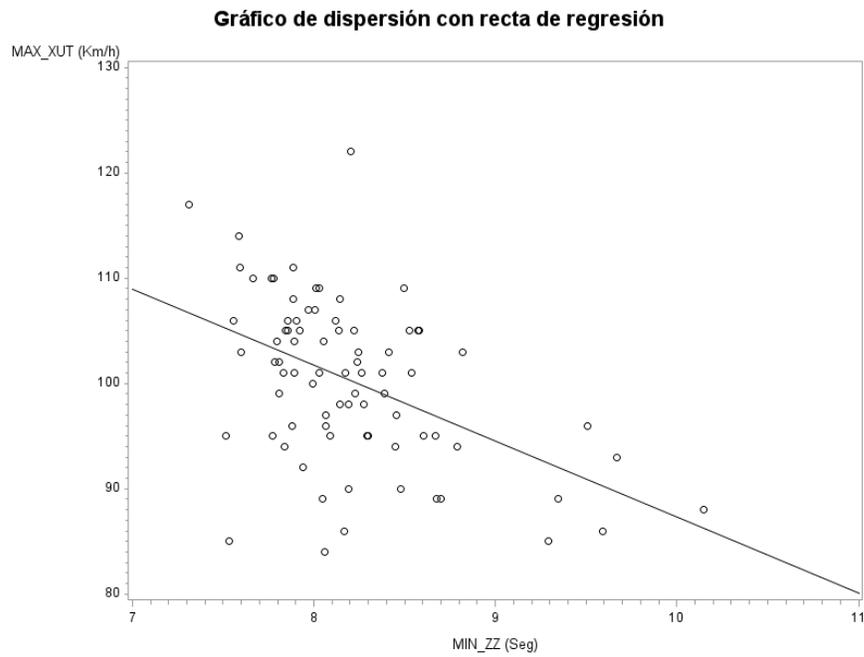


Figura 61. Recta de regresión y niveles de correlación entre la velocidad de Disparo (MAX_XUT) y Esprint 25 m. con cambios de dirección (MIN_ZZ).

Nota: Obsérvese como la recta de regresión obtenida es negativa, lo que indica que la relación existente es inversa (figura 61).

3.4 Discusión

Los resultados de este estudio sugieren que las variables que mayor nivel de influencia tienen sobre la velocidad de Disparo son el Esprint 25 m con cambios de dirección ($t = -3,10$; $p = ,003$) y el LBM ($t = 3,69$; $p = ,005$). Aunque otras variables como la FP también correlacionaron de forma significativa con la velocidad de Disparo ($r = ,38$; $p < ,001$). La relación existente entre la velocidad de Disparo y el LBM ($r = -,29$; $p = ,009$) hacen pensar en que el rendimiento final durante el disparo estará relacionado con la capacidad de generar acciones de fuerza a elevadas velocidades, ya que la combinación de la velocidad de lanzamiento y de la capacidad de esprintar permitió explicar aproximadamente un 9% de la variación de la velocidad de la bola. Aunque este es el primer estudio, al menos que se tenga constancia, en el que se ha analizado la relación existente entre la capacidad de realizar cambios de dirección a elevada velocidad y la velocidad de disparo, diversos autores han destacado la influencia de las pruebas de desplazamiento y cambio de dirección realizadas en patines, con el rendimiento final de jugadores de hockey sobre hielo (Mascaró et al., 1992; Bracko & George, 2001; Moir, Button, Glaister, Stone, 2004; Behm et al., 2005; Geithner, 2006; Burr et al., 2008; Burr, Jamnik, Dogra & Gledhill, 2007; Falinger et al., 2007; Potteiger et al., 2010; Nightingale, 2013a, 2013b; Haukali et al., 2015); Vescovi et al., 2006). Además, cuando los desplazamientos son realizados con cambios de dirección y a alta intensidad, se consideran que pueden ser determinantes del rendimiento (Bloomfield et al., 2007; Ferrari Bravo et al., 2008), especialmente para el jugador de hockey sobre patines en distancias cortas de entre 5-10 metros o menos de 4 segundos (Yagüe, 2005), realizadas a alta intensidad (Buchheit et al., 2010). Igualmente, las desaceleraciones o frenadas, ya sean realizadas de forma lineal o con cambios de dirección representan algunas de las acciones de juego más importantes

en los deportes colectivos, aunque cualesquiera de estas acciones no siempre se realizan partiendo desde una posición de parado (Robinson & O'Donoghue, 2008). Por otro lado, la capacidad de realizar cambios de dirección a elevada velocidad parece necesitar de la aplicación de grandes niveles de fuerza, ante la necesidad de romper la inercia corporal durante la aceleración y desaceleración del centro de masas corporal durante los cambios de dirección. Además, la capacidad de cambiar de dirección ha sido relacionada con la velocidad lineal, con la capacidad de generar fuerza, con la potencia, con la reactividad de las piernas y con la técnica de desplazamiento (Young, Dawson & Henry, 2015; Chaalali et al. 2016). También la capacidad de repetir esprints ha sido descrita como una cualidad fundamental en los deportes de sala para optimizar el rendimiento deportivo (Rampinini et al., 2007; Spencer et al., 2005).

En relación a la capacidad de salto, diversos autores han sugerido que existe una relación importante entre la capacidad de salto vertical y la capacidad de realizar cambios de dirección en acciones de velocidad. Mascaró et al. (1992), en un estudio realizado en hockey sobre hielo, constataron que el salto vertical fue el mejor predictor de la velocidad de patinaje, tanto para los jugadores que ocupaban la posición de delanteros como para defensas. Por su parte, Burr (2007) propuso el entrenamiento de la potencia de piernas en jugadores de hockey sobre hielo, como una de los mejores medios para la mejora de la velocidad en los cambios de dirección. En contraposición, Bracko & George (2001) y Behm et al., (2005), observaron que los tiempos de sprint en 40 yd fueron los mejores predictores de la velocidad lineal sobre el hielo, mientras que Marcovic et al., (2007), en un estudio en el que se analizó la influencia de distintos tipos de fuerza extensora de las piernas (máxima, explosiva y elástica) sobre una prueba de agilidad, concluyeron que, pese a existir una correlación entre éstos tipos de fuerzas y el resultado final de

la prueba ($r = 0,41$; $p < ,001$), dicha correlación no es suficiente para predecir el rendimiento en acciones de agilidad, ya que los resultados podrían estar influenciados por factores metodológicos como el tamaño de la muestra. En nuestro estudio, el nivel de correlación observado entre la capacidad de salto y la de velocidad de cambio de dirección fue significativo ($r = ,37$; $p = ,001$), hecho que podría estar condicionado por el ángulo de flexión de piernas adoptado durante los cambios de dirección, ya que a menor ángulo mayores necesidades de fuerza explosiva serán necesarios para frenar y acelerar la masa corporal.

Por otra parte, aun observándose relación significativa entre la capacidad de salto y la velocidad de disparo la correlación es cuestionable o pobre ($r = ,30202$; $p = ,0085$). Aunque diversos estudios han demostrado la existencia de una relación directa entre la capacidad de realizar acciones de fuerza como sentadillas y sentadillas con salto, y la capacidad de generar acciones de potencia y de velocidad en los deportes colectivos (Hori et al., 2008; Nibali, Chapman, Robergs & Drinkwater, 2013), se ha constatado una estrecha relación entre la capacidad de salto y la capacidad de disparo o de lanzamiento a elevadas velocidades en deportes como el tenis (Dossena, Rossi, La Torre & Bonato, 2016; Fernandez-Fernandez, Villarreal, Sanz-Rivas & Moya, 2016); en el voleibol (Forthomme et al., 2005) o en el balonmano. Además, el test ABK ha sido utilizado en deportes como el hockey sobre hielo (Burr et al., 2007), el baloncesto (Rodríguez-Rosell, Mora-Custodio, Franco-Márquez, Yáñez-García & González-Badillo, 2017), o el fútbol (Chena et al., 2015) para evaluar la potencia de piernas. Aunque también se ha utilizado la valoración de la capacidad de salto como una forma de estimar y predecir el rendimiento en deportes como el voleibol (Forthomme et al., 2005); el futbol (García-López, Morante, Moreno & Villa, 2009; Mercé, González, Mayo, Pardo & Sorli, 2004); el futbol,

balonmano, baloncesto y voleibol, (Izquierdo et al., 2015); en futbol sala, (Álvarez, Manonelles, Giménez & Corona, 2004); el baloncesto, (Díaz-Hellín et al., 2014); y el balonmano (García-López et al., 2009 ;Chirosa, Chirosa & Padial, 2000), se deberían precisar diversas consideraciones:

En primer lugar, la dirección del vector fuerza resultante durante la impulsión es completamente distinta en hockey sobre patines que en el resto de deportes mencionados. Mientras que en deportes como el tenis, el voleibol o el balonmano, la fuerza se manifiesta desde su componente vertical, en el caso del hockey sobre patines ésta deberá expresarse en una componente antero-posterior durante el disparo. En este sentido, diversos autores han sugerido el carácter altamente específico de la fuerza en relación a su dirección de aplicación. Así, por ejemplo, Siff y Verkhoshansky (2004), en su *Principio de Correspondencia Dinámica* que trataba de explicar los factores a considerar dentro del desarrollo de fuerza, ya sugerían la necesidad de considerar la amplitud y dirección en la que la fuerza es aplicada. De hecho, McBride, Triplet-McBride, Davie, & Newton (2002) no encontraron transferencia sobre el rendimiento entre los ejercicios desarrollados para producir fuerza vertical y las acciones con cambios de dirección, y Lehman, Drinkwater y Behm (2013) observaron que los saltos que mayores niveles de correlación presentaban en relación a la velocidad de lanzamiento en beisbol eran los saltos laterales y antero-posteriores. Recientemente, Gonzalo-Skok et al., (2016) han constatado una mayor transferencia sobre el rendimiento en movimientos funcionales de los ejercicios excéntricos de fuerza realizados en la componente AP en relación a los realizados en la componente vertical.

En segundo lugar, aunque en el hockey sobre patines cobra especial importancia la funcionalidad del tronco y de las extremidades superiores a la hora de adquirir mayor impulsión durante las acciones de patinaje o de disparo, y aunque diversos autores han obtenido elevados niveles de correlación entre el ABK y la capacidad de esprintar en 20 metros (Rodríguez-Rosell et al.,2017), el nivel de coordinación intermuscular requerido durante el salto de ABK podría verse alterado al manifestarse en una componente espacial distinta al que se ejecuta en un disparo a portería. El hecho de que en el hockey sobre patines el sistema aquileo-calcáneo-plantar vea reducido su nivel de movilidad fruto de la utilización de la bota, condicionará a que el resto de articulaciones implicadas en el movimiento (rodilla, cadera y tronco) deban compensar su reducción de movilidad (Böhm & Hösl, 2010), modificando la musculatura implicada en el movimiento y su patrón de movimiento (Kim & Yoo, 2015).

En tercer lugar, la capacidad de realizar acciones explosivas en los movimientos que se generen altos niveles de potencia está directamente relacionada con la carga a movilizar. En este sentido, las diferencias existentes entre las masas a movilizar (propio peso corporal en relación a la masa de la bola) podrían generar niveles de velocidad y potencia muy distintos.

Por último, aunque en este estudio no se valoró el nivel de fuerza aplicada en cada posición del rango articular, la zona del rango articular en la que se aplica la máxima aceleración también debería de ser considerada (Cormie, McGuigan & Newton, 2011; Siff y Verkhoshansky 2004).

En relación a la fuerza de prensión, y dada la importancia que el conjunto mano–stick tiene para la transmisión de fuerzas desde los segmentos corporales más distales hasta la bola, resultaría lógico esperar la existencia de elevados niveles de correlación entre la velocidad de

disparo y la fuerza de prensión. Además, tradicionalmente se ha considerado que una buena capacidad de prensión favorecía la realización de acciones de lanzamiento, mejorando su precisión y la capacidad para generar fuerza. Diversos autores han destacado la importancia de la fuerza de agarre como factor de rendimiento en deportes en los que se dispara o lanza un balón; (Alcaraz et al., 2012; Alexander et al., 2013; Rodrigues, 2013; Wu et al., 2003). Así, por ejemplo, Ferragut et al. (2011) y Borges et al. (2017) destacaron su importancia en el waterpolo, García et al. (2007) en el balonmano, y Baiget, Corbi, Fuentes & Fernández-Fernández (2016) en el tenis. Con la misma intención algunos jugadores de balonmano utilizan resinas en las manos para que éstas no pierdan adherencia con el balón, al igual que algunos jugadores de hockey sobre patines aplican magnesio líquido sobre las manos con el fin de tener un buen agarre y mejorar su tacto con el stick para poder realizar las acciones técnicas. Aunque la efectividad de estas técnicas no ha sido confirmada, diversos estudios han destacado la importancia de diferentes variables relacionados con la mano en la capacidad de disparo. Así, por ejemplo, García, Cañadas, Parejo, Alonso & Parejo (2007), al estudiar los posibles parámetros predictivos del talento deportivo en jugadores de balonmano, destacaron la importancia de la longitud de los dedos a la hora de mejorar la precisión en los lanzamientos y la fuerza de prensión para sujetar el balón. Por su parte, Visnapuu y Jürimäe (2007), evaluando los parámetros antropométricos generales del cuerpo en jóvenes jugadores de balonmano y baloncesto, constataron que la precisión de los lanzamientos y de los pases es superior conforme mayor es la longitud de dedos. Por otro lado, parece que el grado de relación existente entre las características de la mano y la velocidad de lanzamiento en golf determinará el tipo de agarre (Boada, 2004) y dependerá, en el caso de los deportes de balón, del tamaño de la pelota, especialmente cuando el tamaño de ésta es grande. En

contraposición, Heitman et al., (2000) llegaron a la conclusión de que, la fuerza del brazo era el único predictor significativo de la velocidad del lanzamiento de la bola en beisbol, más que la fuerza de agarre o la fuerza de hombros y piernas, lo que podría estar relacionado con el reducido tamaño de la bola.

Blanco et al. (2001), observando las modificaciones de distintas variables de la condición física antes y después de un encuentro de hockey, constatando que la fuerza de prensión de los jugadores después de un partido no se modificaba, lo que sugería una ausencia de fatiga en esta zona corporal. Por otra parte, en un deporte similar como lo es el hockey sobre hielo, Alexander et al. (2013), encontraron elevados niveles de correlación entre la fuerza de agarre y la precisión en los disparos. Por su parte Wu et al. (2003), observaron que la velocidad del disco correlaciona con el peso, la altura, la fuerza en la prueba de press de banca, y la fuerza de agarre, tanto en los disparos de Pala como los de Muñeca.

En nuestro estudio, aunque el nivel de correlación observado entre la velocidad de disparo de la bola y la prueba de FP fue bajo, la correlación resultó ser significativa ($r = ,38$; $p = ,0005$), lo que podría deberse a diversas razones:

En primer lugar, al tipo de empuñadura adoptada durante la realización del test y a su grosor. Aunque se prestó una especial atención en intentar reproducir al máximo la posición, la amplitud y el ángulo de inclinación del agarre, las diferencias existentes entre ambos tipos de empuñadura debería ser un factor a considerar, ya que éstas podrían modificar el momento torsor de la muñeca (Lin, McGorry & Chang, 2012; Young, Lin, Chang & McGorry, 2013) y modificar el nivel de fuerza generado (Seo et al., 2010). Por otro lado, debería considerarse la influencia que sobre otros grupos musculares del brazo o del eje escapular tiene la posición de la mano

durante la realización de los tests. Adelsberg (1986), constató que, al variar el diámetro de la empuñadura, el patrón electromiográfico del antebrazo y del hombro variaba, observando como a medida que se aumentaba el diámetro de la empuñadura el nivel de activación del deltoides anterior disminuía, mientras que aumentaba la de los extensores del antebrazo. Además, Murphy & Wilson (1996), constataron la existencia de una pobre correlación entre la aplicación de tests isométricos y el rendimiento en acciones dinámicas.

En segundo lugar, en nuestro estudio solo valoramos la fuerza de prensión de la mano y no se valoró el nivel de fuerza isométrica máxima en diferentes posiciones articulares adoptadas por la muñeca. Diversos autores han destacado la contribución de la muñeca en la cinemática del implemento, especialmente en posiciones de flexión y de lateralización (Gordon & Dapena, 2006; Signorile et al., 2005). Aunque en nuestro estudio la muñeca fue colocada en posición neutra, las diferentes posiciones articulares adoptadas durante el disparo y la alta especificidad de la fuerza en relación a la posición angular deberían ser consideradas. Además, a tenor de los resultados obtenidos deberíamos teorizar sobre el verdadero papel del agarre, considerando la posibilidad de que su función sea únicamente la de incrementar el brazo de palanca y sujetar el stick durante la prensión a una sola mano, a pesar de existir una torsión de la pala del stick. En este sentido, Paüls & Sanz (2017) describieron el movimiento del disparo a través de la explicación de los elementos de una “palanca” de 3er género, donde la mano dominante es el punto de apoyo y la mano no dominante que agarra por la parte media el stick, la potencia, siendo la bola y el stick la resistencia.

Para la valoración de la capacidad de lanzamiento en este estudio utilizamos una adaptación del test de lanzamiento de balón medicinal sentado. Este test ha sido ampliamente

utilizado en el ámbito de la valoración de la fuerza (Borms, Maenhut & Cools, 2016) por su simplicidad y facilidad de aplicación. Además, permite localizar el lanzamiento en las articulaciones de los brazos, aislando el movimiento y evitando la participación de otras partes corporales de los hemisferios superior e inferior (McConnell et al., 2011). En el estudio que nos ocupa, colocamos a los participantes en una posición de flexión de piernas y de caderas de 90 grados lo que nos permitió normalizar la postura en función de las características antropométricas de cada deportista. En este sentido, la utilización de un mismo banco para realizar el test condicionaría enormemente al ángulo de flexión de cadera, especialmente en aquellos deportistas más altos o más bajos. Además, la posible existencia de longitudes de pierna y de tronco distintas en cada uno de los participantes analizados podría afectar a la distancia final del lanzamiento (la distancia final de un lanzamiento estará condicionada por la velocidad de salida, el ángulo de salida y la altura desde la que se realiza el lanzamiento), debido a la existencia de alturas de lanzamiento distintas en función del deportista. Davis et al. (2008), observaron que el resultado del test correlacionaba de forma significativa con la altura del participante. Para solventar este problema, en nuestro estudio valoramos finalmente la velocidad de salida de la pelota y no la distancia de lanzamiento.

La velocidad de LBM fue la prueba en la que mayores niveles de correlación se obtuvieron en relación a la velocidad de disparo de la bola ($r = ,47, p = ,001$). Este hecho podría deberse a la estrecha relación existente entre la capacidad de generar altos niveles de potencia y la obtención de elevadas velocidades en el lanzamiento o golpeo de implementos (Battaglia et al., 2014; Cherif, Chtourou, Souissi, Aouidet & Chamari, 2016; Freeston, Carter, Whitaker, Nicholls & Rooney, 2016).

Por último, diversas limitaciones deberían ser consideradas en este estudio: en primer lugar, las diferentes valoraciones fueron realizadas en tipos de suelo distinto. La imposibilidad de realizar todas las valoraciones en el mismo lugar condicionó a que el equipo investigador se desplazara a la pista habitual de entrenamiento de cada equipo, lo que determinó que las valoraciones tuvieran que ser realizadas en distintos tipos de superficie (madera y terrazo). Si se considera que cada suelo presenta un coeficiente de rozamiento distinto, éste hecho podría condicionar al agarre de los patines sobre la superficie de juego, tanto en los desplazamientos como en los cambios de dirección, debido a la aplicación del principio de acción y reacción, influyendo en la velocidad y fuerza generada. Además, este hecho podría tener influencia en la demanda energética de los patrones de movimiento (Rodríguez et al., 1991). En este sentido, Torner (1984), recomienda cambiar la dureza de las ruedas de los patines en función del tipo de superficie de la pista para poder asegurar una mejor maniobrabilidad de sus acciones. De la misma manera, resultaría lógico pensar en la posible obtención de ligeras diferencias en la velocidad final de la bola en los disparos a portería. Wu et al. (2003), en el hockey sobre hielo, advirtió que la velocidad de disco en los disparos de “Muñeca” (arrastre) y de “Pala”, podría verse afectada por el tipo de superficie (hielo sintético). Por otra parte, cabe reseñar que el hecho de que todas las valoraciones fuesen realizadas en las pistas donde los participantes entrenaban habitualmente garantizaba un alto nivel de familiarización y adaptación al medio y al material. En segundo lugar, y tal y como ya constataron Yagüe (2005) y Blanco et al. (2001) en el test de salto el Abalakov, diversos participantes manifestaron problemas coordinativos a la hora de acoplar y secuenciar temporal y espacialmente las diferentes partes corporales implicadas en los movimientos del salto vertical (piernas, tronco y brazos). Este hecho suscitó la posibilidad de

introducir un periodo de familiarización previo en el que los jugadores pudiesen familiarizarse con la realización de la gestualidad del test. Desafortunadamente, el tiempo disponible para la impartición de los test hizo descartar esta posibilidad. Además, Moir et al. (2004), y Moir, Sander, Button & Glaister (2005) analizaron el número de sesiones de necesarias para familiarizarse con las pruebas de salto vertical SJ y CMJ (con carga 10 kg y sin carga), y en los saltos verticales (SJ) con carga del 30% y 60% (1RM) de sentadilla y así obtener una alta fiabilidad en ellas, llegando a la conclusión de que no era necesario la introducción de una fase de familiarización previa.

Por último, exponer que no se observaron correlaciones significativas entre la velocidad de disparo y el peso de los participantes ($r = ,166$; $p = ,1385$). Diversos estudios han sugerido la existencia de una relación entre la cantidad de masa corporal y la capacidad de generar fuerza (Lazzer, Pozzo, Rejc, Antonutto & Francescato, 2009; Fricke, Weidler, Tutlewski & Schoenau, 2006; Sartorio, Maffiuletti, Agosti & Lafortuna, 2005; Lafortuna, Maffiuletti, Agosti & Sartorio, 2005; Burr et al., 2008; Ransdell et al., 2013), debido a la relación directa que se establece entre el peso de nuestro cuerpo y la cantidad de masa muscular (Waldron, Worsfold, Twist & Lamb, 2014; Weakley et al. 2017; Jacobson, 2015), ya que se ha observado que a mayor cantidad de masa muscular mayor velocidad de lanzamiento (Clements, Ginn & Henley, 2001; Bartlett, Storey & Simons, 1989). Así, por ejemplo, Okamoto, Sakurai & Ikegami (2007) constató como aquellos lanzadores de martillo con mayor peso corporal conseguían mayores distancias de lanzamiento; y Gorostiaga, Granados, Ibanez e Izquierdo (2005) junto con Wagner, Buchecker, Von Duvillard & Müller (2010), al analizar jugadores de balonmano de diferente nivel, observaron que la edad y el peso corporal contribuían a explicar las diferencias de velocidad de la

pelota en los lanzamientos desde parado y con tres pasos previos. En el estudio que nos ocupa, los resultados obtenidos van en la línea contraria y podrían estar relacionados con el hecho de que los disparos se realicen en una situación de inestabilidad. Aunque parece clara la relación existente entre la masa corporal y la capacidad de generar fuerza, la imposibilidad de transmitir la fuerza desde el suelo al stick de forma eficiente, podría condicionar a la aplicación del principio de coordinación de impulsos parciales. En este sentido, la inestabilidad existente en las extremidades inferiores podría reducir la participación de las piernas a la hora de generar impulso, concentrando el protagonismo del movimiento en el tronco y los brazos. Además, cabría diferenciar entre los conceptos de masa corporal y masa magra, ya que es este último es el que se relaciona más directamente con la capacidad de generar fuerza (Travison Araujo, Esche, Beck & McKinlay (2008) y tanto la composición, como las proporciones corporales son factores que deberían considerarse (Damsgaard, Bencke, Matthiesen, Petersen & Müller, 2001). No se puede olvidar que la técnica de disparo es otro de los factores que más está presente en la velocidad de la bola. Por todo ello, se considera que en próximas investigaciones debería contemplarse el análisis de la influencia del equilibrio, de la composición y de la proporción corporal en la velocidad de disparo.

3.5 Conclusiones

Los resultados de este estudio sugieren que las variables que mayor nivel de influencia tienen sobre la velocidad de disparo de la bola en hockey sobre patines son la velocidad de cambio de dirección y la velocidad de lanzamiento con balón medicinal, pudiendo explicar la velocidad final del disparo en un 9%. Serían necesarios futuros estudios en los que se analicen

una mayor variedad de factores. En este sentido, teorizamos sobre la posible influencia de otras capacidades como la del equilibrio sobre la velocidad final de la bola en los disparos a portería.

ESTUDIO 4

INFLUENCIA DEL EQUILIBRIO

ESTÁTICO EN LA VELOCIDAD DE DISPARO

DE LA BOLA EN HOCKEY SOBRE PATINES

Estudio 4. Influencia del equilibrio estático en la velocidad de disparo de la bola en hockey sobre patines

4.1 Introducción

La capacidad de mantener una postura estable, tanto en posiciones estáticas como dinámicas, depende de la integración eficiente de la información proporcionada por diversos sistemas de recogida de información como el visual (Lê & Kapoula, 2008), el vestibular (Manzari, 2006), el mecano-sensitivo (Horak, Nashner & Diener, 1990; Inglis, Horak, Shupert & Jones-Rycewicz, 1994; Riemann & Guskiewicz, 2000; Riemann y Lephart, 2002a, 2002b; Riemann, Myers & Lephart, 2002) o el propioceptivo (Enbom Magnusson Pyykkö & Schalén, 1988; Lephart, Pincivero, Giraido & Fu, 1997; Riemann y Lephart, 2002a; Pyykkö, Enbom, Magnusson & Schalén, 1991; Vaugoyeau, Viel, Amblard, Azulay & Assaiante, 2008). Directamente relacionados entre sí, cualquier alteración sufrida en alguno de estos sistemas tendrá repercusiones directas sobre el resto (Grünbauer, Dieterich, & Brandt, 1998). A partir de la información aferente recibida de ellos, el hemisferio cerebral derecho será el principal responsable de elaborar la respuesta postural más adecuada para cada una de las situaciones (Pérennou, Amblard, Laassel & Pélissier, 1997).

La calidad de la respuesta dependerá de diversos factores que podrán influir en el control postural. Entre ellos, podemos destacar la privación del sueño (Gribble & Hertel, 2004; Nakano et al., 2001; Schlesinger, Redfern, Dahl & Jennings, 1998; Uimonen, Laitakari, Bloigu & Sorri, 1994), la hora del día en que éste es valorado (Gribble, Tucker & White, 2007), la presencia de fatiga o dolor (della Volpe et al., 2006; Salavati, Moghadam, Ebrahimi & Arab, 2007; Surenkok, Isler, Aytar, Gultekin & Akman, 2006), la existencia de inestabilidades articulares como la del

tobillo (Docherty, Arnold, Gansneder, Hurwitz & Gieck, 2005; Jerosch & Bischof, 1996) o la del ligamento cruzado anterior de la rodilla (Lephart et al., 1992; Barber, Noyes, Mangine, McCloskey & Hartman, 1990), el tipo de pie (Hertel, Gay & Denegar, 2002), la existencia de disimetrías funcionales o estructurales (Mahar, Kirby & Macleod, 1985; Murrell, Cornwall & Doucet, 1991), el grado de flexión adoptado por la rodilla (Potter, Kirby, & MacLeod, 1990), el nivel de nicotina en sangre (Smith, 2001), la posición de la cabeza (Paloski et al., 2006; Buckley, Anand, Scally & Elliott, 2005; Paquette, Paquet & Fung, 2005) o la velocidad de desplazamiento durante la marcha o la carrera (Jahn, Strupp, Schneider, Dieterich, & Brandt, 2000).

Por su parte, el hockey sobre patines es un deporte de colaboración y oposición caracterizado por situaciones de incertidumbre, en las que se realizan continuos cambios de dirección y aceleraciones y desaceleraciones en constante inestabilidad. Estos instrumentos además de propiciar una base inestable y reducida, dificultan las informaciones sensoriales hápticas procedentes desde la planta del pie y del tobillo (Porta & Mori, 1987). Pese a ello, su éxito estará condicionado por la realización de acciones técnicas de alta precisión con eficacia (disparos, regates, cambios de dirección, pases y recepciones de bola), lo que exigirá una alta capacidad para realizar movimientos en situación de equilibrio limitadamente estable (Smolevskiy & Gaverdovskiy, 1996), en las que se garantice la realización del elemento técnico seleccionado de forma precisa y mediante la realización de continuos ajustes posturales en virtud de su esquema corporal (Porta & Mori, 1987). Además, parece que los deportistas de alto nivel poseen un control excepcional de su bipedestación, siendo capaces de regularla en ocasiones desde la parte superior de su cuerpo y hacia las extremidades inferiores (Goetghebuer, 2002). La precisión en la velocidad de desplazamiento, en la que deben realizarse rapidísimos cambios de

dirección, la invariabilidad de la técnica en las acciones de juego, aún en posiciones realmente acrobáticas, y las adaptaciones anticipadas que permitan una mejor regulación y control de éstas, suponen un nivel de dominio importante en el patinaje del jugador, que se fundamentan en la existencia de unos elevados niveles de equilibrio. Para ello, el jugador deberá realizar diversos movimientos compensatorios, amortiguadores y restablecedores del equilibrio, cuando su inestabilidad llegue al límite de lo permitido, a través del control de su centro de gravedad (Segovia, 2009). De esta manera resulta lógico pensar que, una alta prestación en las acciones de patinaje supone un considerable ahorro energético (Enseñat, Blanco & Balagué, 1997), de la misma manera que para disponer de buenos ajustes posturales y tomas de decisiones en las tareas, se debería de tener una disposición sensorial, durante la evaluación de las mismas, a través de un buen equilibrio (Hammami¹, Behm, Chtara¹, Othman¹ & Chaouachi¹, 2014).

Entre todas estas acciones, destaca por su importancia el disparo a portería. Durante su realización, deberá transmitirse en un intervalo relativamente corto de tiempo, la máxima velocidad posible a la bola a partir de la realización de acciones en las que se generen los máximos niveles de potencia posible en situaciones de inestabilidad (figura 62). Desafortunadamente, diversos autores han sugerido la existencia de una relación inversa entre el aumento de la inestabilidad corporal, ya sea local o global, y la capacidad de generar acciones de potencia en diversas situaciones y deportes, destacando cómo en función de las características del desequilibrio cambiará el patrón de movimiento (Nairn et al. 2017; Nairn et al. 2015; Kohler, Flanagan & Whiting, 2010; Behm & Anderson 2006; Anderson & Behm 2005; McBride & Cormie 2006).



Figura 62. Posición corporal de equilibrio limitadamente estable en un disparo de Cuchara

Así, por ejemplo, Hrysomallis (2011), constató como en el golf, a medida que aumentaba la inestabilidad en las extremidades inferiores empeoraba el nivel de movilidad funcional, la capacidad de generar fuerza y la velocidad de rotación en las extremidades superiores, lo que también perjudicaba a la velocidad del palo. Shinkle, Nesser, Demchak & McMannus (2012), observaron que el nivel de estabilidad local en la zona abdominal favorecía la transferencia de fuerzas desde las extremidades inferiores a las superiores, lo que permitía generar y transmitir mayores niveles de impulso, gracias a la optimización del principio de coordinación de impulsos parciales. Saeterbakken & Fimland (2013), analizaron la fuerza producida y el nivel de actividad electromiográfica de distintos grupos musculares al realizar sentadillas de piernas en diferentes niveles de inestabilidad, observando como a mayor nivel de inestabilidad, menor cantidad de fuerza eran capaces de generar. Además, la potencia muscular parece ser un buen indicador de la capacidad para propulsar el cuerpo y controlar el equilibrio durante algunas actividades como la

marcha (Sadeghi, Allard, Prince & Labelle, 2000). Se ha constatado una relación directa entre la fuerza, la propiocepción y el equilibrio (Wang, Ji, Jiang, Liu & Jiao, 2016) y se ha observado una disminución en la capacidad de equilibrarse en pacientes con osteoartritis de rodilla (Petrella et al. 2017; Taglietti et al. 2016; Masui et al. 2006) y con quemaduras severas (Omar et al., 2017).

Así como sucede en otros deportes como el hockey sobre hielo que realican pruebas de equilibrio dinámico no se encuentran equipos en hockey sobre patines que así lo hagan. En hockey sobre hielo se utiliza el test de *Y Balance* para evaluar la simetría funcional e identificar aquellos jugadores con probabilidad de sufrir lesiones en las piernas. Por ello, a los jugadores que acceden al Draft de la NHL, se les somete a esta prueba en la que se requiere la aplicación de fuerza, flexibilidad y propiocepción de forma dinámica y sobre un pie.

Por otra parte, se ha observado que en aquellas situaciones en las que existe cierto componente de inestabilidad, parece que se produce un aumento del nivel de actividad electromiográfica de la musculatura funcional (Kohler et al., 2010; Behm et al., 2005), lo que contribuye a aumentar el gasto energético. Contrariamente a estos resultados, diversos autores han constatado la no existencia de diferencias significativas al comparar una misma acción realizada en situación de estabilidad o de inestabilidad. Así, por ejemplo, Vázquez-Guerrero et al. (2016) junto con Moras & Vázquez-Guerrero (2015), no observaron diferencias en los niveles de potencia generados al trabajar medias sentadillas con una polea cónica. Uribe et al. (2010) no constataron diferencias en el nivel de activación del pectoral al trabajar el press de pectoral con mancuernas en situación de estabilidad o de inestabilidad, y Goodman et al. (2008) no constataron diferencias en el 1 RM y en el nivel de activación muscular al comparar el press de pectoral con barra. Todo ello sugiere que el tipo de contracción, la intensidad, el número de

repeticiones realizadas, el grupo muscular estimulado, la velocidad de realización del gesto y el tipo de inestabilidad utilizada deberían ser factores a considerar (Vázquez-Guerrero et al. 2016; Zemková et al. 2012). Asimismo, hace que se deba cuestionar cuál es la relación que se establece entre el equilibrio corporal y la capacidad de disparar más fuerte en un deporte de inestabilidad como el hockey sobre patines. Además, la repetición continuada de este tipo de situaciones podría acabar generando adaptaciones en sus practicantes que se debieran traducir en una mejora general de su equilibrio.

Por todo ello, los objetivos de este estudio son: 1) Comparar el equilibrio corporal entre jugadores de hockey sobre patines de diferentes niveles y estudiantes de educación física. 2) Analizar el grado de relación existente entre la velocidad de disparo y diferentes variables del equilibrio corporal en jugadores de hockey sobre patines de diferente nivel.

4.2 Material y método

4.2.1 Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por 43 participantes de los cuales 16 pertenecientes a las selecciones nacionales de España y Chile ($29,2 \pm 4,2$ años de edad; $175,8 \pm 4,9$ cm de altura y $76,3 \pm 4,7$ kg de peso), 14 participantes pertenecientes a los equipos de Alpibat (1ª nacional catalana) y al equipo de Juneda (1ª catalana) ($23 \pm 5,2$ años de edad; $180,3 \pm 4,5$ cm de altura y $76,4 \pm 5,6$ kg de peso) y por último 13 estudiantes de educación física, pertenecientes a la facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de Lleida ($25,3 \pm 2,8$ años de edad; $72,1 \pm 7,5$ kg de peso y $179,2 \pm 4,9$ cm de altura). En el ranking mundial por selecciones España y

Chile se encontraban en el momento de la realización de este estudio en la posición 3ª y 10ª, respectivamente.

Los criterios de inclusión para este estudio fueron: practicar el hockey sobre patines en algunas de las tres categorías seleccionadas: selección nacional; 1ª nacional catalana (1ªNC) o 1ª catalana (1ªC), o ser estudiante de educación física, y no haber sufrido cirugía o lesión en extremidades y/o espalda en los últimos 12 meses. Los participantes no realizaron actividad vigorosa en las 24 horas previas a la realización del estudio. Antes de iniciarse el estudio, todos los participantes firmaron un documento de consentimiento informado y fueron informados de los posibles riesgos que de su participación en el estudio podrían derivarse. Ninguno de los participantes recibió recompensa económica o en especie por su participación. El protocolo de estudio fue diseñado de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en 2008. En el caso de los participantes de las selecciones nacionales de España y de Chile, todos los registros fueron tomados en la concentración realizada en las instalaciones del Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat (San Cugat, España) previa al mundial de Francia 2015 (42 edición). En el caso de los participantes de los equipos pertenecientes a 1ª NC y 1ª C todos los registros fueron tomados en sus respectivos clubes y dentro del período competitivo. Los datos de los estudiantes de educación física fueron registrados en el mismo período de la temporada que en el resto de participantes y en las instalaciones del INEFC de Lleida (Universidad de Lleida).

4.2.2 Instrumentos y Procedimiento

Previamente a la recogida de datos todos los participantes fueron pesados y tallados mediante una báscula de columna seca→ 700 (Alemania), con una precisión de 0,05 kg y un tallímetro seca→ 220, con una precisión de 0,1 cm.

Para la valoración de la capacidad de equilibrio se utilizó una plataforma de podometría y posturología Fusyo (Medicaptureurs Technology, France) (figura 63). Todos los registros fueron tomados a una frecuencia de 40 Hz y siguiendo las recomendaciones de la AFP (Association Francaise de Posturologie) se prestó una especial atención en colocar la plataforma sobre una superficie perfectamente nivelada, estable (Lohman, Roche & Martorell, 1988) y con una iluminación aproximada de 2000 lux. (Bizzo, Guillet, Patat, & Gagey, 1985). Además, todos los registros fueron tomados a la misma hora del día (Gribble et al., 2007) y en condiciones de ruido similares (Siedlecka et al. 2015).

Para la valoración de la velocidad de disparo de la bola (km/h) se utilizó un radar de mano Stalker Pro (frecuencia: 34,7 GHz [Ka-Band] \pm 50MHz). Este instrumento utiliza un sistema patentado de microondas de banda Ka, con 20 miliwatts de potencia, con dos bocinas polarizadas destinadas a la transmisión y recepción conjunta de señales. El radar fue colocado centrado y a media altura por detrás de la red de la portería. De esta manera se garantizó el registro correcto y la seguridad, tanto del aparato como del evaluador. Todas las valoraciones fueron realizadas en el interior de la pista de juego. Antes del registro de cada participante, el radar fue calibrado siguiendo las indicaciones del fabricante mediante un diapasón.

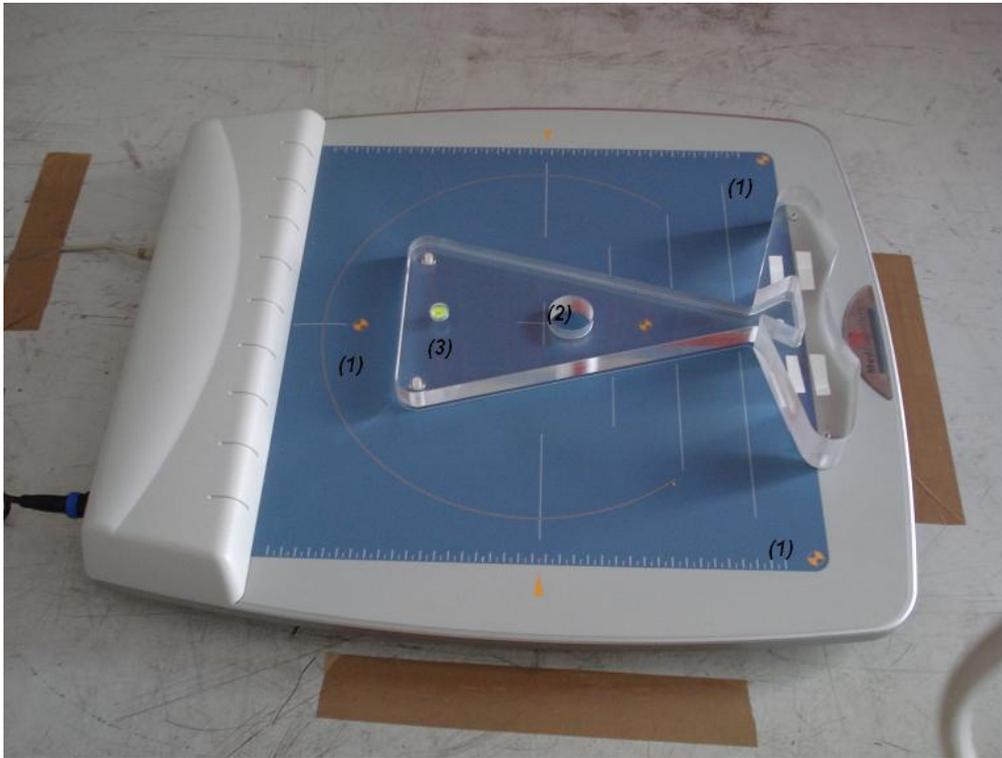


Figura 63. Detalle de la plataforma utilizada en el estudio. (1) Posición de los tres captadores, (2) triángulo de metacrilato para garantizar la repetitividad en la colocación de los pies, (3) nivel de equilibrio.

4.2.3 Protocolo.

Previamente al inicio del estudio todos los participantes fueron pesados y tallados y firmaron un documento de consentimiento informado. El orden de las pruebas se aleatorizó para evitar que la fatiga pudiese influir en el resultado de los registros (Sheikholeslami-Vatani et al., 2016); y para evitar un posible efecto activador o inhibidor de una prueba sobre otra (Soares et al., 2016; Augustson et al., 2003). La prueba sin patines se realizó con el pie descalzo y sin calcetines, mientras que en la realizada en patines el participante utilizó los propios y stick habituales. Las pruebas fueron realizadas en la pista de competición de los respectivos clubes y

todos los registros fueron tomados por el mismo grupo de investigadores (Da Silva et al., 2004). Con la intención de aumentar la motivación de los participantes tras la realización de cada prueba, se les informó de las valoraciones obtenidas.

Previamente al registro de los test, los participantes realizaron un calentamiento estandarizado y dirigido siempre por el mismo miembro del equipo investigador, consistente en la realización de ejercicios de carrera continua suave (120 pulsaciones x minuto) y movimientos de movilidad articular consistentes en: circunducciones de brazos hacia adelante y atrás con dobles pasos, carrera con movimientos de pasos laterales, piernas cruzadas, contra-rotaciones combinando el hemisferio superior con el inferior, elevaciones de rodillas por delante, talones a los glúteos, combinación de rodillas adelante y talones a los glúteos, rotaciones de tronco con dobles pasos, y saltos con piernas juntas hacia el pecho con los brazos hacia arriba, saltos con piernas extendidas y brazos hacia arriba, y dos carreras de velocidad progresiva de 22 metros (ancho de pista) cada una. La duración total del calentamiento fue de 6 minutos. El calentamiento se realizó siempre en la misma pista donde se llevaron a cabo las pruebas en patines.

Para la valoración del equilibrio cada participante fue colocado sobre la plataforma descalzo, en posición de Romberg (posición ortostática con las manos colocadas a lo largo del cuerpo), dirigiendo su mirada a un punto situado en la línea de horizonte y a una distancia aproximada de 90 cm (Lê & Kapoula, 2008) y a una altura igual a la distancia entre el suelo y su línea de visión. Los pies se mantuvieron separados 2 cm por la parte de los talones y formando un ángulo de 30 grados (figura 64). Durante 51,2 segundos, y a una frecuencia de muestreo de 40 Hz se registró la evolución del centro de presiones plantares. Cuatro posiciones de registro fueron valoradas: Descalzos con los ojos abiertos, descalzos con ojos cerrados, en patines con los ojos

abiertos y en patines con los ojos cerrados (figuras 65 y 67). El orden de las distintas valoraciones fue aleatorizado con la intención de evitar la influencia de la fatiga en los resultados. Con la intención de simular las mismas condiciones que se dan durante el juego, todas las valoraciones fueron realizadas con rodilleras y espinilleras tal y como utilizan los jugadores durante los partidos. Entre valoración y valoración se permitió una recuperación de 3 min. Por cuestiones de tiempo, un único registro fue tomado de cada uno de los test. Diversos autores han sugerido una cierta mejora en las pruebas de equilibrio a medida que se repiten los tests, aunque estas mejoras han sido observadas en test de apoyo unipodal, lo que podría sugerir la existencia de un proceso de aprendizaje (Fort et al. 2008; Ageberg et al. 2003).



Figura 64. Detalle de la colocación de los pies sobre la plataforma, una vez retirado el triángulo de posición. Obsérvese la posición de los talones y la abertura de los pies formando un ángulo de 30 grados.

Durante la prueba, se instó a los sujetos participantes a mantener una posición relajada, en silencio, realizando una respiración pausada y con la boca ligeramente abierta y relajada (sin

realizar ningún tipo de fuerza). Una vez obtenidos todos los registros, los datos fueron clasificados mediante un filtro de paso alto $>4\text{Hz}$.

Las diferentes variables temporales de equilibrio analizadas fueron la longitud del centro de presiones (CP), la superficie del CP, la longitud del CP en la componente anteroposterior (AP), la superficie del CP en la componente medio-lateral (ML) y el desplazamiento medio y máximo del centro de presiones en las componentes AP y ML (Figura 66).

Una vez evaluado el equilibrio, se procedió a la valoración de la velocidad de disparo de la bola. Para ello, cada uno de los participantes realizó 5 disparos a portería con la técnica de Pala, desde una distancia de 150 centímetros y en patines (figura 68). Esta distancia fue seleccionada para garantizar que los factores de precisión no influyesen en la capacidad de generar fuerza. Los participantes no realizaron ningún disparo de entrenamiento previo hacia portería y utilizaron su stick habitual (Pearsall et al., 1999). En relación a la posición del disparo, cada participante se colocó frente a la portería y con una orientación de 90° respecto a la red. Entre disparo y disparo, la recuperación fue de 10 segundos (tiempo suficiente para colocar la bola en el punto de lanzamiento, colocarse debidamente y ejecutar de nuevo la acción). Todas las velocidades fueron registradas en km/h y solo fue registrada la velocidad máxima de cada disparo. Durante las valoraciones, y con la intención de evitar el error del coseno generado por el efecto doppler, éste fue dirigido hacia el centro de la portería y justo por detrás de la red protectora. En el caso de los test de lanzamiento, el investigador responsable de la valoración prestó una especial atención en ubicarse frontalmente y con la bocina del radar orientada al centro de la portería hacia donde debía ir la bola (figura 69). Todos los participantes fueron animados

verbalmente a disparar lo más rápido y fuerte posible, informándoles de las velocidades obtenidas con posterioridad a la ejecución del mismo.

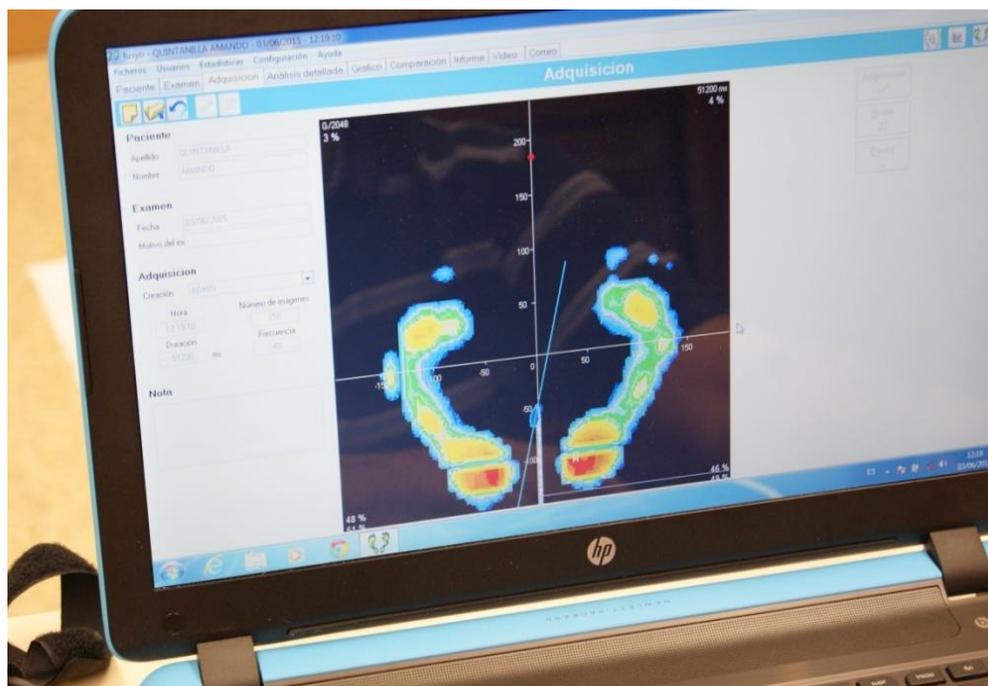


Figura 65. Detalle de la información obtenida durante la valoración del equilibrio descalzo.



Figura 66. Detalle de la posición del sujeto durante la valoración. Obsérvese la colocación de los pies y la posición ortostática adoptada por el participante.



Figura 67. Detalle de la posición del participante durante la valoración en patines. Obsérvese la colocación de los patines y la posición ortostática adoptada por el participante.

Una vez obtenidos todos los datos, en primer lugar, se procedió a comparar las diferencias en el nivel de equilibrio estático existente entre los diferentes grupos analizados (jugadores Profesionales, Amateurs y Estudiantes de Educación Física). Para ello, inicialmente se compararon las diferentes variables temporales analizadas. Seguidamente, se procedió a analizar la relación existente entre las distintas variables temporales de equilibrio registradas y la velocidad de disparo de la bola. Para ello, se calculó el nivel de correlación existente entre cada una de estas variables y la velocidad de disparo, considerando además el nivel del jugador (Profesional o Amateur).



Figura 68. Detalle de la posición del participante en la prueba de disparo de Pala.



Figura 69. Detalle de la posición de los evaluadores con el radar en la prueba de disparo de Pala.

4.2.4 Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de todas las variables examinadas (media, desviación estándar, mediana, valor máximo y valor mínimo). Seguidamente, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson para cuantificar las relaciones bivariantes existentes entre cada una de las variables y la velocidad máxima de disparo a portería. Para resolver cuáles de estos coeficientes o cuáles de estas relaciones eran estadísticamente relevantes se estableció el criterio de que su valor absoluto debía superar la frontera de 0,4, valor a partir del cual se considera que una correlación entre variables es moderada. Para el análisis comparativo del equilibrio entre grupos, se establecieron tres categorías de análisis (Profesionales, Amateurs y Estudiantes de Educación Física) y dado que los resultados obtenidos no cumplieron las pruebas de normalidad, se utilizó el Test de Kruskal-Wallis para comparar los grupos. Se consideró la existencia de diferencias significativas cuando $p < ,15$. Todos los análisis, operaciones y gráficos se realizaron con el software de análisis estadístico R.

4.3 Resultados

Diferencias de equilibrio entre grupos sin patines

La estadística descriptiva (media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo) para cada una de las variables temporales y grupos (Profesionales, Amateur y Estudiantes de Educación Física), en cada una de las condiciones valoradas (ojos abiertos y ojos cerrados) puede ser consultada en las tablas de la 27 a la 32.

Tabla 27

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales analizadas en jugadores Profesionales, descalzos y con los ojos abiertos

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	5,57	2,31	5,2	2,5	9,8
Longitud XY (mm)	407,88	79,58	392	289,4	540,8
X Media (mm)	0,04	0,14	0	-0,2	0,3
Y Media (mm)	-47,45	2,62	-48,9	-49,5	-42,2
Longitud X (mm)	226,89	60,85	226,7	143,9	365,5
Longitud Y (mm)	290,03	59,65	286,5	202,2	424,5
X Max (mm)	2,63	0,95	2,64	1,17	4,22
X Min (mm)	-2,47	0,98	-2,19	-5,04	-1,2
Y Max (mm)	-44,94	2,91	-46,24	-47,8	-40,5
Y Min (mm)	-43,39	26,49	-51,27	-53,33	51,93

Tabla 28

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Profesionales, descalzos y con los cerrados

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	9,72	4,64	10,4	2,8	19,4
Longitud XY (mm)	538,95	141,76	533	346,1	786,2
X Media (mm)	0,03	0,13	0	-0,2	0,3
Y Media (mm)	-47,45	2,62	-48,9	-49,5	-42,2
Longitud X (mm)	275,08	111,9	246,7	152,4	506,3
Longitud Y (mm)	401,37	103,73	366,2	250,6	599,6
X Max (mm)	38,91	95,19	3,14	1,29	287
X Min (mm)	-2,82	1,25	-2,86	-5,19	-0,75
Y Max (mm)	-44,01	2,88	-44,78	-47,52	-38,36
Y Min (mm)	-51	2,44	-51,78	-53,44	-46,28

Tabla 29

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateur, descalzos y con los ojos abiertos

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	10,74	5,92	9,55	3,4	25,4
Longitud XY (mm)	593,21	214,52	534,05	322,5	1100,8
X Media (mm)	-0,04	0,05	0	-0,1	0
Y Media (mm)	-43,95	20,72	-51,55	-55,3	4,6
Longitud X (mm)	268,62	83,44	271,35	136,8	396,4
Longitud Y (mm)	464,21	200,42	413,65	262,7	947,7
X Max (mm)	2,69	0,89	2,77	1,1	3,98
X Min (mm)	-21,41	70,41	-3,17	-266	1,69
Y Max (mm)	-40,01	20,63	-48	-52,17	9,11
Y Min (mm)	-48,3	20,63	-55,11	-64,33	-0,14

Tabla 30

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateur, descalzos y con los ojos cerrados

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	27,42	26,82	18,25	4,6	105,4
Longitud XY (mm)	940,16	553,72	834,7	359,9	2439,1
X Media (mm)	-0,04	0,06	-0,05	-0,1	0,1
Y Media (mm)	-43,9	20,69	-51,5	-55,3	4,6
Longitud X (mm)	347,58	163,47	334,3	150,7	740,7
Longitud Y (mm)	804,01	505,19	691,55	297,8	2188,9
X Max (mm)	3,44	1,65	2,73	1,55	6,2
X Min (mm)	-3,5	1,64	-3,13	-6,87	-1,71
Y Max (mm)	-37,39	20,92	-44,44	-49,17	12,21
Y Min (mm)	-51,48	21,49	-55,97	-74,61	-2,73

Tabla 31

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en Estudiantes, descalzados y con los abiertos

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	9,53	7,32	5,67	3,4	27,67
Longitud XY (mm)	510,86	179,11	431,87	286,17	918,6
X Media (mm)	0,04	0,09	0	-0,07	0,2
Y Media (mm)	-50,93	10,55	-55	-58,57	-18,37
Longitud X (mm)	258,01	100,17	246,33	150,1	461,57
Longitud Y (mm)	380,59	135,86	350,07	206,93	697,1
X Max (mm)	2,93	1,38	2,39	1,62	6,09
X Min (mm)	-16,78	37,88	-2,65	-131,74	-1,35
Y Max (mm)	-51,5	4,56	-52,16	-60,11	-43,98
Y Min (mm)	-51,55	14,95	-57,16	-64,81	-17,48

Tabla 32

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en Estudiantes, descalzados y con los cerrados

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	17,66	17,47	11,87	2,67	64,03
Longitud XY (mm)	667,14	300,91	607,1	264,1	1282,57
X Media (mm)	0,04	0,08	0	-0,07	0,2
Y Media (mm)	-53,64	4,09	-55,07	-58,6	-47,5
Longitud X (mm)	312,35	136,56	330,6	128,17	595,5
Longitud Y (mm)	529,04	250,58	493,23	191,3	1085,2
X Max (mm)	3,52	1,53	3,54	1,39	6,17
X Min (mm)	-3,39	1,59	-3,28	-6,13	-1,22
Y Max (mm)	-48,78	4,82	-49,63	-55,13	-41,52
Y Min (mm)	-58,57	4,63	-58,15	-65,71	-52,37

Análisis comparativo Intergrupos (Amateur, Profesionales y Estudiantes de Educación Física) sin patines

Ojos abiertos

En el análisis comparativo de los diferentes grupos analizados (Tabla 33) se observaron diferencias significativas al valorar el equilibrio entre el grupo de jugadores Profesionales y el grupo Amateur en la superficie del CP ($KW = 6,754$; $p = ,001$), la longitud del CP en la componente AP y ML ($KW = 6,63$; $p = ,001$); en la longitud del CP la componente AP ($KW = 8,047$; $p = ,001$); en la longitud media del CP en la componente ML ($KW = 3,81$; $p = ,05$), y en la longitud media del CP en la componente anteroposterior ($KW = 3,864$; $p = ,10$). (Figuras 70-75).

En relación al análisis comparativo entre los jugadores Amateurs y los Estudiantes de Educación Física, solo se observaron diferencias significativas en la longitud media del CP en la componente ML ($KW = 6,794$; $p = ,001$) (Tabla 33).

Por su parte, en el análisis comparativo entre los jugadores Profesionales y los Estudiantes de Educación Física se observaron diferencias significativas en la superficie del CP ($KW = 2,108$; $p = ,15$), en la longitud del CP en las componentes AP y ML ($KW = 3,48$; $p = ,06$) en la longitud media del CP en la componente AP ($KW = 3,843$; $p = ,05$) y en la longitud del CP en la componente AP ($KW = 3,654$; $p = ,06$) (Tabla 33). (Figuras 70- 75).

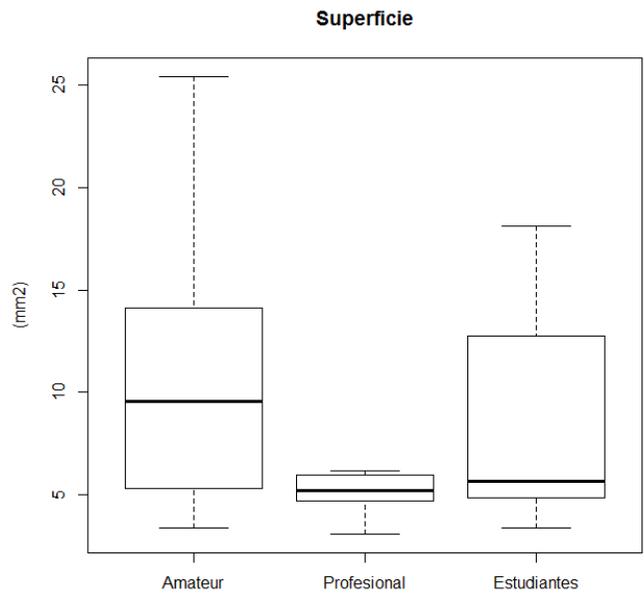


Figura 70. Superficie recorrida por el centro de presiones plantar (CP) con los ojos abiertos.

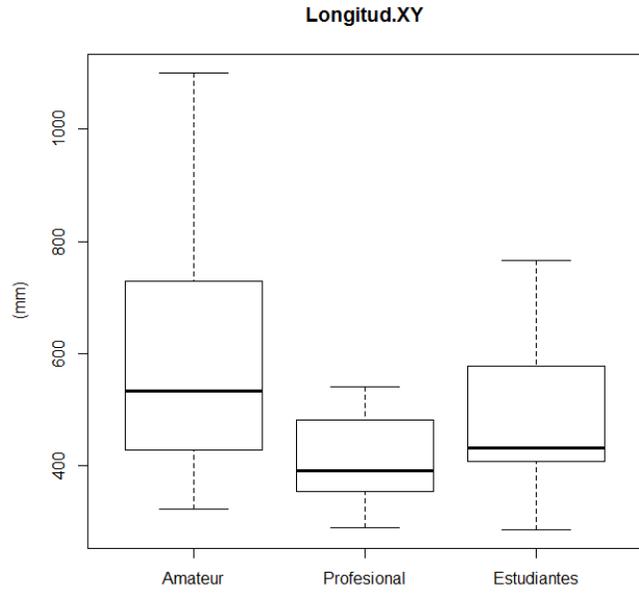


Figura 71. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en las componentes antero posterior (AP) y medio-lateral (ML) (valor XY) con los ojos abiertos.

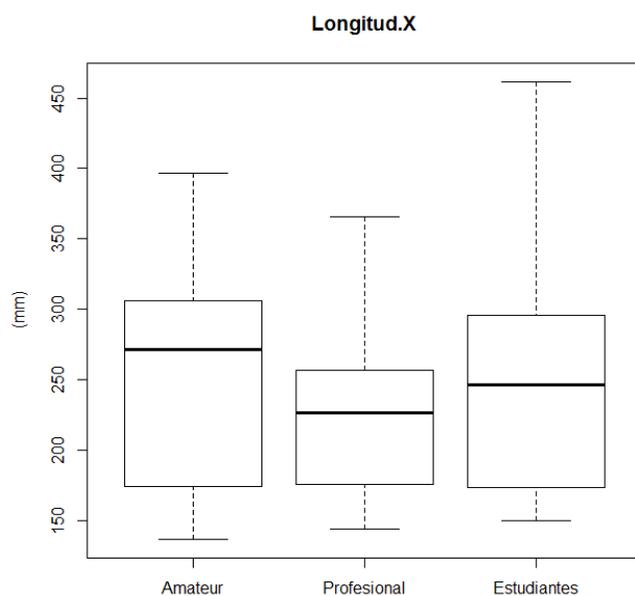


Figura 72. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML (valor X) con los ojos abiertos.

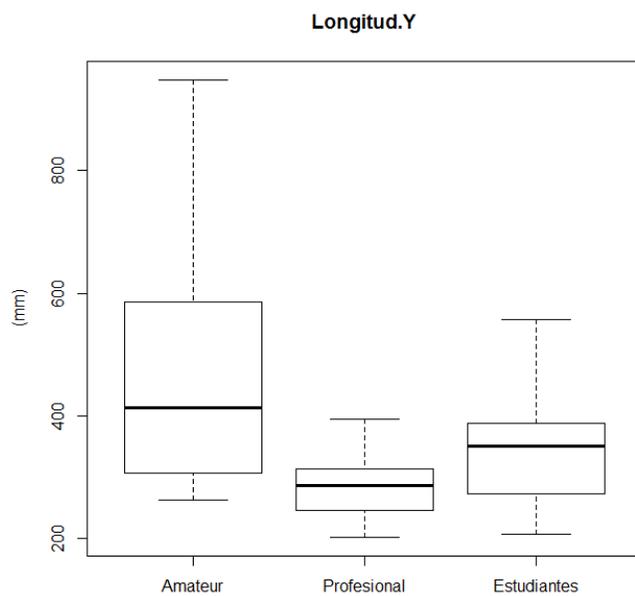


Figura 73. Longitud de la línea del CP en la componente AP (valor Y) con los ojos abiertos.

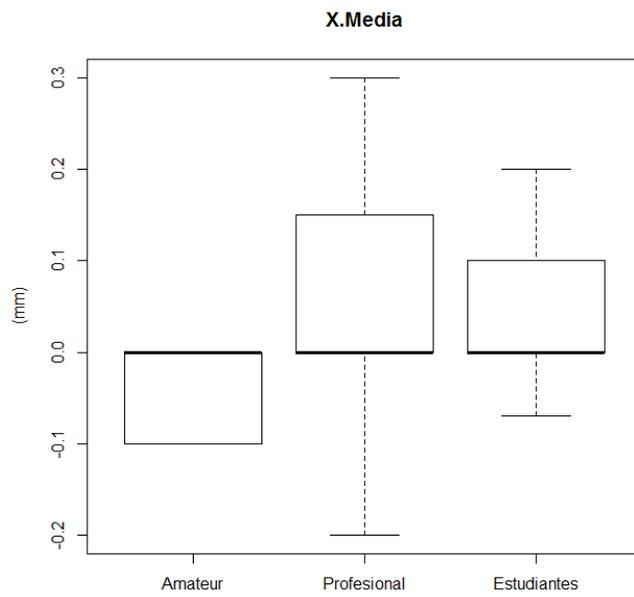


Figura 74. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML (valor X) con los ojos abiertos.

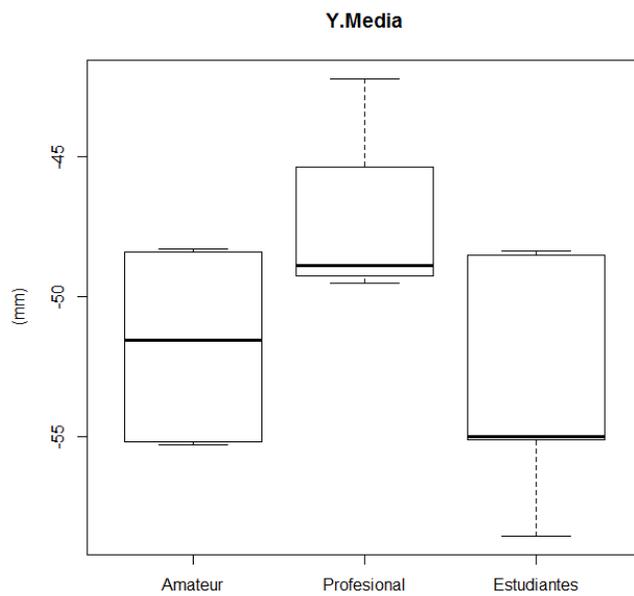


Figura 75. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente AP (valor Y) con los ojos abiertos.

Ojos cerrados

Respecto a la diferencias observadas entre grupos con los ojos cerrados, se obtuvieron diferencias significativas entre el grupo de Profesionales y el grupo Amateur en la superficie del CP ($KW = 4,763$; $p = ,03$); en la longitud de la línea del CP en las componentes AP y ML ($KW = 5,15$; $p = ,02$); en la longitud del CP en la componente AP ($KW = 7,321$; $p = ,001$); en la longitud media del CP en la componente ML ($KW = 2,553$; $p = ,11$) y en la longitud media del CP en la componente AP ($KW = 3,876$; $p = ,05$) (Tabla 34). (Figuras 76- 81).

También se constataron diferencias significativas entre el grupo Amateur y el grupo de Estudiantes de Educación Física en la longitud del CP de la componente AP ($KW = 2,262$; $p = ,13$); en la longitud media del CP en la componente ML ($KW = 6,838$; $p = ,01$) y en la longitud media del CP en la componente AP ($KW = 2,342$; $p = ,13$) (Tabla 34). (Figuras 76- 81).

En relación a las diferencias entre el grupo de Profesionales y el de Estudiantes de Educación Física solo se encontraron diferencias significativas en la longitud media del CP en al componente AP ($KW = 7,042$; $p = ,01$) (Tabla 34). (Figuras 76- 81).

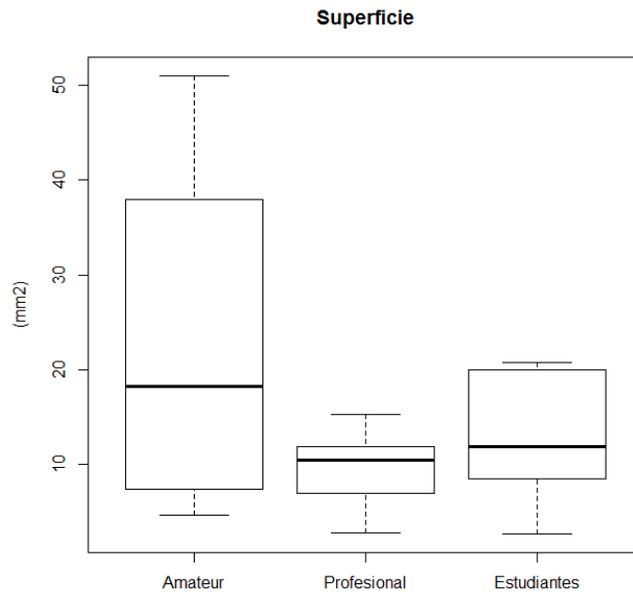


Figura 76. Superficie recorrida por el centro de presiones plantar (CP) con los ojos cerrados.

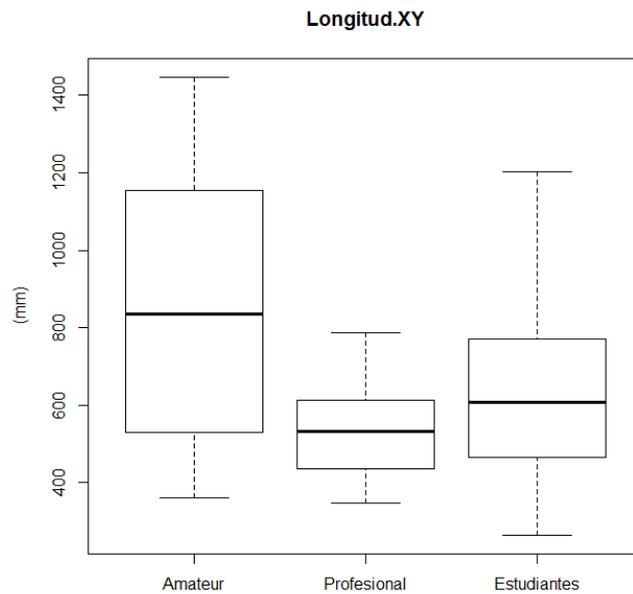


Figura 77. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente antero posterior (AP) y medio-lateral (ML) (valor XY) con los ojos cerrados.

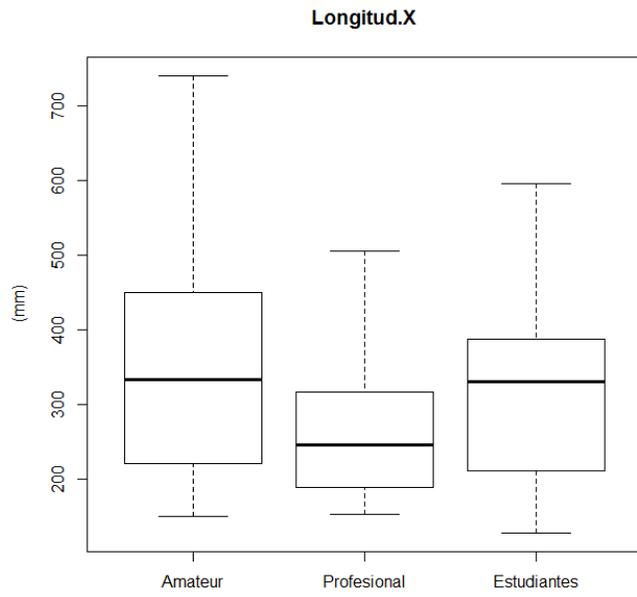


Figura 78. Longitud de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML con los ojos cerrados.

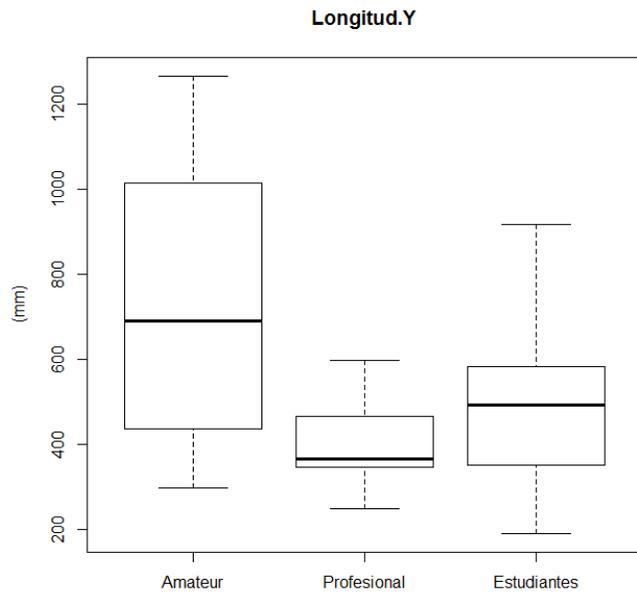


Figura 79. Longitud de la línea del CP en la componente AP (valor Y) con los ojos cerrados.

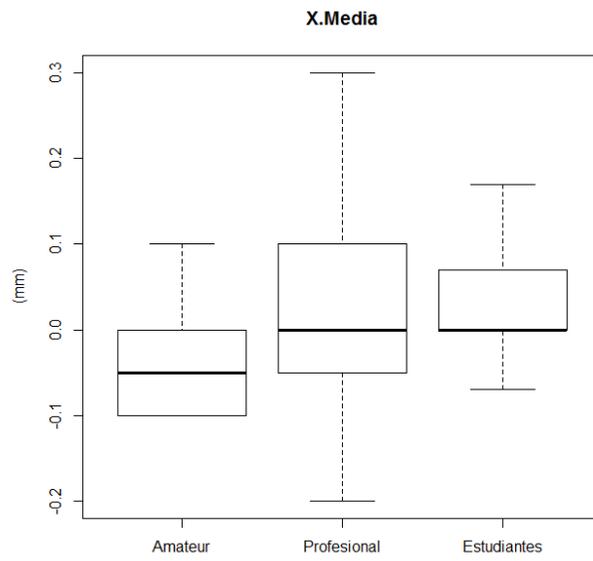


Figura 80. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente ML (valor X) con los ojos cerrados.

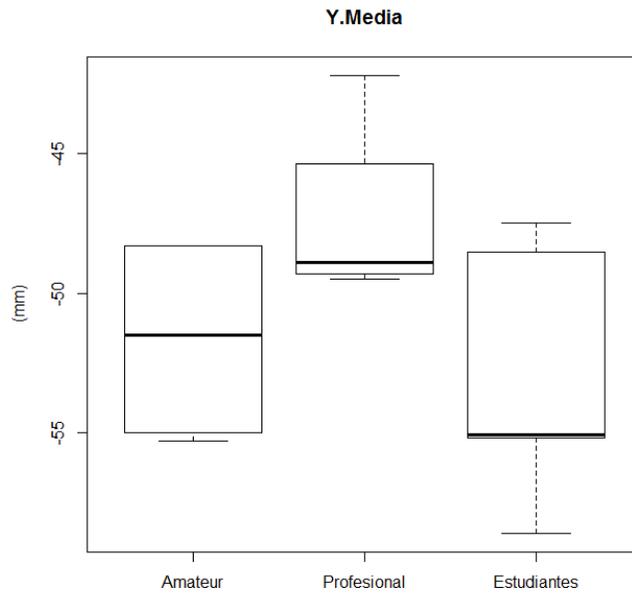


Figura 81. Longitud media de la línea del centro de presiones plantar (CP) en la componente AP (valor Y) con los ojos cerrados.

Tabla 33

Ojos abiertos sin patines

	<i>Intergrupos</i>		<i>Profesional vs Amateur</i>		<i>Amateur vs. Estudiantes</i>		<i>Profesional vs. Estudiantes</i>	
	KW	p-valor	KW	p-valor	KW	p-valor	KW	p-valor
Superficie (mm²)	6,419	0,04	6,754	0,01	0,495	0,48	2,108	0,15
Longitud XY (mm)	7,6173	0,02	6,63	0,01	1,038	0,31	3,48	0,06
X Media (mm)	6,8625	0,03	3,81	0,05	6,794	0,01	0,036	0,85
Y Media (mm)	5,6146	0,06	3,864	0,05	0,765	0,38	3,843	0,05
Longitud X (mm)	2,3176	0,31	2,75	0,10	0,285	0,59	0,386	0,53
Longitud Y (mm)	8,6896	0,01	8,047	0,00	0,942	0,33	3,654	0,06

Tabla 34

Ojos cerrados sin patines

	<i>Intergrupos</i>		<i>Profesional vs Amateur</i>		<i>Amateur vs. Estudiantes</i>		<i>Profesional vs. Estudiantes</i>	
	KW	p-valor	KW	p-valor	KW	p-valor	KW	p-valor
Superficie (mm²)	4,8577	0,09	4,763	0,03	1,038	0,31	1,274	0,26
Longitud XY (mm)	5,2313	0,07	5,15	0,02	1,591	0,21	0,891	0,34
X Media (mm)	6,19	0,05	2,553	0,11	6,838	0,01	0,208	0,65
Y Media (mm)	8,8047	0,01	3,876	0,05	2,342	0,13	7,042	0,01
Longitud X (mm)	1,6469	0,44	1,493	0,22	0,339	0,56	0,577	0,45
Longitud Y (mm)	7,8147	0,02	7,321	0,01	2,262	0,13	1,846	0,17

Análisis descriptivo de los niveles de equilibrio estático en patines

La estadística descriptiva (media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo) para cada una de las variables temporales y de los grupos (Profesionales y Amateur), en cada una de las condiciones valoradas (ojos abiertos y ojos cerrados) puede ser consultada en las tablas 35-38 y en las figuras 82-87.

Tabla 35

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Profesionales, en patines y con los ojos abiertos

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	7,02	3,77	5,7	2,4	13,6
Longitud XY (mm)	499,46	161,47	425,3	290,8	774,6
X Media (mm)	0,08	0,11	0,1	-0,1	0,3
Y Media (mm)	-2,82	1,29	-2,35	-6,17	-1,29
Longitud X (mm)	324,13	129,66	282,4	163,8	541,1
Longitud Y (mm)	308,4	82,54	271,8	193,9	465,8

Tabla 36

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Profesionales, en patines y con los ojos cerrados

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	12,22	8,14	10	2	27,8
Longitud XY (mm)	650,25	239,59	559,65	342,7	1200,8
X Media (mm)	0,15	0,27	0,1	-0,1	1
Y Media (mm)	-2,72	1,14	-2,75	-5,17	-0,74
Longitud X (mm)	366,82	143,3	343,35	122,8	597
Longitud Y (mm)	454,07	171,23	397,65	295,6	914,1

Tabla 37

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateurs, en patines y con los ojos abiertos

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	21,81	18,78	14,7	6,3	61,2
Longitud XY (mm)	829,01	374,49	792,45	405,2	1672,6
X Media (mm)	-0,14	0,54	0	-2	0,1
Y Media (mm)	-3,9	1,82	-3,25	-7,68	-1,86
Longitud X (mm)	411,09	177,09	398,8	188,6	792,5
Longitud Y (mm)	623,96	299,89	579,05	317,7	1274,8

Tabla 38

Estadística descriptiva de las diferentes variables temporales en jugadores Amateurs, en patines y con los ojos cerrados

	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Superficie (mm²)	38,46	33,34	22,9	9,9	114,8
Longitud XY (mm)	1212,68	617,4	1119,6	549,8	2495,1
X Media (mm)	-0,01	0,12	0	-0,3	0,1
Y Media (mm)	-4,64	2,38	-4,37	-10,17	-2,2
Longitud X (mm)	495,67	243,1	452,4	186,8	1063,9
Longitud Y (mm)	979,19	560,49	867,2	429,8	2308,7

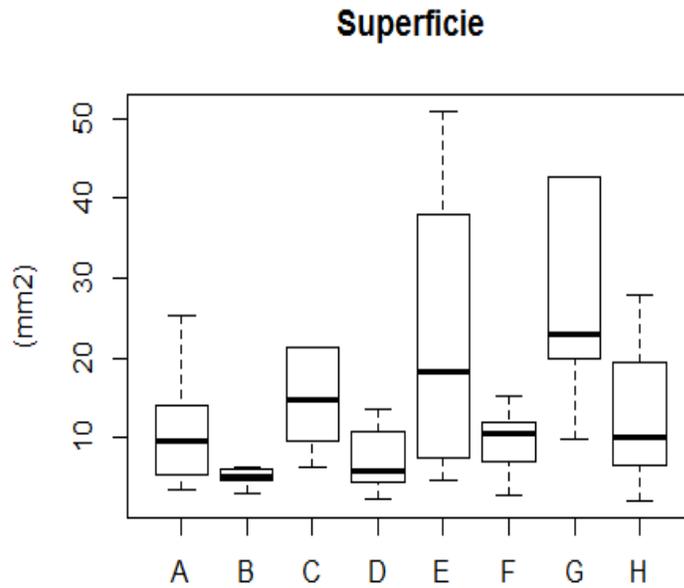


Figura 82. Evolución de la superficie del centro de presiones plantar. A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados

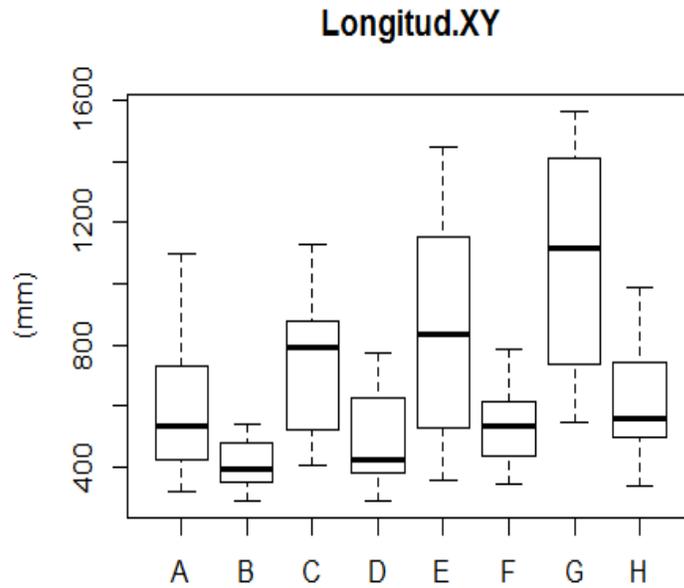


Figura 83. Evolución de la longitud en las componentes antero-posterior (Y) y medio-lateral (X). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados.

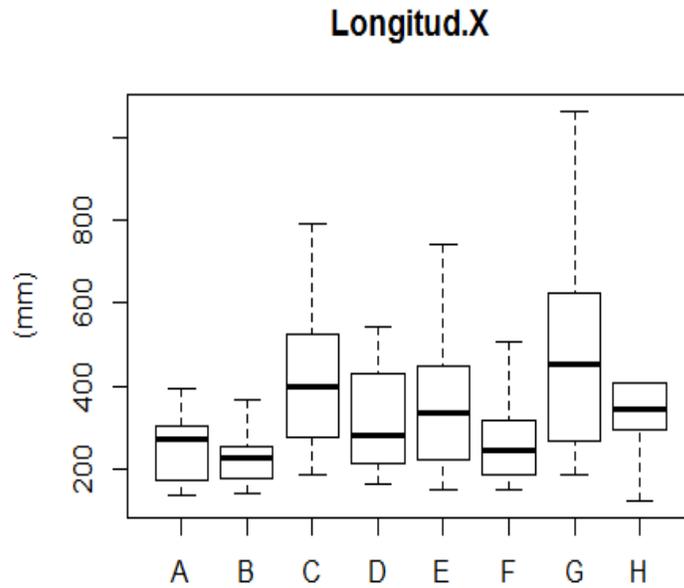


Figura 84. Evolución de la longitud en la componente media lateral (X). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados.

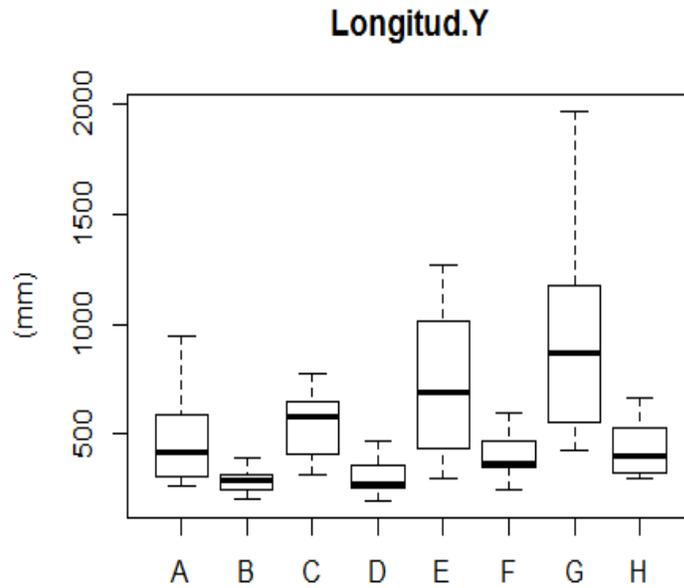


Figura 85. Evolución de la longitud en la componente antero –posterior (Y). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados.

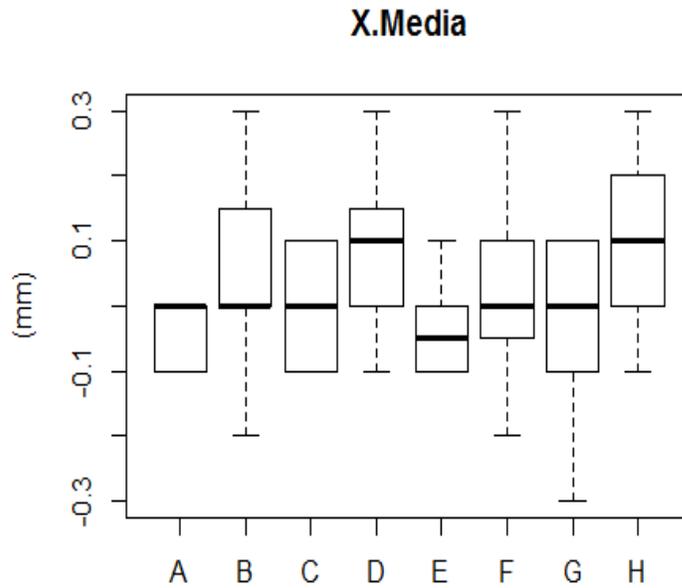


Figura 86. Evolución de la longitud en la componente medio-lateral (X). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados.

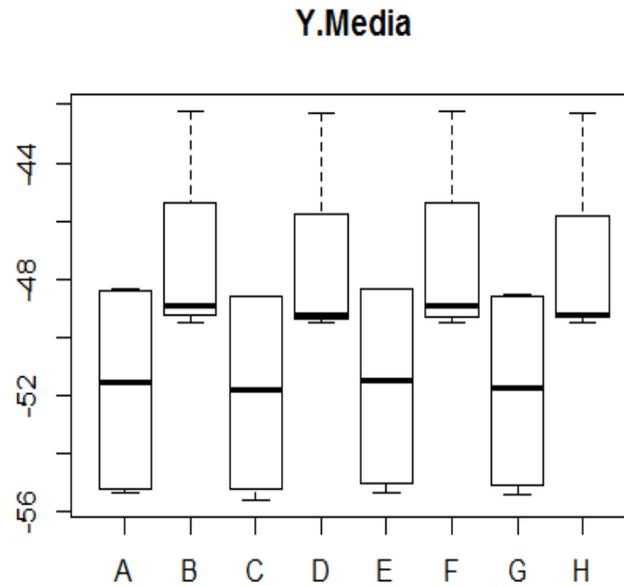


Figura 87. Evolución de la longitud en las componentes antero-posterior (Y). A= Amateurs sin patines y con los ojos abiertos; B= Profesionales sin patines y con ojos abiertos; C= Amateurs en patines y con los ojos abiertos; D= Profesionales en patines y con los ojos abiertos; E= Amateur sin patines y con ojos cerrados; F= Profesionales sin patines y con ojos cerrados; G= Amateurs en patines y con ojos cerrados; H= Profesionales en patines y con ojos cerrados.

Análisis de la velocidad de disparo

La estadística descriptiva de la velocidad de disparo (media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo) para cada uno de los grupos analizados (Profesionales y Amateurs) puede ser consultada en la tabla 39. Los resultados sugieren que no existen diferencias significativas de la velocidad de disparo entre el grupo de Profesionales y el grupo Amateur ($t = 1,369$; $p = ,254$).

Tabla 39

Estadística descriptiva de la velocidad de disparo

Velocidad (km/h)	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Profesionales	99,4	6,197	100	91	110
Amateurs	96,43	7,398	96,5	82	107

Los coeficientes de correlación para cada una de las variables analizadas en jugadores Amateurs se presentan en la tabla 40 (figuras 88 -91) y en jugadores Profesionales en la tabla 41 (figuras 92- 95).

La velocidad de disparo en jugadores Amateurs con respecto a la prueba de equilibrio sin patines (ASP) y con los OA correlacionó de forma significativa ($p = ,05$) con la superficie del CP ($r = -,57$; $p = ,03$); con la longitud de la línea del CP en la componente AP y ML ($r = -,66$; $p = ,01$); con la longitud de la línea del CP en la componente ML ($r = -.53$; $p = ,05$) y con la longitud de la línea del CP en la componente AP ($r = -,68$; $p = ,007$).

La velocidad de disparo en jugadores Amateurs con respecto a la prueba de equilibrio sin patines (ASP) y con los OC correlacionó de forma significativa ($p = 0,15$) con la superficie del CP ($r = -,42$; $p = ,14$); con la longitud de la línea del CP en la componente AP y ML ($r = -,57$; p

= ,03); con la longitud de la línea del CP en la componente ML ($r = -.47$; $p = ,09$) y con la longitud de la línea de CP en la componente AP ($r = -.59$; $p = ,03$).

En relación a la velocidad de disparo en jugadores Amateurs con la prueba de equilibrio en patines (AEP) y con los OA correlacionó de forma significativa con la superficie del CP ($r = -.59$; $p = ,03$); con la longitud de la línea del CP en las componentes AP y ML ($r = -.60$; $p = ,02$); con la longitud de la línea de CP en la componente ML ($r = -.42$; $p = ,13$); con la longitud mínima de la línea del CP en la componente AP ($r = -.66$; $p = ,01$) y con la longitud de la línea del CP en la componente medio-lateral Mín ($r = ,56$; $p = ,04$).

Además, la velocidad de disparo con respecto a la prueba de equilibrio en AEP y con OC correlacionó de forma significativa con la superficie del CP ($r = -.57$; $p = ,03$); con la longitud de la línea del CP en las componentes AP y ML ($r = -.69$; $p = ,01$); con la longitud del CP en la componente ML ($r = -.53$; $p = ,05$) y con la longitud del CP en la componente AP ($r = -.71$; $p = ,044$).

Tabla 40

Coficientes de correlación de Pearson entre la velocidad de disparo y las diferentes variables analizadas en jugadores Amateurs. ($p < 0.15$)*

	<i>Amateurs, sin Patines y con Ojos Abiertos</i>		<i>Amateurs, sin Patines y con Ojos Cerrados</i>		<i>Amateurs, en Patines y con Ojos Abiertos</i>		<i>Amateurs, en Patines y con Ojos Cerrados</i>	
	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
Superficie (mm²)	-0,57	0,03*	-0,42	0,14*	-0,59	0,03*	-0,57	0,03*
Longitud XY (mm)	-0,66	0,01*	-0,57	0,03*	-0,60	0,02*	-0,69	0,01*
X Media (mm)	0,36	-0,21	0,11	0,72	0,21	0,47	0,32	0,27
Y Media (mm)	-0,16	0,58	-0,16	0,57	-0,17	0,50	-0,17	0,57
Longitud X (mm)	-0,53	0,05*	-0,47	0,09*	-0,42	0,13*	-0,53	0,05*
Longitud Y (mm)	-0,68	0,007*	-0,59	0,03*	-0,66	0,01*	-0,71	0,004*
X Max (mm)	-0,29	0,31	-0,23	0,42	0,08	0,79	-0,16	0,59
X Min (mm)	0,06	0,84	0,33	0,25	0,56	0,04*	0,34	0,24
Y Max (mm)	-0,19	0,51	-0,26	0,37	-0,25	0,39	-0,31	0,28
Y Min (mm)	-0,12	0,68	-0,06	0,83	0,00	0,99	0,05	0,87

La velocidad de disparo en jugadores profesionales con respecto a la prueba de equilibrio sin patines (PSP) y con los OA correlacionó de forma significativa ($p = ,05$) con la superficie del CP ($r = ,51$; $p = ,05$); con la media de la longitud de la línea del CP en la componente ML ($r = -,40$; $p = ,14$) y con la longitud de la línea del CP en la componente AP ($r = 0,47$; $p = ,07$).

La velocidad de disparo en jugadores Profesionales con respecto a la prueba de equilibrio sin patines (PSP) y con los OC correlacionó de forma significativa ($p = 0,15$) con la superficie del CP ($r = ,59$; $p = ,02$); con la longitud de la línea del CP en la componente AP y ML ($r = ,53$; $p = ,04$), y con la longitud de la línea del CP en la componente ML ($r = ,43$; $p = ,11$).

En relación a la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, al comparar esta con la prueba de equilibrio en patines (PEP) y con los OA no se observó ninguna correlación significativa.

Tabla 41

*Coficientes de correlación de Pearson entre la velocidad de disparo y las diferentes variables analizadas en jugadores Profesionales (*p < 0.15)*

	<i>Profesionales, sin Patines y con Ojos Abiertos</i>		<i>Profesionales, sin Patines y con Ojos Cerrados</i>		<i>Profesionales, en Patines y con Ojos Abiertos</i>		<i>Profesionales, en Patines y con Ojos Cerrados</i>	
	r	p-valor	r	p-valor	R	p-valor	r	p-valor
Superficie (mm²)	0,51	0,05*	0,59	0,02*	0,11	0,70	0,10	0,72
Longitud XY (mm)	0,49	0,04*	0,53	0,04*	-0,01	0,96	0,01	0,97
X Media (mm)	-0,40	0,14*	-0,38	0,17	0,15	0,59	0,11	0,70
Y Media (mm)	0,21	0,45	0,22	0,44	0,25	0,37	0,22	0,46
Longitud X (mm)	0,37	0,18	0,43	0,11*	-0,03	0,92	0,05	0,86
Longitud Y (mm)	0,47	0,07*	0,48	0,07	0,01	0,98	-0,01	0,98
X Max (mm)	0,23	0,40	0,15	0,60	0,22	0,43	0,30	0,30
X Min (mm)	-0,49	0,07*	-0,19	0,50	-0,03	0,91	-0,12	0,69
Y Max (mm)	0,17	0,54	0,34	0,21	0,30	0,28	0,15	0,62
Y Min (mm)	0,37	0,18	0,04	0,89	0,20	0,48	0,08	0,78

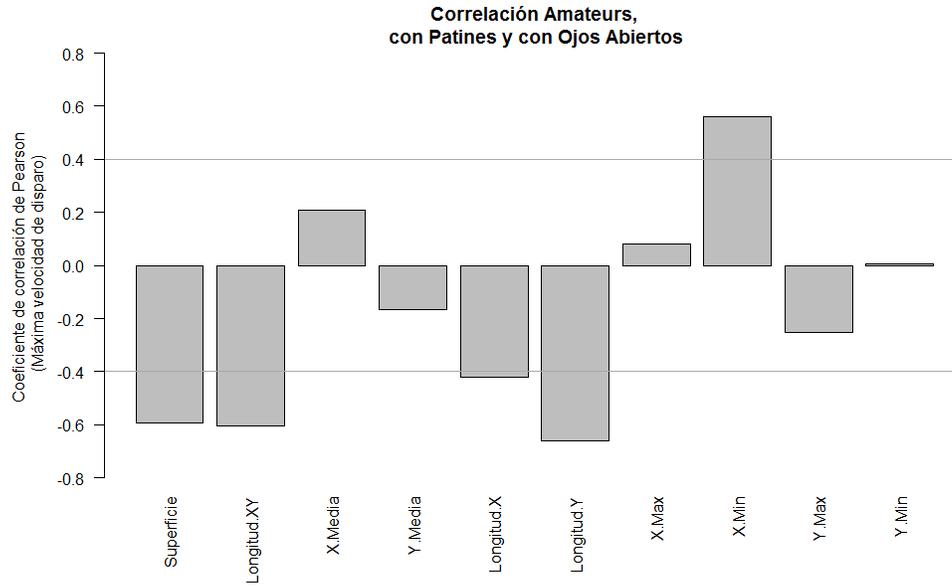


Figura 88. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur, en patines y con los ojos abiertos.

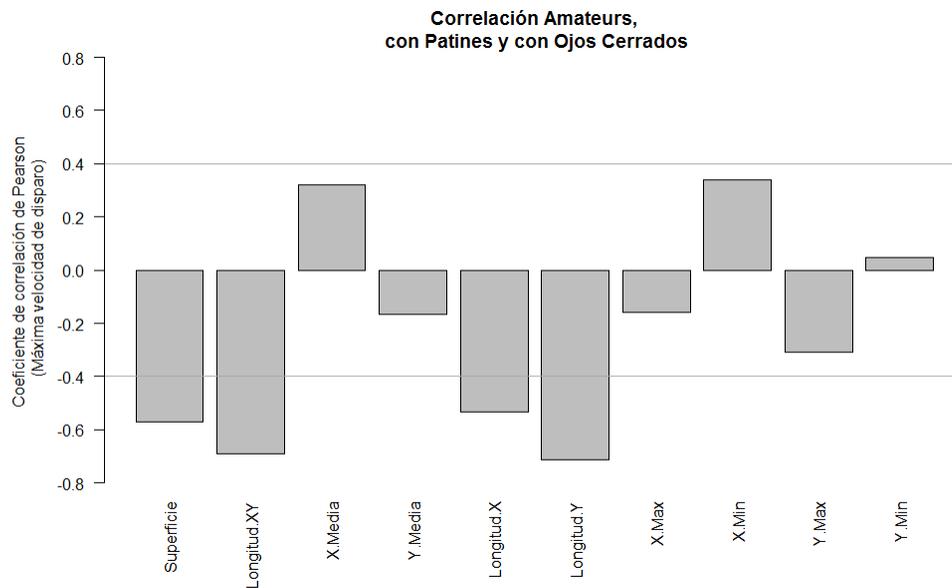


Figura 89. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur, en patines y con los ojos cerrados.

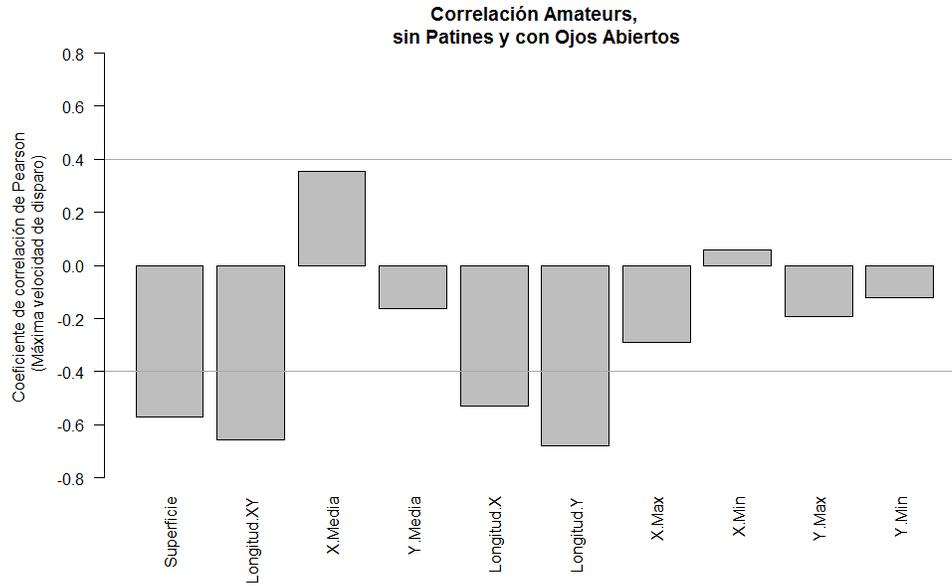


Figura 90. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur sin patines y con los ojos abiertos.

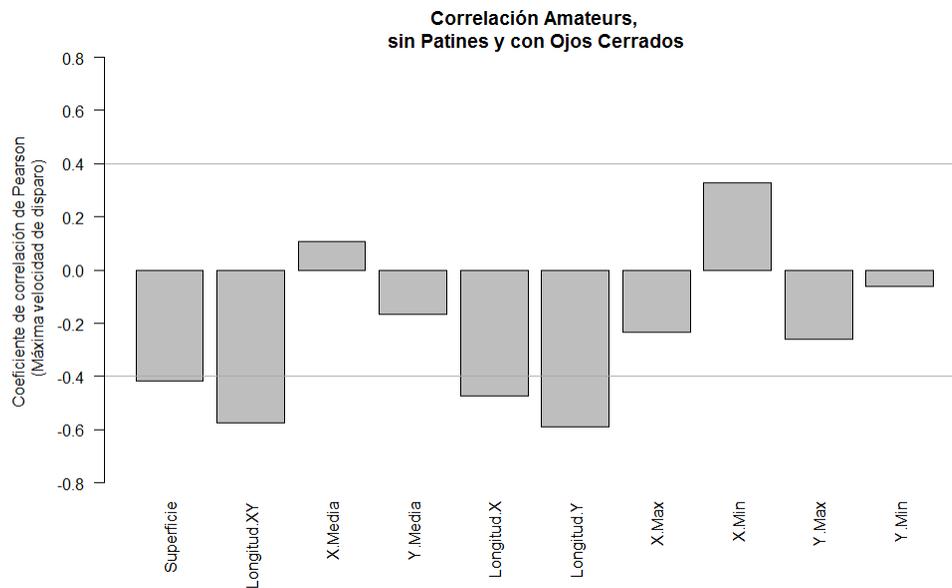


Figura 91. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Amateur, sin patines y con los ojos cerrados.

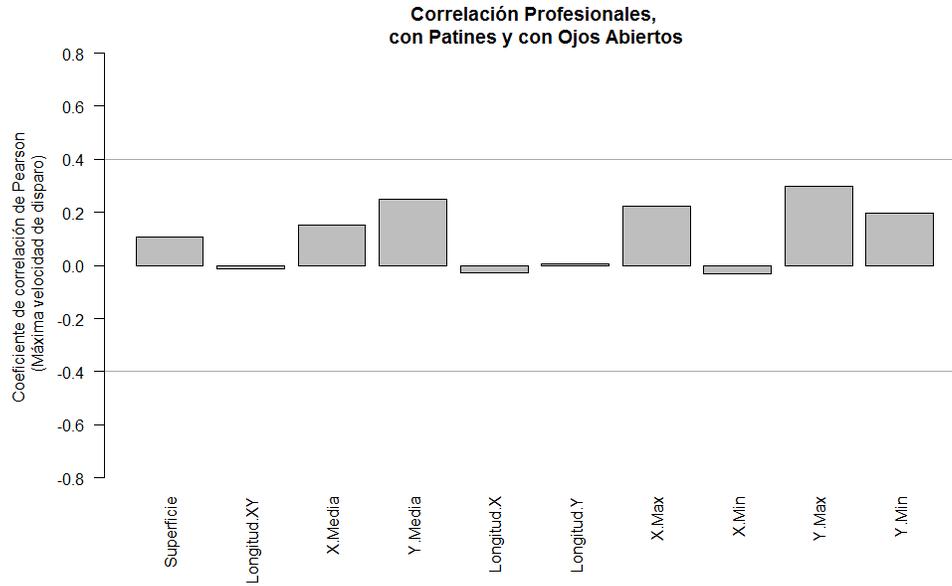


Figura 92. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, en patines con los ojos abiertos.

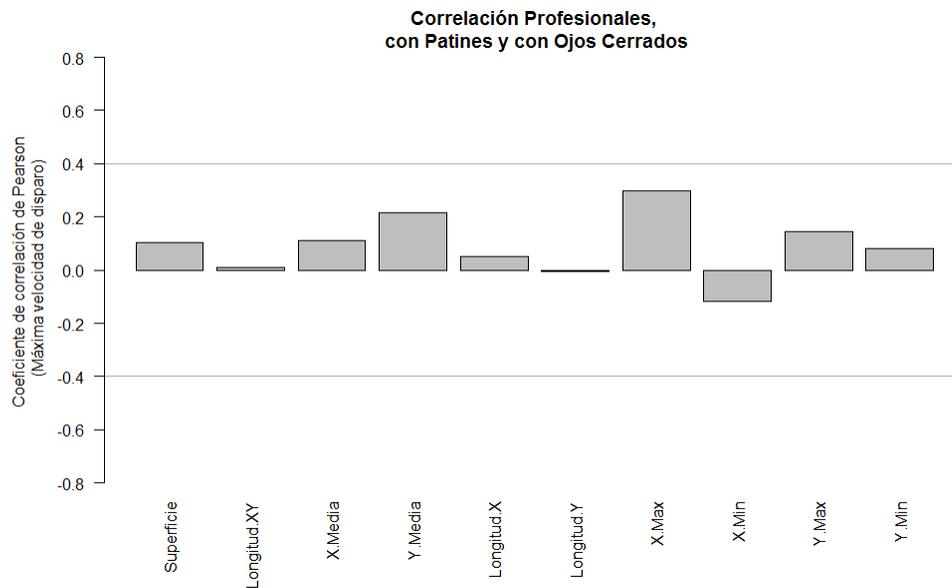


Figura 93. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, en patines y con los ojos cerrados.

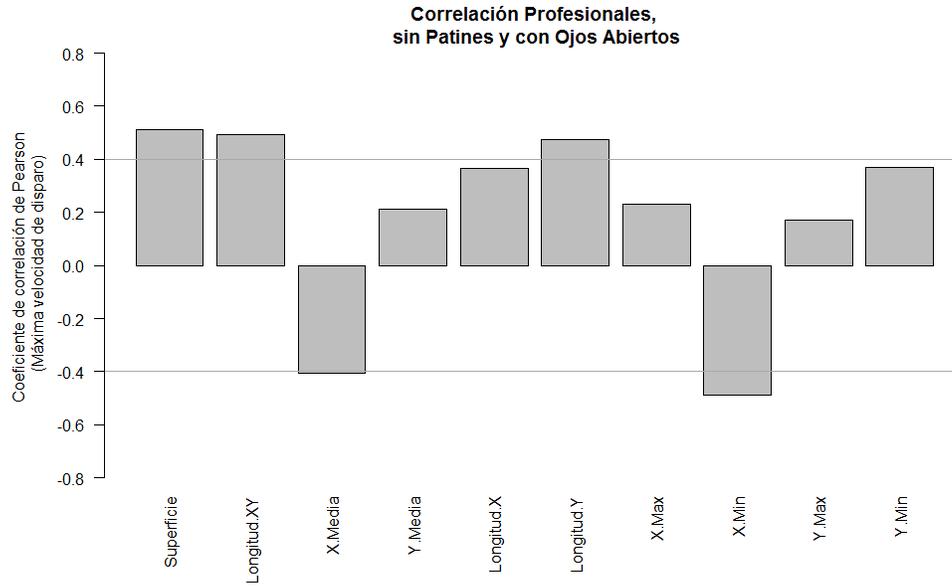


Figura 94. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, sin patines y con los ojos abiertos.

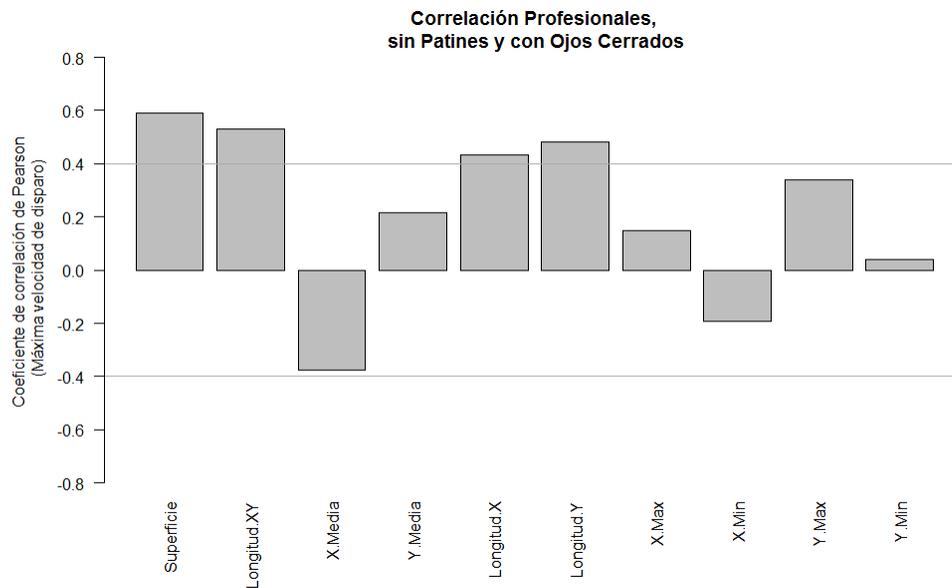


Figura 95. Coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes variables de equilibrio estudiadas y la velocidad de disparo en jugadores Profesionales, sin patines y con los ojos cerrados.

4.4 Discusión

Diversos son los métodos utilizados tradicionalmente para estimar el equilibrio. Entre ellos, podemos citar el análisis de la variación de la posición del centro de gravedad corporal (Diener, Ackermann, Dichgans & Guschlbauer, 1985; Nashner & McCollum, 1985; Tucker, Ramirez, Krebs & Riley, 1998), el registro de la actividad electromiográfica del tríceps sural (Horak & Nashner, 1986; Nasher, 1976), la valoración de los movimientos realizados por el tronco (Allum, Bloem, Carpenter & Honegger, 2001), o la valoración del centro de presiones plantares (CP) (Hsiao-Wecksler et al., 2003; Laughton et al., 2003; Nicols, 1997). Además, también han sido utilizados diversos test como el de Romberg, el test de Unterberger-Fukuda, el test de Babisky-Weil, el test de caminar 5 metros con los ojos cerrados, el índice de estabilidad postural (PSI), la escala de equilibrio de Berg o el índice dinámico de paso, DGI (Nyabenda, Briart, Deggouj & Gersdorff, 2004; Chaudhry et al., 2004; Whitney, Wrisley & Furman, 2003; Shumway-Cook & Woollacott, 1995).

El centro de presiones plantar (CP) es el origen de la resultante de todas las fuerzas verticales existentes y transmitidas, a través de la base de sustentación del sistema. Su localización está condicionada por las fuerzas que aplica el sistema contra el suelo a través de la base de sustentación. Su posición no tiene por qué coincidir necesariamente con la proyección del centro de gravedad sobre la base de sustentación, ni con su centro geométrico (figura 97).

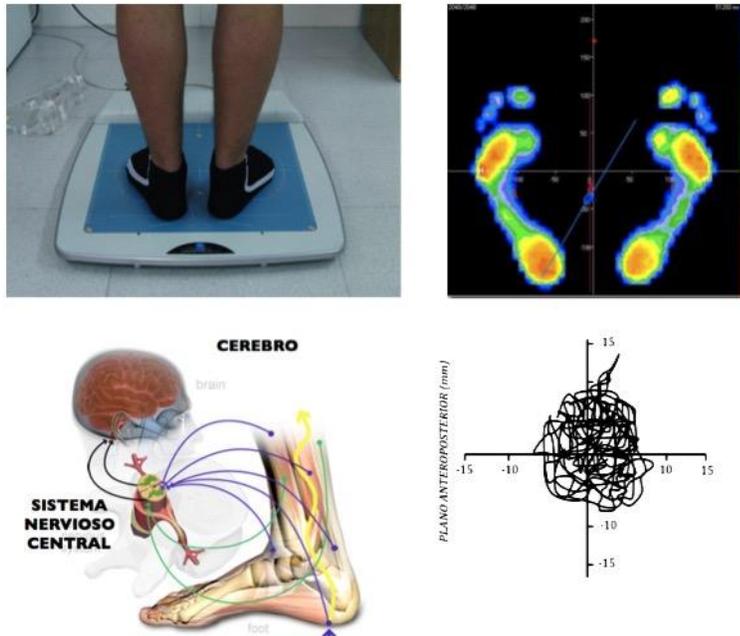


Figura 96. Ejemplo de la utilización del CP para la valoración de la capacidad de equilibrio.

Distintas variables han sido habitualmente valoradas en relación al CP: La valoración de la velocidad media de desplazamiento del CP y de su desviación estándar, la longitud de la línea de CP y el área en la que se proyecta el CP o área del polígono que contiene el 90% de todas las posiciones del CP (Curthoys & Halmagyi, 1994; Halmagyi, 1995; Halmagyi & Curthoys, 1994; Doyle, Hsiao-Wecksler, Ragan & Rosengren, 2007). La elección de un tipo u otro de variable dependerá del grupo de población estudiada y de los objetivos planteados en cada estudio (Doyle et al., 2007). El análisis de la información proporcionada por estas variables nos permitirá conocer la capacidad del individuo para controlar su estabilidad postural, tanto en situaciones estáticas como dinámicas (Raymakers et al., 2005; Hsiao-Wecksler et al., 2003).

En este estudio, se especuló sobre la posible existencia de diferencias del equilibrio estático entre tres grupos distintos de deportistas: dos grupos de jugadores de hockey sobre patines de diferente nivel (Profesional y Amateur) y un grupo de Estudiantes de Educación

Física. Para ello, se analizaron diversas variables temporales relacionadas con el análisis del CP. A partir del análisis de estas variables, podemos obtener una información general del grado de estabilidad manifestado en un grupo de participantes ante una posición o movimiento corporal determinado. Esa estabilidad vendrá dado por una organización dinámica sensorial, adaptada y organizada en función de la actividad habitual del participante (Alpini, Hahn, & Riva, 2008). Si bien es cierto que el tipo de estudio que se realiza, no permite explicar cuál es el responsable final del rendimiento, constituye un primer paso para conocer los efectos reales que un determinado deporte puede desencadenar sobre el equilibrio. En este sentido, diversos estudios han tratado de analizar el efecto de la práctica deportiva o del entrenamiento sobre el equilibrio en disciplinas como el Yoga o el Pilates (Kibar et al., 2016; Kumar, Prasad, Balakrishnan, Muthukumaraswamy & Ganesan, 2015); en deportes colectivos como el baloncesto (Benis, Bonato & Torre, 2016; Borao, Planas, Beltran & Corbi, 2015; McLeod, Armstrong, Miller & Sauer, 2009), el fútbol (Guillou, Dupui & Golomer, 2007) o en actividades como la gimnasia o el baile (Kostic et al., 2015; Rehal et al. 2015; Guillou et al., 2007; Calavalle et al., 2008). Además, la introducción de diversos instrumentos como el BOSU, el “pole dance”, las plataformas inestables, las APP o las plataformas de fuerza como método de feedback y las máquinas vibratorias (Tseng, Hsu et al. 2016; Tseng, Lai et al. 2016; Kim, Min, Choi & Kim, 2016; Ma, Wan, Wong, Zheng & Lee, 2015) dentro la sesión de entrenamiento, permiten mejorar la estabilidad de forma mucho más efectiva (Nepocatych et al.; 2016; Nawrocka et al. 2016; Afzal et al 2016;). Todo ello sugiere que el tipo de habilidad deportiva practicada o el protocolo de entrenamiento utilizado podrían tener un efecto directo sobre la estabilidad (Dallinga et al 2012; Guillou et al., 2007; Emery et al. 2005).

Por otro lado, se ha constatado la existencia de una relación directa entre poseer un mal equilibrio y un aumento en el riesgo de sufrir lesiones en diferentes deportes con diferentes características como el fútbol australiano (Hrysomallis et al., 2007), el baloncesto (McGuine et al. 2000; Wang, Chen, Shiang, Jan & Lin, 2006; Plisky et al. 2006; Leanderson et al. 1993), el fútbol (Gonell et al. 2015; Butler 2013; Butler et al. 2012), el balonmano (Garrick et al. 2005), el beisbol (Endo & Sakamoto, 2014) o el tenis (Sannicandro et al. 2014), especialmente en las articulaciones del tobillo y de la rodilla (Dvorak et al. 2011; Restrom et al. 2008; Hrysomallis, 2007).

En esta investigación, los jugadores de hockey sobre patines Profesionales mostraron tener mejor equilibrio que el resto de grupos estudiados, tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados y en todas las variables estudiadas con excepción de la longitud del centro de presiones plantar en la componente medio-lateral (valor X). Estos resultados son similares a los observados en deportistas de esquí alpino (Noe et al. 2005; Noe et al. 2009). Sin embargo, los resultados fueron distintos a los observados en patinadoras profesionales (equipo nacional italiano de patinaje sincronizado sobre hielo). En este estudio, las patinadoras profesionales presentaron menor estabilidad en superficies estables pero mayor estabilidad en superficies inestables debido a una adaptación específica del sistema vestibular entrenado para trabajar en situaciones inestables (Alpini et al., 2008). De la misma manera, Simmons (2005) descubrió que los bailarines de ballet fueron significativamente menos estables en el componente AP que un grupo de no bailarines, cuando la información somatosensorial se varió y los bailarines tuvieron que depender de la información percibida visual y vestibular, mientras que, en condiciones estables, con los ojos abiertos y los ojos cerrados, la estabilidad fue similar.

El hecho de no tener mejor estabilidad en el componente medio–lateral (valor X) podría deberse a diversas razones:

En primer lugar, a que la práctica del hockey sobre patines comporta la realización constante de acciones de aceleración, desaceleración y de cambio de dirección, todo ello realizado a elevadas velocidades y con continuos cambios de posición espacial, tanto de la cabeza como del resto del cuerpo, lo que comportará la implicación importante del aparato vestibular. El sistema vestibular es uno de los sistemas responsables de la estabilidad (Manzari, 2006; Berne y Levy, 1998; Fuchs 1989). El principal órgano que forma este sistema es el laberinto; estructura formada por un sistema de canales y sacos llenos de fluido, éstos son los responsables de detectar la aceleración angular de la cabeza. Cuando la cabeza realiza movimientos en el espacio, éstos modifican la orientación y posición de los diferentes canales. También pueden localizarse el utrículo y el sáculo que registran la aceleración lineal resultante de la fuerza de gravedad (sáculo) y del movimiento corporal (utrículo) (Bukowska, 2007). Por ello, la posición de la cabeza resulta fundamental en el mantenimiento del equilibrio dinámico postural (Grossman et al., 1988; Pozzo et al., 1990 y Assaiante et al., 1993), y debido a la actividad habitual del participante, ésta haga posiblemente tenga más relevancia durante el equilibrio dinámico y no estático.

Mientras que los canales solo son capaces de detectar movimientos angulares rápidos (Nashner, 1972; Nashner, Shupert, Horak & Black, 1989), el utrículo está especializado en movimientos lentos (Nashner, 1971). Henn et al., (1980) situaron el umbral de estimulación de los canales vestibulares en 0,2 %/s. Estas modificaciones son interpretadas por el sistema nervioso central que se encarga de regular el tono muscular en el cuello, los músculos extrínsecos de los ojos, el tronco y las extremidades (Calderón y Legido, 2002; Berne y Levy, 1998; Fuchs, 1989).

Todo ello, es posible gracias a la existencia de dos tipos de reflejos: el reflejo vestíbulo-espinal y el reflejo vestíbulo-ocular (Pfaltz y Novak, 1977). De esta forma, el sistema vestibular es el encargado de definir las coordenadas de la posición corporal en los tres ejes del espacio, de mantener la estabilidad postural (Garey y Weber, 2001) e incluso de regular en algunos casos el movimiento voluntario de los brazos (Bresciani et al., 2002).

El hockey sobre patines es un deporte donde muchas de las situaciones que provocarán inestabilidad van a producirse de forma inesperada y a una mayor altura por la utilización del patín, lo que todavía contribuye más a aumentar la implicación del sistema vestibular en la activación de la musculatura de las piernas (Lim et al., 2017). En este sentido, y en estas situaciones de inestabilidad, Alpini, Mattei, Schlecht, & Kohen-Raz, (2008) consideran que el sistema vestibular está encargado de afinar la postura. Otros factores a considerar son el carácter competitivo y el nivel de presión que los jugadores deberán soportar. Algunos autores han constatado que en aquellas situaciones de incertidumbre en las que se tiene que tomar una decisión, aparece cierta aprensión y ansiedad que produce una mayor excitación del sistema vestíbulo-espinal y vestíbulo-ocular, además de un aumento del nivel de activación de la musculatura ipsilateral del cuello (esternocleidomastoideo, trapecio) y de las piernas (soleo), como forma de incrementar el nivel de activación y aumentar el estado de atención (Naranjo et al., 2015). Aunque esta situación no se dio en los test utilizados para valorar la estabilidad en este estudio, resultaría lógico pensar en su aparición durante la práctica del hockey sobre patines, lo que nos hace teorizar sobre la existencia de un cierto nivel de adaptación del sistema vestibular a estas situaciones. Además, el esternocleidomastoideo, el trapecio y el soleo son grupos musculares que suelen trabajar habitualmente durante las acciones técnicas específicas del

hockey sobre patines, lo que podría contribuir a modificar su tono muscular y su nivel de activación.

Por otro lado, se ha constatado que, durante el mantenimiento de la postura sobre superficies estables, el 70% de la regulación postural se produce a expensas del sistema somatosensorial, mientras que el 20 % lo hace a expensas del sistema vestibular y el 10% restante, a expensas del sistema visual, mientras que cuando el mantenimiento de la postura se realiza en superficies inestables el protagonismo recae fundamentalmente sobre el sistema vestibular y sobre el visual (Peterka, 2002). Se considera que la información exteroceptiva visual es más sensible que la propioceptiva vestibular y por lo tanto mejora la estabilidad, y más en situaciones donde la propiocepción de la articulación del tobillo se ve dificultada, como por ejemplo en nuevas posturas (Lee, & Lishman, 1975). Sin embargo, en deportistas de élite la contribución de la información visual para la regulación del control postural disminuye en favor de la propioceptiva (Paillard, 2006). De la misma manera, la dependencia visual es mucho más evidente en surfistas de sub-élite en comparación con los surfistas de élite, cuando la superficie es más inestable comparada con una superficie estable (Paillard et al., 2011). Este hecho, podría comportar una mejora de estos sistemas durante la práctica del hockey que se vería reflejada en el rendimiento durante los test de equilibrio.

En segundo lugar, podría deberse a los efectos que la utilización de la bota de hockey podría generar sobre la estabilidad. Se ha constatado que el tipo de calzado puede modificar la información aferente, modificando los umbrales de estimulación de los diferentes sensores plantares (Losa et al. 2012). De este modo, de los diversos mecanismos de información aferente disponibles en la planta del pie y en el tobillo, los mecanorreceptores son los principales responsables de detectar los estímulos de presión profunda, vibración y estiramiento

(corpúsculos de Paccini) y de tacto, tanto grueso (corpúsculos de Ruffini) como superficial y discriminativo (Discos de Merkel) (Araguas et al. 2017). El tipo de calzado utilizado, su diseño, su tamaño y el grosor de la suela son factores que deberían considerarse (Losa et al. 2012; Schlee et al. 2009; Waddington & Adams 2003). Así, por ejemplo, McKay, Goldie, Payne, & Oakes, (2001) constataron que en aquellos deportistas que utilizaban en el calzado mecanismos de amortiguación se producía un mayor índice de lesiones, así como una menor capacidad propioceptiva, cuando el sujeto utiliza calzado deportivo en relación a cuando va descalzo (Waddington & Adams 2000).

Otros efectos como la vibración generada durante las acciones de patinaje, y más concretamente en los derrapes de las frenadas, podría modificar la información propioceptiva recogida por los mecanorreceptores plantares (Thompson & Bélanger 2002). Kavounoudias et al. (2001) constataron que cuando la planta del pie era sometida a vibración se provocaba un desplazamiento contra lateral de la carga. Aunque los efectos de esa vibración dependerán enormemente de diversos factores como la duración y la frecuencia, todos estos factores deberían ser considerados.

Por otro lado, los estudios realizados con deportistas que habitualmente utilizan botas de esquí sugieren que, aunque este tipo de botas parece restringir el movimiento de los tobillos principalmente, el esquiador es capaz de adaptarse al material, reorganizando la coordinación muscular, aprovechándose del apoyo mecánico facilitado por las botas, cuando éstas se utilizan en superficies inestables (Noe & Paillard, 2009; Noe & Paillard, 2005). Todo ello condicionará a que deban ser desarrollados mecanismos específicos que permitan compensar la utilización de este tipo de calzado. Dichos mecanismos podrían explicar la existencia de una mejor estabilidad en los deportistas que deben equilibrarse constantemente sobre patines.

Por otro lado, la modificación de la información aferente provocada por el uso de la bota podría generar adaptaciones específicas de determinadas zonas cerebrales. Meier et al., (2016), al comparar bailarinas profesionales con jugadores de baloncesto profesional, observaron que las primeras eran capaces de obtener un mayor nivel de activación de las zonas cerebrales relacionadas con la activación del pie. Por su parte, Naito & Héroes (2014) constataron como el jugador del FC Barcelona, Neymar Jr era capaz de activar más eficientemente aquellas zonas motoras del cerebro relacionadas con el pie, que otros deportistas, como nadadores de nivel o un futbolista aficionado, con la misma cantidad de movimiento.

Una de las características que definen a los mejores jugadores de hockey sobre patines, al igual que ocurre con los futbolistas, es la menor dependencia de la visión para el control de la bola o del contrario. Tanto en un deporte como en otro, existe la necesidad de controlar la bola mirando hacia abajo, lo que produce que se pierdan gran parte de la información del juego y se modifique la postura, y para que esto no ocurra, los expertos han desarrollado habilidades perceptivas con la intención de “ver sin mirar”, de tal forma que pueda dedicarse más tiempo a la observación de lo que ocurre en el campo (Paillard, et al., 2006; Pinaud, 2009). En este sentido, Slobounov, Slobounov, & Newell, (2006) demostraron que, en el desarrollo de tareas cognitivas, en atletas de alto nivel, con una mayor dependencia visual, aumentaban las perturbaciones en el control postural.

En relación a la no existencia de diferencias en la componente ML de la línea del CP, los resultados observados podrían deberse a diversos factores:

Primero, al hecho de que el control postural es específico de la dirección en la que éste se valora (Winter 1995). Este hecho sugiere que, existirá una especialización en relación a la componente valorada que, en función de ésta, el tipo de musculatura implicada podrá ser distinta

(Tia et al., 2012; Tia et al., 2010) y que la mayor o menor solvencia a la hora de equilibrarse será específica de la componente espacial en la que trabajemos. En el caso de hockey sobre patines podría ser mayor la componente antero-posterior ya que el tobillo presenta más rango de movimiento a la hora de arrancar y parar sobre los tacos.

Segundo, a los efectos provocados por la utilización de la bota. En situaciones inestables, los humanos tienden a estabilizarse a partir de la información aferente proporcionada por el tobillo (Ivanenko et al. 2000). Este proceso parece realizarse fundamentalmente a lo largo de la componente antero-posterior (Cimadoro et al. 2013), lo que hace que las oscilaciones del CP sean mayores en esta componente (Day et al. 1993) y se produzca una mayor activación de la musculatura del soleo, de los flexores plantares y del tibial anterior (Winter 1995; Winter 2001). Cimadoro et al. (2013), al comparar diferentes instrumentos para el entrenamiento del equilibrio constataron que los mecanismos de la estabilidad corporal se producían fundamentalmente en la componente antero-posterior.

Tercero, la utilización de botas supone una restricción del movimiento en la componente ML (eversión-inversión), lo que comportará una disminución de la movilidad del tobillo y un aumento de la movilidad de la rodilla y de la cadera. Todo ello, comportará la necesidad de crear nuevos patrones coordinativos que permiten dar solución a las necesidades planteadas por el entorno deportivo, y que indudablemente contribuirán a mejorar la estabilidad a partir de nuevos patrones de coactivación entre los músculos anteriores y posteriores de la pierna otorgando un mayor protagonismo a otras zonas corporales como la rodilla y la cadera (Almeira et al. 2006).

En relación al resto de grupos estudiados, los resultados de nuestro estudio parecen indicar que el comportamiento postural y la contribución de la visión en el control postural de los jugadores de hockey sobre patines Profesionales son mejores que el de los Amateurs,

demostrando que éstos últimos tienen menores niveles de estabilidad. A estas mismas conclusiones se llegaron en futbolistas profesionales en comparación con amateurs (Paillard, & Noé, 2006). Este hecho sugiere que el equilibrio es un factor discriminante del nivel del jugador, lo que le hace especialmente interesante a la hora de poder ser utilizado como herramienta para la detección de talentos. En contraposición, la no existencia de diferencias en la velocidad de disparo entre jugadores Profesionales y Amateurs indicaría que ésta no es un factor a tener en cuenta a la hora de discriminar entre jugadores de distinto nivel.

Por otro lado, destaca el hecho de que los Estudiantes de Educación Física posean mejores niveles de estabilidad que los jugadores Amateurs. Este hecho hace creer que podría deberse a la existencia de una mayor riqueza motriz en los estudiantes, fruto del tipo de actividades que habitualmente desarrollan (en situaciones corporales inhabituales, de colaboración oposición, en superficies distintas, calzados y descalzos...) y del mayor volumen de práctica motriz.

En relación al segundo objetivo de nuestro estudio, se observó una correlación negativa entre la superficie del CP, la longitud del centro de presiones en las componentes ML y AP y la velocidad de disparo en los jugadores Amateurs, tanto con los ojos abiertos como cerrados. Estos resultados sugieren que a medida que los jugadores parecen mejorar su estabilidad la velocidad de disparo parece aumentar. Estos datos están en concordancia con los resultados obtenidos en otros deportes como el golf (Hrysomallis, 2011) y el beisbol (English & Howe 2007), en los que deben movilizarse implementos de pequeña masa a elevadas velocidades y en situaciones de cadena cinética cerrada en relación a los pies. En este sentido, la transmisión de impulsos parciales desde el suelo al brazo ejecutor parece fundamental. Todo ello sugiere que la introducción de programas que permitan mejorar la estabilidad resultarían interesantes ya que,

según los indicios observados en este estudio, podrían contribuir a mejorar la velocidad de disparo.

Por otra parte, en relación a la realización de este estudio, una limitación debe ser considerada durante la valoración de la estabilidad en patines. Durante su valoración, los jugadores eran colocados con los patines encima de la plataforma y eran instados a mantener su postura en bipedestación y lo más estable posible. Pese a ello, ligeros micro movimientos de los patines fueron observados a lo largo de todo el test. Este hecho, hace que debamos considerar que los resultados de los test serán fruto de ambas situaciones. Posiblemente, para los jugadores Profesionales, los desequilibrios que no suponen un desafío son compensados sin dificultad percibiendo que su movimiento es estable, y sin embargo es metaestable (Kimbele, 2015) no ocurriendo así para los jugadores Amateurs. Por ello, podría ser posible que cuando los valores de rendimiento se aproximan al máximo, como es el caso de los profesionales del hockey sobre patines por su excelente estabilidad, su estimación con respecto a la velocidad de disparo, fuera menos sensible al cambio, debido a la sencillez del test utilizado y, en consecuencia, las diferencias entre los grupos puede que no se ajusten a la realidad (Schmidt, & Lee, 1999 citado por Simmons, 2005).

4.5 Conclusiones

Las conclusiones de este estudio sugieren que los jugadores Profesionales de hockey sobre patines poseen en general mayor estabilidad con los ojos abiertos que los jugadores Amateurs y los Estudiantes de Educación Física, en todas las componentes y variables estudiadas, con excepción de la longitud del CP en la componente ML. Estas diferencias desaparecen cuando el equilibrio es testado con los ojos cerrados entre los jugadores Profesionales y los Estudiantes de Educación Física, con excepción de la línea del CP en la componente AP. En relación a la velocidad de disparo, en los jugadores Amateurs se observa una relación directa entre poseer mayor estabilidad, tanto con los ojos abiertos como cerrados, y la capacidad de disparar a más velocidad la bola. Todo ello puede apuntar a que la práctica competitiva del hockey sobre patines podría tener efectos positivos sobre el equilibrio, y que existe una cierta relación entre éste y la velocidad de disparo de la bola.

Son necesarios futuros estudios en los que se analice a los jugadores de hockey sobre patines en una situación de equilibrio dinámico, para comprobar si es mayor la contribución al control postural del sistema visual, o lo es la del sistema vestibular y propioceptivo.

**V. CONCLUSIONES
FINALES**

V. CONCLUSIONES FINALES

Sobre los estudios

Estudio primero. Determinación del número de disparos a portería en partidos de hockey sobre patines

- 1) La técnica de disparos más utilizada en el hockey sobre patines es la técnica de Pala, tanto en participantes con dominancia manual diestra como zurda.
- 2) El número máximo de disparos realizados por jugador y registrados en un partido de hockey sobre patines fue de 22 disparos y fueron observados en la categoría de 1ª Nacional Catalana (1ªNC).
- 3) No se observaron diferencias significativas entre el número de disparos a portería realizados en la primera y la segunda parte de un encuentro, en ninguna de las competiciones analizadas, pero sí se observan diferencias significativas al comparar dos categorías como la OK Liga y Selecciones Nacionales.
- 4) Entre participantes de dominancia manual diestra y zurda no se observan diferencias significativas en cuanto al número de disparos a portería, ni en entre las técnicas utilizadas por ellos (Cuchara y Pala).

Estudio segundo. Determinación del número de lanzamientos a portería en los test de velocidad de disparo desde parado en hockey sobre patines

- 1) Con la técnica de disparo de Pala, se consiguió alcanzar 8,69 kms/h más de velocidad que con la técnica de disparo de Cuchara.

- 2) No se observa una pérdida de velocidad significativa en ninguna de las dos técnicas analizadas (Pala o Cuchara), a medida que avanza el número de disparos hasta alcanzar los 35 disparos.

Estudio tercero. Influencia de diferentes variables condicionales en la velocidad de disparo de la bola en el hockey sobre patines

- 1) Las pruebas que mayor influencia tienen sobre la velocidad de disparo de la bola son la de velocidad de 25 metros con cambios de dirección y la velocidad de lanzamiento con balón medicinal de un kilo.
- 2) El peso de cada jugador, su capacidad de salto vertical o la fuerza de prensión, no son factores determinantes a la hora de incrementar la velocidad disparo de la bola a portería desde parado en hockey sobre patines.

Estudio cuarto. Influencia del equilibrio estático en la velocidad de disparo de la bola en hockey sobre patines

- 1) Los jugadores Profesionales de hockey sobre patines poseen en general mayor equilibrio con los ojos abiertos que los jugadores Amateurs y los Estudiantes de Educación Física en todas las componentes y variables estudiadas, con excepción de la longitud del CP en la componente ML.
- 2) En los jugadores de hockey sobre patines Amateurs, se observa una relación directa entre poseer mayor equilibrio, tanto con los ojos abiertos como cerrados, y la capacidad de disparar a más velocidad la bola.

Sobre el hockey: aportaciones

En los diferentes estudios realizados en esta tesis se ha podido confirmar con rigor científico pequeñas pero importantes valoraciones sobre algunas variables del rendimiento que afectan al hockey sobre patines. Algunas de ellas, preparadores físicos y entrenadores ya las llevaban a cabo en sus sesiones de entrenamiento con mayor o menor nivel de conciencia. Así, se ha podido constatar que la técnica de disparo más utilizada por todos los jugadores es la de Pala, siendo además la técnica con la que se consigue mayor velocidad de la bola. En este sentido, la velocidad media alcanzada con la técnica de Pala es casi 9 km/h. más alta que la alcanzada con la técnica de Cuchara. Este hecho condiciona, a que la técnica de Cuchara sea una acción “alternativa” a tener muy cuenta en los partidos, y sobre todo en aquellos jugadores cuya velocidad de disparo es alta.

Otro logro importante es poder afirmar que tanto jugadores de dominancia manual izquierda como de derechas tienen el mismo comportamiento en cuanto al número de disparos a portería y en con respecto a las técnicas utilizadas.

En relación al tercer estudio, la relevancia de uno u otro resultado vendrán determinados en función de los intereses de los entrenadores. Así, posiblemente tenga más relevancia afirmar que, la capacidad de realizar cambios de dirección en la prueba de 25 metros esprint en patines y que la potencia del hemisferio superior del cuerpo a través de la prueba lanzamiento de balón medicinal están relacionadas con la velocidad de disparo de la bola. Ello puede permitirnos afirmar, con cierta prudencia, que la potencia de los miembros inferiores y superiores del cuerpo tienen una cierta relación con el rendimiento del disparo a portería. Por otra parte, es muy interesante poder confirmar que los jugadores de élite tienen mayor estabilidad que los jugadores amateurs, aunque éstos últimos poseen peor estabilidad que los estudiantes de educación física.

Todas las investigaciones realizadas contribuyen al conocimiento del hockey sobre patines aportando rigor en los contenidos técnicos, justificando la importancia del disparo a portería y su relación con otras variables del rendimiento como la fuerza, la velocidad y el equilibrio en los dos hemisferios corporales, superior e inferior. Estos estudios tratarán de aumentar el trabajo de investigación en el hockey, buscando dar el valor que por méritos deportivos tiene en España y, especialmente en Cataluña. Además, tratarán de conciliar a los técnicos y jugadores con experiencia en la pista de juego, con los investigadores interesados en el rendimiento, aunque eso requiere de iniciativas, como la que ha supuesto este trabajo, que generen la posibilidad de enfocar, preparar y conducir los entrenamientos de forma que se aprovechen todos estos conocimientos. De alguna manera, la investigación se orienta hacia una preparación integral y específica del jugador, en la que los dos hemisferios corporales no sean tan diferenciados, y con el propósito de que el juego sea más espectacular desde su rendimiento. Algunas aportaciones colaterales, como ha sido el estudio comparativo entre el disparo y el equilibrio, nos animan a proponer un trabajo que tenga variedad motriz y que no trate de conseguir un desarrollo exclusivamente unilateral, no tanto en el entrenamiento de competición de los adultos, como en el proceso de formación que afecta a la forma con la que se dirigen las acciones a portería.

Es interesante observar como los deportes que se basan fundamentalmente en la transmisión de experiencias, tienen un constructo que se sostiene en creencias poco demostradas y que en ocasiones son limitantes para aventurarse en otro tipo de prácticas. En este sentido, en entrevistas personales mantenidas con los jugadores, se observa cómo estos tienen la creencia de que con sticks más duros se dispara a mayor velocidad o que los stick que disponen de más masa

concentrada en la parte de la pala, también son los mejores para disparar. La variabilidad de los factores que influyen en la velocidad de la bola es muy grande, como se ha comentado anteriormente, pero lo más importante es la capacidad de adaptación del jugador a las características del stick, y de asociación en los patrones de movimientos técnicos para que pueda desarrollar la técnica de disparo más adecuada y se consiga sacar el mayor rendimiento del instrumento empleado. Así, es importante que, en función de las características antropométricas, la técnica y la fuerza, el jugador seleccione el stick que le vaya mejor para todas las acciones de juego, no solo para el disparo o el regate.

Por otra parte, el equilibrio a través del patinaje se ha demostrado como una capacidad coordinativa superior en los jugadores de élite con respecto a los amateurs. Aunque, los entrenadores son conocedores de ello, los resultados de estos estudios contribuirán a reforzar esta idea, ya que no hay ninguna acción de juego que no dependa de esta capacidad. Por ello, es necesario poner énfasis en el hecho de que, en este deporte es preponderante la “inestabilidad”, lo que debería de resultar imprescindible reiterarlo en la formación de técnicos. En este sentido, sería conveniente concienciar de la necesidad de la enseñanza del patinaje desde la base a través de juegos y sistemas de juego más dinámicos que potencien su desarrollo; incluso en los partidos en categorías desde prebenjamines a infantiles, limitando el uso de sistemas de defensa en zona.

Por otro lado, se han descrito las distintas posiciones del cuerpo en función del tipo de disparo: de Cuchara y de Pala. Se ha confirmado que la técnica de Pala en el disparo a portería se utiliza más que la de Cuchara. Sería importante valorar esta conclusión para que en los entrenamientos se trabajara con los jugadores, tanto en una técnica como en la otra de forma equilibrada, de esta manera el juego se enriquecería con más posibilidades de gol por el aumento de la incertidumbre. De la misma manera, creemos que se debería potenciar más en la base un

entrenamiento con la mayor diversidad de lanzamientos, proponiendo la enseñanza de los disparos a portería de Pala utilizando ambas manos indistintamente, tal y como apuntaba Torner (1984). Por último y no menos importante es que, conociendo que el sistema vestibular y el visual tienen mayor protagonismo en superficies inestables, como es el caso de este deporte, se debería incidir más en el trabajo perceptivo, tanto con situaciones inhabituales del cuerpo, como con el desarrollo de las distintas formas de visión periférica, es decir, el “ver sin mirar”.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

En el primer estudio de este trabajo se describen muchas acciones que ocurren en un partido como el número de disparos, la lateralidad de los jugadores y los tipos de disparo. Se deberían tener en cuenta los goles que se obtienen en relación a la técnica, y también la cuantificación de otros tipos de lanzamientos a portería como son los arrastres o los remates de distintas maneras. De esta manera se podría clasificar los tipos de lanzamientos a portería en función de la técnica, su frecuencia y el éxito o no de los mismos.

Por otra parte, el trabajo de observación realizado y que ha permitido describir las diferentes técnicas de Pala y de Cuchara nos lleva a cuestionarnos la necesidad de estudiar más a fondo cada una de esas técnicas en profundidad, ya que no encontramos descripciones rigurosas en la bibliografía actual. Para completar las descripciones de los tipos de disparo realizadas, se deberían realizar estudios biomecánicos en los que se analizara cada una de esas acciones. Es imprescindible investigar los diferentes aspectos cinéticos y cinemáticos relacionados con el disparo, sus rangos de movimientos, las velocidades angulares alcanzadas y las diferentes trayectorias de los segmentos corporales adoptados en cada una de sus fases. De la misma manera, se debería estudiar el disparo de Pala y Cuchara en movimiento y con diversas formas

de aplicación, es decir, con velocidad o con fuerza. Además, debido a la importancia de la precisión en los partidos, se sugiere la posibilidad de analizar el disparo desde parado considerando no solo la velocidad sino también la precisión, estudiando las diferencias entre ambos tipos de disparos, P y CU y el comportamiento postural del cuerpo.

Otro de los estudios relevantes que ha surgido de la realización de nuestra investigación es la posibilidad de evaluar el nivel de activación de diferentes grupos musculares durante el disparo a portería mediante tensiomiografía o con la electromiografía. La información aportada por estos estudios nos permitiría disponer de una información más precisa sobre los grupos musculares a trabajar en la preparación física y en la prevención de lesiones. Además, se deberían proponer más pruebas específicas como los cambios de dirección, en las que puedan compararse de forma diferenciada, con y sin toma de decisiones, el nivel de agilidad del jugador y la velocidad de los cambios de dirección.

En relación al equilibrio sería necesaria la realización de pruebas, en y sin patines que estimen las variables de fuerza y velocidad y que sean predictivas del rendimiento, analizando el efecto de la aplicación de distintas metodologías para la mejora de la estabilidad en general y también con respecto a la velocidad de la bola. Deberían realizarse otras valoraciones en situaciones más inestables, acordes con la actividad que realizan, para comprobar el nivel de respuesta en función de la dificultad y de los sistemas sensoriales que intervienen en la equilibración.

El camino es todavía muy largo, durante la elaboración de este trabajo han surgido muchas posibles propuestas de nueva investigación. La ambición por conocer, en algún momento puede traicionar el proceso, pero lo que sí es cierto es que tanto los técnicos entrevistados como

los jugadores que amablemente se prestaron a las diferentes pruebas, han mostrado que la “familia” del hockey necesita de más trabajo y de más aportaciones.

Afortunadamente, la variabilidad de los factores que afectan al rendimiento de los jugadores como atletas individuales y como equipo no se ha resuelto. Así, la antesala de la sabiduría nos estimulará para seguir indagando en la aventura del conocimiento con el objetivo de contribuir a mejorar, si es posible, este magnífico deporte, el hockey sobre patines.

**VI. REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abian-Vicen, J., Castanedo, A., Abian, P., & Sampedro, J. (2013). Temporal and notational comparison of badminton matches between men's singles and women's singles. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2, 310-320.
- Adelsberg, S. (1986). The tennis stroke: an EMG analysis of selected muscle with rackets of increasing grip size. *The American Journal of Sports Medicine*, 14(2), 139-142
- Afzal, M. R., Oh, M. K., Choi, H. Y., & Yoon, J. (2016). A novel balance training system using multimodal biofeedback. *Biomedical Engineering Online*, 15(1), 42.
- Aguado, X. (1991). Cuantificación de los desplazamientos del jugador de hockey sobre patines en la competición. *Apunts: Educació Física I Esports*, 1991(23), 71–76.
- Alcaraz, P. E., Abraldes, J. A., Ferragut, C., Vila, H., Rodríguez, N., & Argudo, F. M. (2012). Relationship between characteristics of water polo players and efficacy indices. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1852-1857.
- Alexander, J. F., Haddow, J. B., & Schultz, G. A. (2013). Comparison of the Ice Hockey Wrist and Slap Shots for Speed and Accuracy. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*. 34(3)
- Alexander, M. J., & Boreskie, S. L. (1989). An analysis of fitness and time-motion characteristics of handball. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(1), 76-82.
- Allum, J. H. J., Bloem, B. R., Carpenter, M. G., & Honegger, F. (2001). Differential diagnosis of proprioceptive and vestibular deficits using dynamic support-surface posturography. *Gait & Posture*, 14(3), 217-226.
- Allum, J. H. J., Bloem, B. R., Carpenter, M. G., & Honegger, F. (2001). Differential diagnosis of proprioceptive and vestibular deficits using dynamic support-surface posturography. *Gait & Posture*, 14(3), 217-226.
- Almeida, G. L., Carvalho, R. L., & Talis, V. L. (2006). Postural strategy to keep balance on the seesaw. *Gait and Posture*, 23(1), 17–21.

- Alpini, D., Hahn, A., & Riva, D. (2008). Static and dynamic postural control adaptations induced by playing ice hockey. *Sport Sciences for Health*, 2(3), 85.
- Alpini, D., Hahn, A., & Riva, D. (2008). Static and dynamic postural control adaptations induced by playing ice hockey. *Sport Sciences for Health*, 2(3), 85.
- Alpini, D., Mattei, V., Schlecht, H., & Kohen-Raz, R. (2008). Postural control modifications induced by synchronized ice skating. *Sport Sciences for Health*, 3(1–2), 11–17.
- Álvarez, B. (2002). *Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala*. Recuperado de http://futsalcoach.es/web_v2/area_tecnica/archivos/449_relacionconsumooxigeno_print.pdf
- Álvarez, J., Manonelles, P., Giménez, L., & Corona, P. (2004). Entrenamiento, rendimiento y control de la vía anaeróbica y de la fuerza en el fútbol sala. *Archivos de Medicina del Deporte*, 11(102), 307–315.
- Álvaro de Pedro Muñoz. (2015). Pliometría contextualizada en el fútbol y el baloncesto. Mejoras esperadas versus reales. *Sportis Scientific Technical Journal*, 2(1), 36–57.
- Amaral, J. F., Mancini, M., & Novo Júnior, J. M. (2012). Comparison of three hand dynamometers in relation to the accuracy and precision of the measurements. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 16(3), 216–24.
- Ambike, S., Paquet, F., Zatsiorsky, V. M., & Latash, M. L. (2014). Factors affecting grip force: Anatomy, mechanics, and referent configurations. *Experimental Brain Research*, 232(4), 1219–1231.
- Ammann, R., Taube, W., & Wyss, T. J. (2016) Accuracy of PARTwear inertial sensor and Optojump optical measurement system for measuring ground contact time during running, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 2057-2063.
- Andersen, T. B., & Dörge, H. C. (2011). The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(1), 79–84.

- Anderson, K., & Behm, D. G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35(1), 43–53.
- Andersson, H. M., Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G., Garthe, I., & Kadi, F. (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 372-380.
- Ansley, L., Lambert, M. I., Scharbort, E., St Clair Gibson, A., & Noakes, T. (2004). Regulation of pacing strategies during successive 4-km time trials. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(10), 1819-1825.
- Ansley, L., Noakes, T., Robson-Ansley, P., & St Clair Gibson, A. (2004). Anticipatory pacing strategies during supra-maximal exercise lasting more than 30 s. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 309-314.
- Aragón, J., Fernández, J., Gómez, R., Carrasco, A., Mora, J. & González, J. L. (2010). Análisis cinemático del lanzamiento con el brazo derecho e izquierdo en waterpolo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(39), 369-379.
- Araguas, C., Corbi, F., & Vergés, C. (2016). Importancia de la sensibilidad plantar en la regulación del control postural y del movimiento: revisión. *Apunts. Medicina de l'Esport*.
- Arboix-Alió, J., Aguilera-Castells, J., & Ferrándiz, C. (2016). Resistencia Aeróbica en Hockey Patines : Análisis Comparativo del Rendimiento Deportivo Efectuado con y sin Patines. *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 31(3), 1–10.
- Arias-Estero, J. L., & Estero, L. A. (2008). El proceso de formación deportiva en la iniciación a los deportes colectivos fundamentado en las características del deportista experto. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte Y Recreación*, 2041, 28–32.
- Assaiante, C., & Amblard, B. (1993). Ontogenesis of head stabilization in space during locomotion in children: influence of visual cues. *Experimental Brain Research*, 93(3), 499-515.

- Augurelle, A. S., Smith, A. M., Lejeune, T., & Thonnard, J. L. (2003). Importance of cutaneous feedback in maintaining a secure grip during manipulation of hand-held objects. *Journal of Neurophysiology*, 89(2), 665–671.
- Augustsson, J., Thomé, R., Hörnstedt, P., Lindblom, J., Karlsson, J., & Grimby, G. (2003). Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 411-416.
- Ayala, F., de Baranda, P. S., Cejudo, A., & Croix, M. D. S. (2011). Efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento físico: El Uso de los estiramientos en el calentamiento. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 6(16).
- Ayora, D., Brizuela, G., Pablos, C., & Cortés, V. (1995). Estudio comparativo sobre la tecnica de golpeo clásico y plano en hockey hierba. *Apunts*, (72), 80–95.
- Badillo, J. J. G., & Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: INDE
- Bahill, A. T., & Freitas, M. M. (1995). Two methods for recommending bat weights. *Annals of Biomedical Engineering*, 23, 436-444.
- Baiget, E., Corbi, F., Fuentes, J. P., & Fernández-Fernández, J. (2016). The Relationship Between Maximum Isometric Strength and Ball Velocity in the Tennis Serve. *Journal of Human Kinetics*, 53, 63–71.
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2007). Change in power output across a jump squats in highly trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1007–1011.
- Ballester, E., Planas, A., Bedoya, J., & Vernetta, M. (1997). Fuerza y dominancia lateral. *Apunts. Educación Física Y Deportes*, 47, 74-80.
- Bangsbo, J. (1993). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, 12, S5-12.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 619, 1-155.

- Bangsbo, J., Marcello, F., & Krstrup, P. (2007). Metabolic Response and Fatigue in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 111–127.
- Barber, S. D., Noyes, F. R., Mangine, R. E., McCloskey, J. W., & Hartman, W. (1990). Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (255), 204–214.
- Barbero J. C. & Barbero V. (2003). Relacion entre consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de Fútbol Sala. *Red: revista de entrenamiento deportivo*, 17, (2), 13-24.
- Bárcenas, D., & Román, J. D. (1991). *Balonmano: técnica y metodología*. Madrid: Gymnos.
- Barjaste, A., & Mirzaei, B. (2017). The periodization of resistance training in soccer players: changes in maximal strength, lower extremity power, body composition, and muscle volume. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Bartlett, L. R., Storey, M. D., & Simons, B. D. (1989). Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(1), 89-91.
- Battaglia, G., Paoli, A., Bellafiore, M., Bianco, A., & Palma, A. (2014). Influence of a sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance in young female basketball and volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(5), 581-587.
- Bayios, I., Anastasopoulou, E., Sioudris, D., & Boudolos, K. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229–235.
- Behm, D. G., & Anderson, K. G. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 716–722.
- Behm, D. G., Bambury, A., Cahill, F., & Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(8), 1397–1402.

- Behm, D. G., Leonard, A. M., Young, W. B., Bonsey, W. A. C., & MacKinnon, S. N. (2005). Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 193-201.
- Behm, D. G., Wahl, M. J., Button, D. C., Power, K. E., & Anderson, K. G. (2005). Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 326–331.
- Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 226–41.
- Behrmann, L., Litzenberger, S., Mally, F., & Sabo, A. (2014). Evaluation of bending and torsional properties of different ice hockey sticks. *Procedia Engineering*, 72, 332–337.
- Ben, N., Fazaa, E., & Ati, E. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2330.
- Bendiksen, M., Arne, S., Ingebrigtsen, J., Randers, M. B., Brito, J., Mohr, M., ... Krustup, P. (2013). Human Movement Science Application of the Copenhagen Soccer Test in high-level women players – locomotor activities, physiological response and sprint performance. *Human Movement Science*, 32(6), 1430–1442.
- Benis, R., Bonato, M., & Torre, A. L. (2016). Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test. *Journal of Athletic Training*, 51(9), 688-695.
- Berne, R. M. & Lely, M. N. (1998). *Fisiología*. Madrid: Harcourt Brace.
- Bilbao, A., & Oña, A. (2000). La Lateralidad Motora Como Habilidad. *Motricidad: Revista de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 6, 7–27.
- Bishop, D., Lawrence, S., & Spencer, M. (2003). Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(2), 199–209.

- Bizzo, G., Guillet, N., Patat, A., & Gagey, P. M. (1985). Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 23(5), 474-476.
- Blackwell, J. R., Kornatz, K. W., & Heath, E. M. (1999). Effect of grip span on maximal grip force and fatigue of flexor digitorum superficialis. *Applied Ergonomics*, 30, 401-405.
- Blanco, A. & Enseñat, A. (2002). Hockey sobre patines: cargas de competición. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 16(2), 21-26
- Blanco, A., & Balagué, N. (1997). Coste energético del dribbling en hockey sobre patines. *Apunts. Educació física y esport*, 1(47), 8-14.
- Blanco, A., & Enseñat, A. (1999). Hockey sobre patines: el esfuerzo del entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 13(4), 31-36
- Blanco, A., Enseñat, A., & Balagué, N. (1994). Hockey sobre patines: niveles de frecuencia cardíaca y lactacidemia en competición y entrenamiento. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 36, 26-36.
- Blanco, A., Enseñat, A., & Balagué, N. (1995). Valoración telemétrica de un test progresivo y máximo en pista en Jugadores de hockey sobre patines. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 32(125), 165-174.
- Blanco, A., Enseñat, A., & Balagué, N. (1997). Coste fisiológico del patinaje en línea y convencional en hockey patines. *Selección: Revista española de medicina de la educación física y el deporte*, 6(3), 93-100.
- Blanco, A., Enseñat, A., Romero, T., & Polo, I. (2001). Hockey patines: el esfuerzo de la competición. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 41(12), 24-28.
- Blázquez, D., & Ramírez, F. A. (1999). *La iniciación deportiva y el deporte escolar*. Barcelona: INDE.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P., & McNaughton, L. R. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1093-1100.

- Boada, R. (2004). *Los Fundamentos Técnicos Del Swing De Golf*. Barcelona: Federación Catalana de Golf.
- Böhm, H., & Hösl, M. (2010). Effect of boot shaft stiffness on stability joint energy and muscular co-contraction during walking on uneven surface. *Journal of Biomechanics*, 43(13), 2467-2472.
- Borao, O., Planas, A., Beltran, V., & Corbi, F. (2015). Efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas de duración aplicado en el tobillo en la realización del Star Excursion Balance Test en jugadores de baloncesto. *Apunts: Medicina de l'Esport*, 50(187), 95-102.
- Borao, O., Planas, A., Beltran, V., & Corbi, F. (2015). Efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas de duración aplicado en el tobillo en la realización del Star Excursion Balance Test en jugadores de baloncesto. *Apunts: Medicina de l'Esport*, 50(187), 95-102.
- Borgues, J.P., Lara, E. R., Manuel, F., & Iturriaga, A. (2017). Relación entre parámetros antropométricos, agarre máximo y velocidad de lanzamiento en jugadores jóvenes de waterpolo Relationship among anthropometric parameters, maximal grip and throwing velocity in youth water polo players. *Retos*, (31), 212–218.
- Borms, D., Maenhout, A., & Cools, A. M. (2016). Upper Quadrant Field Tests and Isokinetic Upper Limb Strength in Overhead Athletes. *Journal of Athletic Training*, 51(10), 789-796.
- Bracko, M. R. (2004). Biomechanics powers ice hockey performance. *Biomechanics*, 47–53.
- Bracko, M. R., & George, J. D. (2001). Prediction of ice skating performance with office testing in women's ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 116-122.
- Braun, L. A., Pereira, W. M., Rossi, L. P., Kerpers, I. I., Rodrigues, A., & Oliveira, C. S. (2011). Analysis of electromyographic activity of ankle muscles on stable and unstable surfaces with eyes open and closed. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(4), 496–501.

- Bresciani, J. P., Blouin, J., Popov, K., Bourdin, C., Sarlegna, F., Vercher, J. L., & Gauthier, G. M. (2002). Galvanic vestibular stimulation in humans produces online arm movement deviations when reaching towards memorized visual targets. *Neuroscience Letters*, 318(1), 34-38.
- Bresciani, J. P., Blouin, J., Sarlegna, F., Bourdin, C., Vercher, J. L., & Gauthier, G. M. (2002). On-line versus off-line vestibular-evoked control of goal-directed arm movements. *Neuroreport*, 13(12), 1563-1566.
- Bretagne, T. (1980). Lance missiles du sport. *Equipe magazine*, 15(10), 4-7.
- Brody, H. (2000) Player sensitivity to the moments of inertia of a tennis racket. *Sports Engineering*, 3(2), 145-148.
- Brouwer, A. M., Brenner, E., & Smeets, J. B. (2002). Hitting moving objects: is target speed used in guiding the hand? *Experimental Brain Research*, 143, 198-211.
- Buchheit, M., Menendez -Villanueva, A., Delholmel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722.
- Buckley, J. G., Anand, V., Scally, A., & Elliott, D. B. (2005). Does head extension and flexion increase postural instability in elderly subjects when visual information is kept constant? *Gait & Posture*, 21(1), 59-64.
- Bukowska, D. (2007). Vestibular nuclear complex as a center of sensorimotor integration. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 14(1).
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite- level ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1535–1543.
- Burr, J. F., Jamnik, V. K., Dogra, S., & Gledhill, N. (2007). Evaluation of jump protocols to assess leg power and predict hockey playing potential. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1139–1145

- Butler, R. J., Queen, R. M., Beckman, B., Kiesel, K. B., & Plisky, P. J. (2013). Comparison of dynamic balance in adolescent male soccer players from Rwanda and the United States. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(6), 749.
- Butler, R. J., Southers, C., Gorman, P. P., Kiesel, K. B., & Plisky, P. J. (2012). Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *Journal of Athletic Training*, 47(6), 616-620.
- Calahorra, F., Torres-Luque, G., Lara, a. J., & Zagalaz, M. L. (2011). Parámetros relacionados con la preparación física del futbolista de competición. *Journal of Sport and Health Research*, 3(2), 113–128.
- Calavalle, A. R., Sisti, D., Rocchi, M. B. L., Panebianco, R., Del Sal, M., & Stocchi, V. (2008). Postural trials: Expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. *European Journal of Applied Physiology*, 104(4), 643–649.
- Calderón, J., Legido, J., & Teijón, J. M. (2002). *Neurofisiología aplicada al deporte*. Madrid: Tébar.
- Caljouw, S. R., Van der Kamp, J., & Savelsbergh, G. J. P. (2004). Timing of goal-directed hitting: Impact requirements change the information-movement coupling. *Experimental Brain Research*, 155(2), 135–144.
- Campos, J. L. (2011). *Identificação das Propriedades Mecânicas de um stick com Influência no seu Desempenho Dinâmico e a sua Adaptação às Características do Movimento de Remate* (Dissertação de MIEM). Recuperado de <https://repositorio-aberto.up.pt/>
- Carling, C., & Bloomfield, J. (2010). The effect of an early dismissal on player work-rate in a professional soccer match. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 126-128.
- Carrie, L., Gary, A., & David, B. (2002). Effect of grip span on lateral pinch grip strength. *Human Factors*, 44(4), 569-577.
- Castagna, C., Ganzetti, M., Ditroilo, M., Giovannelli, M., Rocchetti, A., & Manzi, V. (2013). Concurrent validity of vertical jump performance assessment systems. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 761-768.

- Castro, F. (2009, 2 de agosto). *Ranking of Roller Hockey Teams. Rink hockey*. Recuperado de <http://rinkhockey.net/ranking-index.htm>
- Chaalali, A., Rouissi, M., Chtara, M., Owen, A., Bragazzi, N. L., Moalla, W., ... Chamari, K. (2016). Agility training in young elite soccer players: Promising results compared to change of direction drills. *Biology of Sport*, 33(4), 345–351.
- Chaudhry, H., Findley, T., Quigley, K. S., Bukiet, B., Zhiming, J. I., Sims, T., & Maney, M. (2004). Measures of postural stability. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 41, 713-720.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2015). Effects of In-Season Short-term Plyometric Training Program on Sprint and Jump Performance of Young Male Track Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2128-2136
- Chena, S. M., Pérez-López, A., Álvarez, V. I., Bores, C. A., Ramos-Campo, D. J., Rubio-Arias, J. Á., & Valadés, C. D. (2015). Influence of body composition on vertical jump performance according with the age and the playing position in football players. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 299-307.
- Cherif, M., Chtourou, H., Souissi, N., Aouidet, A., Chamari, K. (2016). Maximal power training induced different improvement in throwing velocity and muscle strength according to playing positions in elite male handball players. *Biology in Sports*, 33(4), 393-398.
- Chew-Bullock, T. S. Y., Anderson, D. I., Hamel, K. A., Gorelick, M. L., Wallace, S. A., & Sidaway, B. (2012). Kicking performance in relation to balance ability over the support leg. *Human Movement Science*, 31(6), 1615–1623.
- Chirosa, L. J., Chirosa, I. J., & Padial, P. (2000). Efecto del entrenamiento integrado sobre la mejora de la fuerza de impulsión en un lanzamiento en suspensión en balonmano. *Revista Motricidad*, 6, 155–174.
- Chris, M., Darren, L., & Jonathon, R. (2007). Relationships to skating performance in competitive hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 915.
- Cimadoro, G., Paizis, C., Alberti, G., & Babault, N. (2013). Effects of different unstable supports on EMG activity and balance. *Neuroscience Letters*, 548, 228-232.

- Clements, A. S., Ginn, K. A., & Henley, E. (2001). Correlation between muscle strength and throwing speed in adolescent baseball players. *Physical Therapy in Sport*, 2(3), 123-131.
- Clerke, A. M., Clerke, J. P., & Adams, R. D. (2005). Effects of hand shape on maximal isometric grip strength and its reliability in teenagers. *Journal of Hand Therapy*, 18(1), 22–24.
- Coelho-E-Silva, M. J., Vaz, V., Simões, F., Valente-Dos-Santos, J., Figueiredo, A. J., Pereira, V., Malina, R. M. (2012). Sport selection in under-17 male roller hockey. *Journal of Sports Sciences*, 30(16), 1793-1802.
- Cole, J., & Sedgwick, E. (1992). The perceptions of force and of movement in a man without large myelinated sensory afferents below the neck. *Journal of Physiology*, 449, 503-515.
- Consejo Superior de Deportes (2014). *Memória 2014: Licencias y clubes*. Recuperado de: <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/asoc-fed/licenciasyclubes-2014.pdf>
- Corbi, F. (2008). *Análisis de las presiones plantares y su relación con la velocidad de la pelota durante el disparo paralelo de derecha en tenis* (tesis doctoral). Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Coria, R. (1998). *Pre-béisbol: la actividad física y deportiva extraescolar en los centros educativos*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. (2011). Developing maximal neuromuscular power: training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 41(2), 125-146.
- Cowley, J. C., & Gates, D. H. (2017). Proximal and distal muscle fatigue differentially affect movement coordination. *Plos One*, 12(2), e0172835.
- Cronin, J. B., McNair, P. J., & Marshall, R. N. (2002). Is velocity-specific strength training important in improving functional performance? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 267-73.
- Cross, R. (1999). Impact of a ball with a bat or racket. *American Journal of Physics*, 67(8), 692.

- Curthoys, I. S., & Halmagyi, G. M. (1994). Vestibular compensation: a review of the oculomotor, neural, and clinical consequences of unilateral vestibular loss. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium & Orientation*, 5(2), 67-107.
- Da Silva, M. E., Núñez Álvarez, V., Vaamonde, D. M., Ibnziaten, A., Viana, B., Gómez, J. R. & Lancho, J. L. (2004). Diferencia de la capacidad de salto en el laboratorio y en la cancha: Un estudio transversal. *Medicina del Ejercicio*. 1-6.
- Daisaku H., Norihisa F., & Sekiya K. (2007). Simple linear regression analysis of the relationship of the number of pitches to the kinematic changes of pitching. *Journal of Biomechanics*, 40(July). Poster 129.
- Dal Monte, A. (1983). *La valutazione funzionale dell'atleta*. Florencia: Sansoni.
- Dallinga, J. M., Benjaminse, A., & Lemmink, K. A. (2012). Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports? *Sports Medicine*, 42(9), 791-815.
- Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G., Petersen, J. H., & Müller, J. (2001). Body proportions, body composition and pubertal development of children in competitive sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 11(1), 54-60.
- Darmiento, A., Galpin, A. J., & Brown, L. E. (2012). Vertical Jump and Power. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 34-43.
- David B. P., Grant M., Duthie, P. U., Saunders, C. A., Petersen, A., & Portus, M. R. (2006). Anthropometric and strength correlates of fast bowling speed in junior and senior cricketers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 620-626.
- Davis, K. L., Kang, M., Boswell, B. B., DuBose, K. D., Altman, S. R., & Binkley, H. M. (2008). Validity and reliability of the medicine ball throw for kindergarten children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1958-1963.
- Day, B., Steiger, M., Thompson, P., & Marsden, C. (1993). Effect of vision and stance width on human body motion when standing: implications for afferent control of lateral sway. *The Journal of Physiology*, 469, 479-499.

- Delaney, J. A., Cummins, C. J., Thornton, H. R., & Duthie, G. M. (2017). Importance, reliability and usefulness of acceleration measures in team sports. *Journal Strength and Conditioning Research*.
- Della Volpe, R., Popa, T., Ginanneschi, F., Spidalieri, R., Mazzocchio, R., & Rossi, A. (2006). Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients. *Gait & Posture*, 24(3), 349-355.
- Derenne, C., Buxton, B. P., Hetzler, R. K., & Ho, K. W. (1995). Effects of weighted bat implement training on bat swing velocity. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(4).
- Desai, I., & Marshall, P. W. M. (2010). Acute effect of labile surfaces during core stability exercises in people with and without low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(6), 1155–62.
- Devís, J. D. (1992). Bases para una propuesta de cambio en la enseñanza de los juegos deportivos. En Devís J. & Peiró C., *Nuevas perspectivas curriculares en educación física: la salud y los juegos modificados* (pp. 141-156). Zaragoza: INDE.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International journal of sports medicine*, 30(03), 205-212.
- Dianat, I., Rahimi, S., Nedaei, M., Asghari, M., & Oskouei, A. E. (2017). Effects of tool handle dimension and workpiece orientation and size on wrist ulnar/radial torque strength, usability and discomfort in a wrench task. *Applied Ergonomy*, 59(1), 422-430.
- Díaz-Hellín, M., Luis-del-Campo, V., Gómez-Navarrete, J. S., Gómez-Valades, J. M., Barbado-Murillo, D., & Sabido-Solana, R. (2014). Differences in isometric strength tests and jump tests between professional and amateur basketball players. *Cultura Ciencia y Deporte*, 26(9), 155-162.
- Díaz, D. V., De, S., & Marcos, V. (2007). Lateralidad en el deporte de full contact. Cambios en diferentes condiciones. *Revista Internacional de Medicina Y Ciencias de La Actividad Física Y El Deporte*, 7(25), 32–51.

- Diener, H. C., & Dichgans, J. (1988). On the role of vestibular, visual and somatosensory information for dynamic postural control in humans. *Progress in Brain Research*, 76, 253-262.
- Diener, H. C., Ackermann, H., Dichgans, J., & Guschlbauer, B. (1985). Medium-and long-latency responses to displacements of the ankle joint in patients with spinal and central lesions. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 60(5), 407-416.
- Doan, B. K., Newton, R. U., Kwon, Y., & Kraemer, W. J. (2006). Effects of physical conditioning on intercollegiate golfer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 62-72.
- Docherty, C. L., Arnold, B. L., Gansneder, B. M., Hurwitz, S., & Gieck, J. (2005). Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 40(1), 30-34.
- Dossena, F., Rossi, C., La Torre, A., & Bonato, M. (2016). The role of lower limbs during tennis serve. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Doyle, R. J., Hsiao-Wecksler, E. T., Ragan, B. G., & Rosengren, K. S. (2007). Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait & Posture*, 25(2), 166-171.
- Dupont, G., Blondel, N., & Berthoin, S. (2003). Performance for short intermittent runs: Active recovery vs. passive recovery. *European Journal of Applied Physiology*, 89(6), 548–554.
- Durocher, J. J., Jensen, D. D., Arredondo, A. G., Leetun, D. T., & Carter, J. R. (2008). Gender differences in hockey players during on-ice graded exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1327–1331.
- Dvorak, J., Fuller, C. W., & Junge, A. (2011). *Transferring science to life*. Presentado en IOC World Conference on Prevention of Injury and Illness in Sport, Monaco.
- Ebben, W. P., Carroll, R. M., & Simenz, C. J. (2004). Strength and conditioning practices of national hockey league strength and conditioning coaches. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 889–97.

- Edgren, C. S., Radwin, R. G., & Irwin, C. B. (2004). Grip force vectors for varying handle diameters and hand sizes. *Human Factors*, 46(2), 244-251.
- Elliott, B., Fleisig, G., Nicholls, R., & Escamilla, R. (2003). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 76–87.
- Emery, C. A., Cassidy, J. D., Klassen, T. P., Rosychuk, R. J., & Rowe, B. H. (2005). Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Canadian Medical Association Journal*, 172(6), 749-754.
- Emery, C. A., Cassidy, J. D., Klassen, T. P., Rosychuk, R. J., & Rowe, B. H. (2005). Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Canadian Medical Association Journal*, 172(6), 749-754.
- Enbom, H., Magnusson, M., Pyykkö, I., & Schalén, L. (1988). Presentation of a Posturographic Test with Loading of the Proprioceptive System. *Acta Oto-Laryngologica*, 105(S455), 58-61.
- Endo, Y., & Sakamoto, M. (2014). Relationship between lower extremity tightness and star excursion balance test performance in junior high school baseball players. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(5), 661-663.
- English, T., & Howe, K. (2007). The effect of Pilates exercise on trunk and postural stability and throwing velocity in college baseball pitchers: single subject design. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 2(1), 8.
- Enseñat, A., Blanco, A., & Balagué, N. (1997). Coste energético del dribling en hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física i Esports*, 8–14.
- Farlinger, C. M., Kruisselbrink, L. D., & Fowles, J. R. (2007). Relationships to Skating Performance in Competitive Hockey Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 915.
- Farrow, D., & Reid, M. (2010). The effect of equipment scaling on the skill acquisition of beginning tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 723-732.

- Federación Española de Patinaje (2008). *Nuevo reglamento de hockey sobre patines*. Recuperado de <http://fep.es/admin/report/docs/nuevo%20reglamento.pdf>
- Fernandez-Fernandez, J., De Villarreal, E. S., Sanz-Rivas, D., & Moya, M. (2016). The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players. *Pediatric exercise science*, 28(1), 77-86.
- Fernández, J. F. (2012). El entrenamiento de alta intensidad, una herramienta para la mejora del rendimiento en los deportes de perfil intermitente. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 26(2), 5–14.
- Ferragut, C., Vila, H., Abraldes, J. A., Argudo, F., Rodriguez, N., & Alcaraz, P. E. (2011). Relationship among maximal grip, throwing velocity and anthropometric parameters in elite water polo players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 26–32.
- Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668–674
- Ferraz, R., van den Tillaar, R., Ferraz, S., Santos, A., Mendes, R., Marinho, D. A., ... Marques, M. C. (2011). A pilot study on the influence of fatigue on kicking velocity in the soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 11(2), 68–71.
- Ferreira, L. A., Pereira, W. M., Rossi, L. P., Kerpers, I. I., Rodrigues de Paula, A., & Oliveira, C. S. (2011). Analysis of electromyographic activity of ankle muscles on stable and unstable surfaces with eyes open and closed. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(4), 496–501.
- Fleisig, G. S., Zheng, N., Stodden, D., & Andrews, J. R. (2002). Relationship between bat mass properties and bat. *Sports Engineering*, 5(1), 1-8.
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Ciccarone, G., Crielaard, J. M., & Cloes, M. (2005). Factors Correlated With Volleyball Spike Velocity. *American Journal of Sports Medicine*, 33(10), 1513–1519.

- Freeston, J. L., Carter, T., Whitaker, G., Nicholls, O., & Rooney, K. B. (2016). Strength and Power Correlates of Throwing Velocity on Subelite Male Cricket Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1646-1651.
- Fricke, O., Weidler, J., Tutlewski, B., & Schoenau, E. (2006). Mechanography: a new device for the assessment of muscle function in pediatrics. *Pediatric Research*, 59(1), 46-49.
- Fuchs, A. F. (1989). The vestibular System. En Patton, H. & Fuchs, A. F. (eds.) *Textbook of physiology: excitable cells and neurophysiology*. Philadelphia: W B Saunders Company
- Fuentes-Guerra, J. G., & Fuentes-Guerra, F. J. G. (2010). El proceso de formación del jugador durante la etapa de iniciación deportiva. *Apunts, Educación Física Y Deportes*, 99, 47–55.
- Gagey, M. & Weber, B. (2001). *Posturología regulación y alteraciones de la bipedestación*. Barcelona: Masson.
- García-López, J., Morante, C., Moreno, C., & Villa, J. (2009). Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva. *Apunts, Educación Física Y Deportes*, 63-1, 46–52.
- García, J., Cañadas Alonso, M., Parejo, I., Alonso, M. C., & Parejo, I. (2007). Una revisión sobre la detección y selección del talento en balonmano. *Revista de Ciencias Del Deporte*, 3(3), 39–46.
- Garrick, J. G., & Requa, R. (2005). Structured exercises to prevent lower limb injuries in young handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15(5), 398.
- Gates, D. H., & Dingwell, J. B. (2011). The effects of muscle fatigue and movement height on movement stability and variability. *Experimental Brain Research*, 209(4), 525–536.
- Geithner, C. A. (2006). Physical and performance differences among forwards, defenseman , and goalies in elite women's ice hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 500–505.
- Giacomini, P. G., Alessandrini, M., & Magrini, A. (2002). Long-term postural abnormalities in benign paroxysmal positional vertigo. *Journal for Oto-rhino-laryngology and its Related Specialties*, 64(4), 237-241.

- Gilenstam, K., Henriksson-Larsén, K., & Thorsen, K. (2009). Influence of stick stiffness and puck weight on puck velocity during slap shots in women's ice hockey. *Sports Engineering, 11*(3), 103–107.
- Giménez, F. J., Abad, M. T., & Robles, J. (2010). El proceso de formación del jugador durante la etapa de iniciación deportiva. *Apunts, Educación Física Y Deportes, 99*, 47–55.
- Glaister, M., Howatson, G., Lockey, R. A., Abraham, C. S., Goodwin, J. E., & McInnes, G. (2007). Familiarization and reliability of multiple sprint running performance indices. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 21*(3), 857-859.
- Glaister, M., Stone, M. H., Stewart, A. M., Hughes, M., & Moir, G. L. (2005). The influence of recovery duration on multiple sprint cycling performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 21*(2), 606-612.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(2), 556-560.
- Gonell, A. C., Romero, J. A. P., & Soler, L. M. (2015). Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International Journal of Sports Physical Therapy, 10*(7), 955–66.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., & Mendez-Villanueva, A. (2016). Eccentric overload training in team-sports functional performance: constant bilateral vertical vs. Variable unilateral multidirectional movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 1*-23.
- Gordon, B. J., & Dapena, J. (2006). Contributions of joint rotations to racquet speed in the tennis serve. *Journal of Sports Science, 24*, 31–49.
- Gordon, B. S., Moir, G. L., Davis, S. E., Witmer, C. A., & Cunnings, D. M. (2009) An investigation into the relationship of flexibility, power, and strength to club head speed in male golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*(5), 1606-1610.

- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(3), 225-232
- Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P., & Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a national collegiate athletic association division I hockey team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 43-46.
- Gribble, P. A., & Hertel, J. (2004). Changes in postural control during a 48-hr. sleep deprivation period. *Perceptual and Motor Skills*, 99(3), 1035-1045.
- Gribble, P. A., Tucker, W. S., & White, P. A. (2007). Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 35-41.
- Grosser, M., & Neumaier, A. (1986). *Técnicas de entrenamiento: teoría y práctica de los deportes*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Grossman, G. E., Leigh, R. J., Abel, L. A., Lanska, D. J., & Thurston, S. E. (1988). Frequency and velocity of rotational head perturbations during locomotion. *Experimental Brain Research*, 70(3), 470-476.
- Grouios, G., Tsorbatzoudis, H., Alexandris, K., & Barkoukis, V. (2000). Do left-handed competitors have an innate superiority in sports? *Perceptual and motor skills*, 90(3), 1273-1282.
- Grouios, G., Tsorbatzoudis, H., & Alexandris, V. B. (2000). Do left-handed competitors. *Perceptual and Motor Skills*, 90, 1273–1282.
- Grünbauer, W. M., Dieterich, M., & Brandt, T. (1998). Bilateral vestibular failure impairs visual motion perception even with the head still. *Neuroreport*, 9(8), 1807-1810.
- Güçlüöver, A., Kutlu, M., Cığerci, A. E., Esen, H.T., Demirkan, E., & Erdoğan, M. (2015). Determination the validity of the new developed Sport Experts® hand grip dynamometer, measuring continuity of force, and comparison with current Takei and Baseline® dynamometers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(11), 1318–1321.

- Guillou, E., Dupui, P., & Golomer, E. (2007). Dynamic balance sensory motor control and symmetrical or asymmetrical equilibrium training. *Clinical Neurophysiology*, 118(2), 317–324.
- Haff, G. G., Carlock, J. M., Hartman, M. J., Kilgore, J. L., Kawamori, N., Jackson, J. R., Morris, R. T., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2005). Force-time curve characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women olympic weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 741-748.
- Hagg, K., Wu, T., & Gervais, P. (2007). The effects of fatigue on skating mechanics in ice hockey. *Journal of Biomechanics*, 40, S761.
- Hammami, R., Behm, D. G., Chtara, M., Ben Othman, A., & Chaouachi, A. (2014). Comparison of static balance and the role of vision in elite athletes. *Journal of Human Kinetics*, 41, 33–41.
- Halmagyi, G. M., & Curthoys, I. S. (1994). Clinical changes in vestibular function over time after lesion: the consequences of unilateral vestibular differentiation. In: Herman, S. J. (Ed.). *Vestibular Rehabilitation*. Philadelphia: FA Davis Company, p. 90.
- Hammond, D. (2007). Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance. *The Journal of the American Board of Sport Psychology*, 1, 1–9.
- Hannon, A., Michaud-Paquette, Y., Pearsall, D. J., & Turcotte, R. A. (2011). Dynamic strain profile of the ice hockey stick: Comparisons of player calibre and stick shaft stiffness. *Sports Engineering*, 14(2-4), 57–65.
- Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., & Fukashiro, S. (2006). The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 39(13), 2503–11.
- Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., Hay, D. C., & Fukashiro, S. (2008). A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. *Human Movement Science*, 27(4), 636–648.

- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., & Rosenstein, R. M. (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(6), 825–833.
- Harrison, A. J., & McCabe, C. (2017). The effect of a gluteal activation protocol on sprint and drop jump performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(3), 179-188.
- Hatch, G. F. 3rd, Pink, M. M., Mohr, K. J., Sethi, P. M., & Jobe, F. W. (2006). The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. *The American Journal of Sports Medicine*, 34 (12), 1977-1983.
- Haukali, E., Eif, L., & Tjelta, I. (2015). Correlation between “off-ice” variables and skating performance among young male ice hockey players. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 27(1), 26–32.
- Heitman, R. J., Pugh, S. F., Erdmann, J. W., & Kovaleski, J. E. (2000). Measurement of upper and lower body strength and its relationship to underhand pitching speed. *Perceptual & Motor Skills*, 90(3), 1139–1144.
- Henn, V., Cohen, B., & Young, L. R. (1980). Visual-vestibular interaction in motion perception and the generation of nystagmus. *Neurosciences Research Program Bulletin*, 18(4), 457-651.
- Henriksson, T., Vescovi, J. D., Fjellman-Wiklund, A., & Gilenstam, K. (2016). Laboratory- and field-based testing as predictors of skating performance in competitive-level female ice hockey. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 7(August), 81–8.
- Hernández, A., & Anguera, M. T. (2002). Behavioral structure in sociomotor sports: Roller-hockey. *Quality and Quantity*, 36(4), 347–378.
- Hernández, J. (1991). Evolució, valoració y diferenciación de la condición física en jugadores de hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física I Esports*, 1991(23), 15–28.
- Hertel, J., Gay, M. R., & Denegar, C. R. (2002). Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *Journal of Athletic Training*, 37(2), 129-132.

- Higham, D. G., Pyne, D. B., Anson, J. M., & Eddy, A. (2012). Movement patterns in rugby sevens: effects of tournament level, fatigue and substitute players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(3), 277-282.
- Hochmuth, G. (1973). *Biomecánica de los movimientos deportivos: Delegación nacional de educación física y deportes*. Madrid: Instituto Nacional de Educación Física.
- Horak, F. B., & Nashner, L. M. (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of Neurophysiology*, 55(6), 1369-1381.
- Horak, F. B., Nashner, L. M., & Diener, H. C. (1990). Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*, 82(1), 167-177.
- Hori, N., Newton, R. U., Kawamori, N., McGuigan, M. R., Andrews, W. A., Chapman, D. W., & Nosaka, K. (2008). Comparison of weighted jump squat training with and without eccentric braking. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 54-65.
- Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*, 37(6), 547-556.
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*, 41(3), 221–232.
- Hrysomallis, C., McLaughlin, P., & Goodman, C. (2007). Balance and injury in elite Australian footballers. *International Journal of Sports Medicine*, 28(10), 844-847.
- Hsiao-Wecksler, E. T., Katdare, K., Matson, J., Liu, W., Lipsitz, L. A., & Collins, J. J. (2003). Predicting the dynamic postural control response from quiet-stance behavior in elderly adults. *Journal of Biomechanics*, 36(9), 1327-1333.
- Hudson, J. L. (1986). Coordination of segments in the vertical jump. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(2), 242–251.
- Iglesias, M. E. L., de Bengoa, R. B., & Peña, D. P. (2012). Impact of soft and hard insole density on postural stability in older adults. *Geriatric Nursing*, 33(4), 264-271.

- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483–492.
- Inglis, J. T., Horak, F. B., Shupert, C. L., & Jones-Rycewicz, C. (1994). The importance of somatosensory information in triggering and scaling automatic postural responses in humans. *Experimental Brain Research*, 101(1), 159-164.
- Isurin V. (2015) Principles and basics of advanced athletic training. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(3), 584-90.
- Ivanenko, Y. P., Solopova, I. A., & Levik, Y. S. (2000). The direction of postural instability affects postural reactions to ankle muscle vibration in humans. *Neuroscience Letters*, 292(2), 103-106.
- Izquierdo, J., Oliveira, L., Redondo, J., Mateo, L., Marcolin, É., & Sedano, S. (2015). Efectos de dos tipos de entrenamiento complejo en fuerza máxima y potencia en jugadores jóvenes de deportes colectivos strength and power abilities in young players of collective sports. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 14(1), 7–21.
- Jacobson, B. H. (2015). A comparison of allometric scaling methods for normalizing strength, power, and speed in American football players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(6), 621-627.
- Jahn, K., Strupp, M., Schneider, E., Dieterich, M., & Brandt, T. (2000). Differential effects of vestibular stimulation on walking and running. *Neuroreport*, 11(8), 1745-1748.
- Jegede, E., Watts, S., Stitt, L., & Hore, J. (2005). Timing of ball release in overarm throws affects ball speed in unskilled but not skilled individuals. *Journal of Sports Sciences*, 23(8), 805-816.
- Jerosch, J., & Bischof, M. (1996). Proprioceptive capabilities of the ankle in stable and unstable joints. *Sports Exercise and Injury*, 2, 167-171.
- Jorge, J. (2013). *La capacidad de repetir cambios de dirección: especificidad, valoración y entrenamiento* (Tesis doctoral). Barcelona, Universitat de Barcelona.

- José, P., Hernández, B., Lara, E. R., Manuel, F., & Iturriaga, A. (2017). Relación entre parámetros antropométricos, agarre máximo y velocidad de lanzamiento en jugadores jóvenes de waterpolo Relationship among anthropometric parameters, maximal grip and throwing velocity in youth water polo players. *Retos*, (31), 212–218.
- Juárez, D., López, C., Mallo, J., & Navarro, E. (2010). Análisis del golpeo de balón y su relación con el salto vertical en futbolistas juveniles de alto nivel. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(19), 128–140.
- Katis, A., Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E., & Lees, A. (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 125–31.
- Kavounoudias, A., Roll, R., & Roll, J. P. (2001). Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *Journal of Physiology*, 532(3), 869–878.
- Kaya, M., Uzun, A., Aydos, L., Kanatli, U., & Esen, E. (2012). Investigation of the Effect of Skate-Use on the Sole Contact Areas and Maximal Forces of Ice Hockey. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 14(3), 29–35.
- Kays, B., & Smith, L. (2014). Field measurements of ice hockey stick performance and player motion. *Procedia Engineering*, 72, 563–568.
- Kays, B., & Smith, L. (2015). Numerical simulation of the ice hockey slap shot. *Procedia Engineering*, 112, 22–27
- Kibar, S., Yardimci, F. Ö., Evcik, D., Ay, S., Alhan, A., Manço, M., & Ergin, E. S. (2016). Can a Pilates exercise program be effective on balance, flexibility and muscle endurance? A randomized controlled trial. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(10), 1139-1146.
- Kibele, A., Granacher, U., Muehlbauer, T., & Behm, D. G. (2015). Stable, unstable, and metastable states of equilibrium: Definitions and applications to human movement. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(4), 885–887.

- Kim, M. K., Kim, Y. H., & Yoo, K. T. (2015). Effects of shoe type on lower extremity muscle activity during treadmill walking. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3833-3836.
- Kim, Y. Y., Min, K. O., Choi, J. H., & Kim, S. H. (2016). The effects of sole vibration stimulation on Korean male professional volleyball players' jumping and balance ability. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(5), 1427-1431.
- King, J. A., & Cipriani, D. J. (2010). Comparing preseason frontal and sagittal plane plyometric programs on vertical jump height in high-school basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2109-2114.
- Koenig, K., Mitchell, N. D., Hannigan, T. E., & Clutter, J. K. (2004). The influence of moment of inertia on baseball/softball bat swing speed. *Sports Engineering*, 7, 105-117.
- Kohler, J. M., Flanagan, S. P., & Whiting, W. C. (2010). Muscle activation patterns while lifting stable and unstable loads on stable and unstable surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 313–321.
- Kostić, R., Uzunović, S., Purenović-Ivanović, T., Miletić, Đ., Katsora, G., Pantelić, S., & Milanović, Z. (2015). The effects of dance training program on the postural stability of middle aged women. *Central European Journal of Public Health*, 23 Suppl (6), S67-73.
- Krause, D. A., Smith, A. M., Holmes, L. C., Klebe, C. R., Lee, J. B., Lundquist, K. M., ... Hollman, J. H. (2012). Relationship of off-ice and on-ice performance measures in high school male hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1423-1430.
- Kremkau, F. W. (1992) Doppler principles. *Seminars in Roentgenology*, 27(1), 6-16.
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., & Mohr, M. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 437–41.
- Kumar, S., Prasad, S., Balakrishnan, B., Muthukumaraswamy, K., & Ganesan, M. (2015). Effects of Isha Hatha Yoga on Core Stability and Standing Balance. *Advances in Mind-Body Medicine*, 30(2), 4-10.

- Laffaye, G., Phomsoupha, M., & Dor, F. (2015). Changes in the Game Characteristics of a Badminton Match: A Longitudinal Study through the Olympic Game Finals Analysis in Men's Singles. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(3), 584–590.
- Lafortuna, C. L., Maffiuletti, N. A., Agosti, F., & Sartorio, A. (2005). Gender variations of body composition, muscle strength and power output in morbid obesity. *International Journal of Obesity*, 29(7), 833-841.
- Laliberte, D. J. (2009). Biomechanics of Ice Hockey Slap Shots: Which Stick Is Best ?The Sport Journal. Recuperado de <http://thesportjournal.org/article/biomechanics-of-ice-hockey-slap-shots-which-stick-is-best/>
- Laughton, C. A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J. F., Kerrigan, D. C., ... & Collins, J. J. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait & Posture*, 18(2), 101-108.
- Lazzer, S., Pozzo, R., Rejc, E., Antonutto, G., & Francescato, M. P. (2009). Maximal explosive muscle power in obese and non-obese prepubertal children. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 29(3), 224-228.
- Lê, T. T., & Kapoula, Z. (2008). Role of ocular convergence in the Romberg quotient. *Gait & Posture*, 27(3), 493-500.
- Leanderson, J., Wykman, A., & Eriksson, E. (1993). Ankle sprain and postural sway in basketball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1(3-4), 203-205.
- Leary, B. K., Statler, J., Hopkins, B., Fitzwater, R., Kesling, T., Lyon, J., ...& Haff, G. G. (2012). The relationship between isometric force-time curve characteristics and club head speed in recreational golfers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2685-2697.
- Lee, D. N., & Lishman, J. R. (1975). Visual proprioceptive control of stance. *Journal of Human Movement Studies*, 1(2), 87-95
- Lees, A., Vanrenterghem, J., & Clercq, D. D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37(12), 1929–1940.

- Leguet, J. (1985). *Actions motrices en gymnastique sportive*. Paris: Vigot.
- Lehman, G. J., Gilas, D., & Patel, U. (2008). An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercises. *Manual Therapy, 13*(6), 500–6
- Lehman, G., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2013). Correlation of throwing velocity to the results of lower-body field test in male college baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 27*(4), 902–908.
- Lemmink, K. a P. M. (2004). Evaluation of the reliability of two field hockey specific sprint and dribble tests in young field hockey players. *British Journal of Sports Medicine, 38*(2), 138–142.
- León, F. M. (1999). *La demostración de los errores técnicos para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la gimnasia artística* (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura, Extremadura.
- Leone, M., Léger, L. A, Larivière, G., & Comtois, A. S. (2007). An on-ice aerobic maximal multistage shuttle skate test for elite adolescent hockey players. *International Journal of Sports Medicine, 28*(10), 823–828.
- Lephart, S. M., Perrin, D. H., Fu, F. H., Gieck, J. H., McCue III, F. C., & Irrgang, J. J. (1992). Relationship between selected physical characteristics and functional capacity in the anterior cruciate ligament-insufficient athlete. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 16*(4), 174-181.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraido, J. L., & Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American Journal of Sports Medicine, 25*(1), 130-137.
- Li, Y., Cao, C., & Chen, X. (2013). Similar electromyographic activities of lower limbs between squatting on a reebok core board and ground. *Journal of Strength and Conditioning Research, 27*(5), 1349–1353.

- Liga, L. A., Valle, D. E. L., & Cauca, D. E. L. (2013). *Caracterización morfo-funcional de jugadores de hockey sobre patines categoría pre-juvenil* (Trabajo Final de Grado). Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- Lim, S. B., Cleworth, T. W., Horslen, B. C., Blouin, J. S., Inglis, J. T., & Carpenter, M. G. (2017). Postural threat influences vestibular-evoked muscular responses. *Journal of Neurophysiology*, 117(2), 604-611.
- Lin, J. H., McGorry, R. W., & Chang, C. C. (2012). Effects of handle orientation and between-handle distance on bi-manual isometric push strength. *Applied Ergonomy*, 43(4), 664-670.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics books.
- Lomond, K. V., Turcotte, R. A., & Pearsall, D. J. (2007). Three-dimensional analysis of blade contact in an ice hockey slap shot, in relation to player skill. *Sports Engineering*, 10(2), 87–100.
- López, C., Juárez, D., Mallo, J., & Navarro, E. (2010). Biomechanical analysis of the penalty-corner drag-flick of elite male and female hockey players. *Sports Biomechanics*, 9(2), 72– 8.
- Lorson, K. M., Stodden, D. F., Langendorfer, S. J., & Goodway, J. D. (2013). Age and gender differences in adolescent and adult overarm throwing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84(2), 239 – 44.
- Losa, M. E., Becerro de Bengoa, R., & Palacios, D. (2012). Impact of soft and hard insole density on postural stability in older adults. *Geriatric Nursing*, 33(4), 264–271.
- Lyons, M., Al-Nakeeb, Y., Hankey, J., & Nevill, A. (2013). The effect of moderate and high-intensity fatigue on groundstroke accuracy in expert and non-expert tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(2), 298–308.
- Ma, C. Z. H., Wan, A. H. P., Wong, D. W. C., Zheng, Y. P., & Lee, W. C. C. (2015). A vibrotactile and plantar force measurement-based biofeedback system: Paving the way towards wearable balance-improving devices. *Sensors*, 15(12), 31709-31722.

- Magee, P.M. (2009). *Whole-body predictors of wrist shot accuracy in ice hockey: A kinematic analysis by way of motion capture* (tesis doctoral). Department of Kinesiology and Physical Education, Montreal.
- Mahar, R., Kirby, R., & Macleod, D. (1985). Simulated leg-length discrepancy: its effect on mean center-of-pressure position and postural sway. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(12), 822-824.
- Manzari, L. (2006).eziopatogenesi del deficit vestibolare improvviso: evoluzione concettuale e revisione storica. *Otoneurologia 2000*, (24), 21–37.
- Marinho, D. A., Cretu, M., & Marques, M. C. (2011). Original article a pilot study on the influence of fatigue on kicking velocity in the soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 11(2), 178–181
- Marino, W. (1998). Biomechanical investigations of performance characteristics of various types of ice hockey sticks. *Proceedings of the 16th International Society of Biomechanics in Sport*, 184–187.
- Markovic, G., Dizdar, D., & Jaric, S. (2006). Evaluation of tests of maximum kicking performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(2), 215-20.
- Marković, G., Sekulić, D., & Marković, M. (2007). Is agility related to strength qualities? Analysis in latent space. *Collegium Antropologicum*, 31(3), 787–93.
- Marsh, D. W., Richard, L. a, Williams, L. A., & Lynch, K. J. (2004). The relationship between balance and pitching error in college baseball pitchers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 441-446.
- Martín, R. (1989). Bateria de tests para la evaluación y control de la condición física de jugadores de élite de Hockey sobre patines. *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 3(2), 24-34.
- Martínez de Dios, M. C. (1996). *Hockey: la actividad física y deportiva extraescolar*.

- Mascaró, T., Seaver, B. L., & Swanson, L. (1992). Prediction of Skating Speed with Off-Ice Testing in Professional Hockey Players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 15(2), 92–98.
- Masui, T., Hasegawa, Y., Yamaguchi, J., Kanoh, T., Ishiguro, N., & Suzuki, S. (2006). Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Science*, 11(4), 353-358.
- McBride, J. M., Cormie, P., & Deane, R. (2006). Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 915–918.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- McCluskey, L., Lynskey, S., Leung, C. K., Woodhouse, D., Briffa, K., & Hopper, D. (2010). Throwing velocity and jump height in female water polo players: Performance predictors. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 236–240.
- McConnell, J., Donnelly, C., Hamner, S., Dunne, J., & Besier, T. (2011). Effect of shoulder taping on maximum shoulder external and internal rotation range in uninjured and previously injured overhead athletes during a seated throw. *Journal of Orthopedic Research*, 29(9), 1406-1141.
- McGuine, T. A., Greene, J. J., Best, T., & Levenson, G. (2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(4), 239-244.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 13(5), 387-397.
- McKay, G. D., Goldie, P. A., Payne, W. R., & Oakes, B. W. (2001). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 35(2), 103-108.
- McLean, J. (1992). Widen the gap. *Golf magazine*, 12, 49-53.

- McLeod, T. C. V., Armstrong, T., Miller, M., & Sauers, J. L. (2009). Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4), 465-481.
- McTeigue, M., Lamb, S. R., Mottram, R., & Pirozzolo, F. (1994). Spine and hip motion analysis during the golf swing. *Science and Golf II: Proceedings of the world scientific congress of golf*, 50-58.
- Meckel, Y., Machnai, O. & Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 163-169.
- Meier, J., Topka, M. S., & Hänggi, J. (2016). Differences in cortical representation and structural connectivity of hands and feet between professional handball players and ballet dancers. *Neural Plasticity*.
- Meinel, K., & Schnabel, G. (2004). *Teoría del movimiento humano: motricidad deportiva*. Buenos aires: Stadium.
- Méndez-Giménez, A. (1999). Efectos de la manipulación de variables estructurales en el diseño de juegos modificados de invasión. *Revista Digital Lecturas de Educación Física Y Deportes.*, 16, 1–18.
- Mercé, J.; González, L. M.; Mayo, C.; Pardo, A., y Sorli, J. (2004). Evaluación de la condición física específica en jugadores infantiles y cadetes de fútbol. In *III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. Valencia.
- Mi-Kyoung K., Young-Hwan K., & Kyung-Tae Y. (2015). Effects of shoe type on lower extremity muscle activity during treadmill walking. *Journal of Physical Therapy and Science*, 27(12), 3833-3836.
- Michaud-Paquette, Y., Magee, P., Pearsall, D., & Turcotte, R. (2011). Whole-body predictors of wrist shot accuracy in ice hockey: a kinematic analysis. *Sports Biomechanics*, 10(1), 12–21.
- Millet, G. Y. (2011). Can neuromuscular fatigue explain running strategies and performance in ultra-marathons? The flush model. *Sports Medicine*, 41(6), 489–506.

- Millet, G. Y., Perrey, S., Candau, R., & Rouillon, J. D. (2002). Relationships between aerobic energy cost, performance and kinematic parameters in roller ski skating: Aerobic energy cost of roller ski skating. *International Journal of Sports Medicine*, 23(3), 191–195.
- Minganti, C. (1997). I problemi dell'errore. *Revue Macolin*, 1, 97.
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528.
- Moir, G., Button, C., Glaister, M., & Stone, M. H. (2004). Influence of familiarization on the reliability of vertical jump and acceleration sprinting performance in physically active men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 276-280.
- Moir, G., Sander, G., Button, C., & Glaister, M. (2005). The influence of familiarization on the reliability of force variables measured during un- loaded and loaded vertical jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 140–145.
- Montgomery, D. L. (1982). The effect of added weight on ice hockey performance. *Physician Sportsmed*, 10, 91-99.
- Montgomery, D. L. (2006). Physiological profile of professional hockey players -- a longitudinal comparison. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(3), 181–185.
- Montgomery, D., & Bateni, H. (2003). The performance of the ice hockey slap and wrist shots: the effects of stick construction and player skill. *Sports Engineering*, 6(1), 31–39.
- Müller, S., & Abernethy, B. (2012). Expert anticipatory skill in striking sports: A review and a model. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(2), 175-187.
- Murphy, A. J., & Wilson, G. J. (1996). Poor correlations between isometric tests and dynamic performance: relationship to muscle activation. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 73(4), 353-357.
- Murrell, P., Cornwall, M. W., & Doucet, S. K. (1991). Leg-length discrepancy: Effect on the amplitude of postural sway. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(9), 646-648.

- Nadeau, L., Richard, J.-F., & Godbout, P. (2008). The validity and reliability of a performance assessment procedure in ice hockey. *Physical Education & Sport Pedagogy*.
- Naito, E., & Hirose, S. (2014). Efficient foot motor control by Neymar's brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 594.
- Nakagawa, H., Ohashi, N., Kanda, K., & Watanabe, Y. (1993). Autonomic nervous system disturbance as etiological background of vertigo and dizziness. *Acta Oto-Laryngologica*, 113(S504), 130-133.
- Nakano, T., Araki, K., Michimori, A., Inbe, H., Hagiwara, H., & Koyama, E. (2001). Nineteen-hour variation of postural sway, alertness and rectal temperature during sleep deprivation. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 55(3), 277-278.
- Naranjo, E. N., Cleworth, T. W., Allum, J. H. J., Inglis, J. T., Lea, J., Westerberg, B. D., & Carpenter, M. G. (2016). Vestibulo-spinal and vestibulo-ocular reflexes are modulated when standing with increased postural threat. *Journal of Neurophysiology*, 115(2), 833-842.
- Nashner, L. M. (1971). A model describing vestibular detection of body sway motion. *Acta Oto-Laryngologica*, 72(1-6), 429-436.
- Nashner, L. M. (1972). Vestibular postural control model. *Biological Cybernetics*, 10(2), 106-110.
- Nashner, L. M. (1976). Adapting reflexes controlling the human posture. *Experimental Brain Research*, 26(1), 59-72.
- Nashner, L. M., & McCollum, G. (1985). The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and Brain Sciences*, 8(1), 135-150.
- Nashner, L. M., Shupert, C. L., Horak, F. B., & Black, F. O. (1989). Organization of posture controls: an analysis of sensory and mechanical constraints. *Progress in Brain Research*, 80, 411-418.
- National Hockey League (2015, 25 de enero). *2015 Honda NHL All-Star Skills Competition results*. Recuperado de http://www.nhl.com/ice/news.htm?id=748870#Hardest_Shot

- Nawrocka, A., Mynarski, A., Powerska, A., Rozpara, M., & Garbaciak, W. (2016). Effects of exercise training experience on hand grip strength, body composition and postural stability in fitness pole dancers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*.
- Nelson, A. G., Chambers, R. S., McGown, C. M., & Penrose, K. W. (1986). Proprioceptive neuromuscular facilitation versus weight training for enhancement of muscular strength and athletic performance*. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7(5), 250–253.
- Nepocatych, S., Ketcham, C. J., Vallabhajosula, S., & Balilionis, G. (2016). The effects of unstable surface balance training on postural sway, stability, functional ability and flexibility in women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Nibali, M. L., Chapman, D. W., Robergs, R. A., & Drinkwater, E. J. (2013). A rationale for assessing the lower-body power profile in team sport athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 388-397.
- Nichols, D. S. (1997). Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Physical therapy*, 77(5), 553-558.
- Nightingale, S. (2013a). Ice hockey: the validity and reliability of a novel on-ice test for ice hockey players, *Professional Strength and Conditioning*, 15(31), 15–18.
- Nightingale, S. (2013b). The use of strength and conditioning for ice hockey in the UK. *Professional Strength & Conditioning*, (29), 30–35.
- Nightingale, S. C., Miller, S., & Turner, A. (2012). The usefulness and reliability of fitness testing protocols for ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1742-1748.
- Noakes, T. D., St Clair, A., & Lambert, E. V. (2005). From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), 120–124.
- Noé, F., & Paillard, T. (2005). Is postural control affected by expertise in alpine skiing? *British Journal of Sports Medicine*, 39(11), 835-837.

- Noé, F., Amarantini, D., & Paillard, T. (2009). How experienced alpine-skiers cope with restrictions of ankle degrees-of-freedom when wearing ski-boots in postural exercises. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(2), 341-346.
- Nyabenda, A., Briart, C., Deggouj, N., & Gersdorff, M. (2004). A normative study of the vestibulospinal and rotational tests. *Advances in Physiotherapy*, 6(3), 122-129.
- O'Donoghue, P. G., Boyd, M., Lawlor, J., & Bleakley, E. W. (2001). Time-motion analysis of elite, semi-professional and amateur soccer competition. *Journal of Human Movement Studies*, 41(1), 1-12.
- Offenbacher, E. L. (1970). Physics and the Vertical Jump. *American Journal of Physics*, 38(7), 829.
- Okamoto, A., Sakurai, S., & Ikegami, Y. (2007). How the body weight affect the pulling force in hammer throw? *Journal of Biomechanics*, 40, S621.
- Olex-Zarychta, D., & Raczek, J. (2008). The relationship of movement time to hand-foot laterality patterns. *Laterality*, 13(5), 439-455.
- Olislagers, P. (1984). Lateralite du gymnaste et sens prererentiel individuel de rotation longitudinale. *Revue de l'education phlysique*, 3, 23-28.
- Oliver, J. L., Armstrong, N., & Williams, C. A. (2007). Reliability and validity of a soccer-specific test of prolonged repeated-sprint ability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 137-149.
- Omar, M. T., El Baky, A. M. A., & Ebid, A. A. (2017). Lower-Limb Muscular Strength, Balance, and Mobility Levels in Adults Following Severe Thermal Burn Injuries. *Journal of Burn Care & Research*.
- Onambélé, G. L., Maganaris, C. N., Mian, O. S., Tam, E., Rejc, E., McEwan, I. M., & Narici, M. V. (2008). Neuromuscular and balance responses to flywheel inertial versus weight training in older persons. *Journal of Biomechanics*, 41, 3133–3138.

- Owen, A., Wong, D., Paul, D., & Dellal, A. (2013). Physical and Technical Comparisons between Various-Sided Games within Professional Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 35(4), 286–292.
- Padilla-Alvarado, J. R. (2010). Perfil de proporcionalidad y velocidad de lanzamiento en jugadores de beisbol. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, 10(37), 93-116.
- Pageaux, B., & Lepers, R. (2016). Fatigue Induced by Physical and Mental Exertion Increases Perception of Effort and Impairs Subsequent Endurance Performance. *Frontiers in Physiology*, 7, 587.
- Paillard, T., & Noé, F. (2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(5), 345–348.
- Paillard, T., Costes-Salon, C., Lafont, C., & Dupui, P. (2002). Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *British Journal of Sports Medicine*, 36(4), 304–5.
- Paillard, T., Margnes, E., Portet, M., Breucq, A., (2011). Postural ability reflects the athletic skill level of surfers. *European Journal Applied. Physiology*. 111, 1619–1623.
- Paloski, W. H., Wood, S. J., Feiveson, A. H., Black, F. O., Hwang, E. Y., & Reschke, M. F. (2006). Destabilization of human balance control by static and dynamic head tilts. *Gait & Posture*, 23(3), 315-323.
- Paquette, C., Paquet, N., & Fung, J. (2006). Aging affects coordination of rapid head motions with trunk and pelvis movements during standing and walking. *Gait & Posture*, 24(1), 62-69.
- Párraga, J. A., Sánchez, A., & Oña, A. (2001). Importància de la velocitat de sortida de la pilota i de la precisió com a paràmetres d'eficàcia en el llançament en salt a distància en l'handbol. *Apunts Educació Física i Esport*, 66, 44-51.
- Paüls, J. & Sanz, I. (2017). *Análisis de la técnica* (Apuntes del IIIer curso nacional de entrenadores). Madrid: Real Federación Española de Patinaje.

- Paulus, W. M., Straube, A., & Brandt, T. H. (1984). Visual stabilization of posture. *Brain*, 107(4), 1143-1163.
- Pearsall, D. J., Montgomery, D. L., Rothsching, N., & Turcotte, R. A. (1999). The influence of stick stiffness on the performance of ice hockey slap shots. *Sports Engineering*, 2, 3–11.
- Pereira, L. A., Nakamura, F. Y., Moraes, J. E., Kitamura, K., Ramos, S. P., & Loturco, I. (2017). Movement patterns and muscle damage during simulated rugby sevens matches in National team players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Pérennou, D. A., Amblard, B., Laassel, E. M., & Pélissier, J. (1997). Hemispheric asymmetry in the visual contribution to postural control in healthy adults. *Neuroreport*, 8(14), 3137-3141.
- Pérez-Tejero, J., Soto-Rey, J. & Rojo-González, J. J. (2011). Estudio del tiempo de reacción ante estímulos sonoros y visuales. *Motricidad: European Journal of Human Movement*, 27, 149–162.
- Peterka, R. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88, 1097–1118.
- Peterson, B. J., Fitzgerald, J. S., Dietz, C. C., Ziegler, K. S., Ingraham, S. J., Baker, S. E., & Snyder, E. M. (2015). Aerobic capacity is associated with improved repeated shift performance in hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1465-1472.
- Petrella, M., Gramani-Say, K., Serrão, P. R. M. S., Lessi, G. C., Barela, J. A., Carvalho, R. P., & Mattiello, S. M. (2017). Measuring postural control during mini-squat posture in men with early knee osteoarthritis. *Human Movement Science*, 52, 108-116.
- Peyer, K. L., Pivarnik, J. M., Eisenmann, J. C., & Vorkapich, M. (2011). Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1183-1192.

- Peyer, Karissa L; Pivarnik, James M; Eisenmann, Joey C; Vorkapich, M. (2011). Physiological Characteristics of National Collegiate Athletic ... *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1183–1192.
- Pfaltz, C. R., & Novak, B. (1977). Optokinetic training and vestibular habituation. *Journal for Oto-Rhino-Laryngology and its Related Specialities*, 39(6), 309-320.
- Pfaltz, C. R., & Novak, B. (1977). Optokinetic training and vestibular habituation. *Journal for Oto-rhino-laryngology and its Related Specialties*, 39(6), 309-320.
- Pinaud, P. (2009). *Percepción y creatividad en el proceso de aprendizaje del balonmano*. Barcelona: Stonberg.
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919.
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919.
- Pokrajac, B. (1980). Difference between initial ball velocities when using a sidearm throw in field ball". *Fizicka kultura*, 34(4), 333-337.
- Ponce, D. A. (2011). *Time Motion en Hockey sobre Patines y su correlación con el Consumo Máximo de Oxígeno Directo y el Sprint Repetido*. Mendoza: Universidad del Aconcagu.
- Porta, J., & Mori, I. (1987). *Hockey total*. Oviedo: Ayuntamiento de Oviedo.
- Potteiger, J. A., Smith, D. L., Maier, M. L., & Foster, T. S. (2010). Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division imen’s hockey athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1755–1762.
- Potter, P. J., Kirby, R. L., & MacLeod, D. A. (1990). The effects of simulated knee-flexion contractures on standing balance. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 69(3), 144-147.

- Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M., & Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: Effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(27), 1389–1396.
- Pozzo, T., Berthoz, A., & Lefort, L. (1990). Head stabilization during various locomotor tasks in humans. *Experimental Brain Research*, 82(1), 97-106.
- Puertas Figueroa MI1, Castro Sepúlveda MA2, Enoch Jara - Mg EJ3, Bustos Toledo HS4, D. N. V., & 1. (2012). Efectos de un entrenamiento en plataforma vibratoria sobre la fuerza explosiva del tren inferior en jugadores de hockey patín. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*. 7(C), 1–10.
- Pugh, S. F., Kovaleski, J. E., Heitman, R. J., & Pearsall, A. W. (2003) Upper and lower body strength in relation to underhand pitching speed experienced and inexperienced pitchers. *Perceptual Motor Skills*, 93(3), 813-818.
- Pyne, D. B., Duthie, G. M., Saunders, P. U., Petersen, C. A., & Portus, M. R. (2006). Anthropometric and strength correlates of fast bowling speed in junior and senior cricketers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 620–626.
- Pyykkö, I., Enbom, H., Magnusson, M., & Schalén, L. (1991). Effect of proprioceptor stimulation on postural stability in patients with peripheral or central vestibular lesion. *Acta Oto-laryngologica*, 111(1), 27-35.
- Rahal, M. A., Alonso, A. C., Andrusaitis, F. R., Rodrigues, T. S., Speciali, D. S., Greve, J. M. D., & Leme, L. E. G. (2015). Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing. *Clinics*, 70(3), 157-161.
- Rahal, M. A., Alonso, A. C., Andrusaitis, F. R., Rodrigues, T. S., Speciali, D. S., Greve, J. M. D., & Leme, L. E. G. (2015). Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing. *Clinics*, 70(3), 157-161.
- Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A., & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of Sports Science*, 21(11), 933-942.

- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Bravo, D. F., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*, 28(3), 228-235.
- Ransdell, L. B., Murray, T. M., & Gao, Y. (2013). Off-ice fitness of elite female ice hockey players by team success, age, and player position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 875–884.
- Raymond, M., Pontier, D., Dufour, A. B., & Moller, A. P. (1996). Frequency-dependent maintenance of left handedness in humans. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 263 (1377), 1627-1633.
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynonn, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., ... Khan, K. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: An International Olympic Committee current concepts statement - Deel 2. *Sport en Geneeskunde*, 41(4), 20–30.
- Ribera, D. (2015). *Diseño de pruebas motrices coordinativas. Hacia la autoevaluación en educación física*. (Tesis doctoral). Lleida, Universitat de Lleida
- Richens, B., & Cleather, D. J. (2014). The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. *Biology of Sport*, 31(2), 157–161.
- Riemann, B. L., & Guskiewicz, K. M. (2000). *Contribution of the peripheral somatosensory system to balance and postural equilibrium*. Estudio presentado en Proprioception and neuromuscular control in joint stability, Champaign: Human Kinetics.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 71-79.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 80-84.
- Riemann, B. L., Myers, J. B., & Lephart, S. M. (2002). Sensorimotor system measurement techniques. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 85-98.

- Riva, P. D. (2005 abril). *L'activation visuo-proprioceptive dans l'entrainement, la prevention et la readaptation*. Documento presentado en XIV Journees Medicales du Tennis, Monaco.
- Riverola, R. (2009). *Hockey patines: preparación física*. Alicante: Alto Rendimiento.
- Rivilla-García, J.; Navarro, F.; Grande, I., & Sampedro, J. (2012). Capacidad de lanzamiento en balonmano en función del puesto específico. *Revista Internacional de Medicina Y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 12(48), 699-714.
- Rivilla, J. (2011), *Test físico- técnico – tácticos. La toma de decisiones y el factor cognitivo en la valoración científica de la condición física en los deportes de equipo*. Sevilla: Wanceulen.
- Robert-Lachaine, X., Turcotte, R. a., Dixon, P. C., & Pearsall, D. J. (2012). Impact of hockey skate design on ankle motion and force production. *Sports Engineering*, 15(4), 197–206.
- Robinson, G., & O'Donoghue, P. (2008). A movement classification for the investigation of agility demands and injury risk in sport. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(1), 127-144.
- Roczniok, R., Stanula, A., Gabryś, T., Szmatlan-Gabryś, U., Gołaś, A., & Stastny, P. (2016). Physical fitness and performance of polish ice-hockey players competing at different sports levels. *Journal of Human Kinetics*, 50(2), 201–208.
- Rodacki, L. F., Fowler, N. E., Bennett, S. J., & Bota, J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 105–116.
- Rodrigues J. R. (2013). *Youth Roller Hockey Players: Characteristics by Playing Position* (Tesis de Máster). University of Coimbra, Portugal.
- Rodríguez-Matoso, D., Rodríguez-Ruiz, D., Quiroga, M. E., Sarmiento, S., De Saa, Y., & García-Manso, J. M. (2010). Tensiomiografía, utilidad y metodología en la evaluación muscular. *Revista Internacional de Medicina Y Ciencias de la Actividad Fisica y Del Deporte*, 10(40), 620–629.
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-specific vertical jump tests:

- reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 196-206.
- Rodríguez, F. A. (1991). Valoración funcional del jugador de hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física i Esports*, 1991(23), 51–62.
- Rodríguez, F. A., Martín, R., & Hernández, J. (1991). Prueba maxima progresiva en pista para valoración de la condición aeróbica en hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física I Esports*, 1991(23), 63–70.
- Rogowski, I., Creveaux, T., Faucoc, A., Rota, S., Champely, S., Guillot, A., & Hautier, C. (2009). Relationship between muscle coordination and racket mass during forehand drive in tennis. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 289-298
- Røksund, O. D., Kristoffersen, M., Bogen, B. E., Wisnes, A., Merete, S., Nilsen, A., ... Gundersen, H. (2017). Higher drop in speed during a repeated sprint test in soccer players reporting former hamstring strain injury. *Frontiers in Physiology*, 8(25), 1–8.
- Rosanas, R. (2013). *Análisis electromiográfico del chut en hockey patines*. Recuperado de <http://www.alltherightmoves.info/category/blog/>
- Rossi, J., Vigouroux, L., Barla, C., & Berton, E. (2014). Potential effects of racket grip size on lateral epicondylalgia risks. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(6), e462-470.
- Rubio, F. J., Franco, L., Peral, R., & Boqué, M. (1993). Perfil antropométrico y funcional del jugador de hockey sobre patines. *Apunts*, 3, 23-29.
- Ruíz, L. M. & Bañuelos, F. S. (1997). *Rendimiento deportivo: claves para la optimización de los aprendizajes*. Madrid: Gymnos.
- Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., Cook, C. J., Love, T. D., Bracken, R. M., & Kilduff, L. P. (2016). Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match-play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2839-2844.

- Rustrup, P. E., Ebis, M. E. & Ensen, J. A. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 437–441.
- Sabaté, R. (2009). *Hockey Patines preparación física*. Madrid. Ediciones Alto Rendimiento.
- Sadeghi, H., Allard, P., Prince, F., & Labelle, H. (2000). Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: A review. *Gait and Posture*, 12(1), 34–45.
- Saeterbakken, A. H., & Fimland, M. S. (2013). Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 130-136.
- Sahaly, R., Vandewalle, H., Driss, T., & Monod, H. (2001), Maximal Voluntary Force and Rate of Force Development in Humans--Importance of Instruction, *European Journal of Applied Physiology*, 85(4), 345–350.
- Salavati, M., Moghadam, M., Ebrahimi, I., & Arab, A. M. (2007). Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. *Gait & Posture*, 26(2), 214-218.
- Salles, A. S., Baltzopoulos, V., & Rittweger, J. (2011). Differential effects of countermovement magnitude and volitional effort on vertical jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 111(3), 441–448.
- San Román-Quintana, J., Calleja-González, J., Castellano Paulis, J., & Casamichana Gómez, D. (2010). Análisis de la capacidad de salto antes, durante y después de la competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(21), 311–321.
- Sánchez, D. B., & Ramírez, F. A. (1999). *La iniciación deportiva y el deporte escolar*. Barcelona: Inde.
- Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A., & Piccinno, A. (2014). Balance training exercises decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 397.

- Santos-Lozano, A. (2014). Comparison of two systems designed to measure vertical jump height. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, (October), 123–130.
- Santos, M. M., & Lima, P. P. S. (2016). Relação entre o desempenho no running-based anaerobic sprint test (RAST) e as características antropométricas de atletas de hóquei sobre patins. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 10, 552–558.
- Santos, S., Jiménez, S., Sampaio, J., & Leite, N. (2017). Effects of the Skills4Genius sports-based training program in creative behavior. *Plos One*, 12(2), e0172520.
- Sartorio, A., Agosti, F., De Col, A., & Lafortuna, C. L. (2006). Age-and gender-related variations of leg power output and body composition in severely obese children and adolescents. *Journal of endocrinological investigation*, 29(1), 48-54.
- Sartorio, A., Maffiuletti, N. A., Agosti, F., & Lafortuna, C. L. (2005). Gender-related changes in body composition, muscle strength and power output after a short-term multidisciplinary weight loss intervention in morbid obesity. *Journal of Endocrinological Investigation*, 28(8), 494-501.
- Sastre, J. M. (1952). *Hockey sobre patines*. Barcelona: Juventud.
- Schlee, G., Sterzing, T., & Milani, T. L. (2009). Effects of footwear on plantar foot sensitivity: a study with Formula 1 shoes. *European journal of applied physiology*, 106(2), 305-309
- Schlesinger, A., Redfern, M. S., Dahl, R. E., & Jennings, J. R. (1998). Postural control, attention and sleep deprivation. *Neuroreport*, 9(1), 49-52.
- Sedano, S., de Benito, A. M., Velasco, J. M. I., Castán, J. C. R., & Castán, R. (2009). Validación de un protocolo para la medición de la velocidad de golpeo en fútbol. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 2(96), 42-46.
- Segovia, J. C. (2009). *Valores podostabilométricos en la población deportiva infantil*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid.
- Seirulo, F. (1996). *Una propuesta para la construcción de sistemas de entrenamiento en los deportes colectivos*. Madrid: Editorial popular.

- Selbie, W. S., & Caldwell, G. E. (1996). A simulation study of vertical jumping from different starting postures. *Journal of Biomechanics*, 29(9), 1137–1146.
- Seo, N. J., & Armstrong, T. J. (2008). Investigation of grip force, normal force, contact area, hand size, and handle size for cylindrical handles. *Human Factors*, 50(5), 734-744.
- Seo, N. J., Armstrong, T. J., & Young, J. G. (2010). Effects of handle orientation, gloves, handle friction and elbow posture on maximum horizontal pull and push forces. *Ergonomics*, 53(1), 92-101.
- Sheikholeslami-Vatani, D., Ahmadi, S., & Salavati, R. (2016). Comparison of the Effects of Resistance Exercise Orders on Number of Repetitions, Serum IGF-1, Testosterone and Cortisol Levels in Normal-Weight and Obese Men. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(1), e30503.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932.
- Shim, J. K., Karol, S., Kim, Y. S., Seo, N. J., Kim, Y. H., Kim, Y., & Yoon, B. C. (2012). Tactile feedback plays a critical role in maximum finger force production. *Journal of Biomechanics*, 45(3), 415-420.
- Shinkle, J., Nesser, T. W., Demchak, T. J., & McMannus, D. M. (2012). Effect of core strength on the measure of power in the extremities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 373-380.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (1995). *Motor control: theory and practical applications*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Siedlecka, B., Sobera, M., Sikora, A., & Drzewowska, I. (2015). The influence of sounds on posture control. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 17(3), 95-102.
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo
- Signorile, J. F., Sandler, D. J., Smith, W. N., Stoutenberg, M., & Perry, A. C. (2005). Correlation analyses and regression modeling between isokinetic testing and on-court performance in

- competitive adolescent tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 519–526.
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 17.
- Slobounov, S., Slobounov, E., & Newell, K. (2006). Application of virtual reality graphics in assessment of concussion. *Cyberpsychology & Behavior*, 9(2), 188–191.
- Simmons, R. W. (2005). Sensory organization determinants of postural stability in trained ballet dancers. *The International Journal of Neuroscience*, 115(1), 87–97.
- Smith, L., & Kensrud, J. (2014) Field and laboratory measurements of softball player swing speed and bat performance. *Sports Engineering*, 17, 75-82.
- Smith, P. F. (2001). New evidence that nicotine affects eye movement and balance in susceptible individuals. *Neuroreport*, 12(6), A31.
- Smolevskiy, V., & Gaverdovskiy, I. (1996). *Tratado general de gimnasia artística deportiva*. Barcelona: Paidotribo.
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. (1989). *Statistical Methods. 8th Ed.* Iowa: Iowa State Press.
- Soares, E. G., Brown, L. E., Gomes, W. A., Corrêa, D. A., Serpa, É. P., da Silva, J. J., ... & Marchetti, P. H. (2016). Comparison between Pre-Exhaustion and Traditional Exercise Order on Muscle Activation and Performance in Trained Men. *Journal of sports science and medicine*, 15(1), 111.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025–1044.
- Spencer, M., Fitzsimons, M., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1–2), 181–4.
- Struzik, A., & Zawadzki, J. (2013). Leg stiffness during phases of countermovement and take-off in vertical jump. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 15(2), 113–118.

- Suárez, J. A. (1993). Guía didáctica (Curso nacional de entrenadores de hockey sobre patines). Madrid: Real Federación Española de Patinaje.
- Subijana, C. L., Gómez, M., Martín-Casado, L., & Navarro, E. (2012) Training-induced changes in drg-flick technique in female field hockey players. *Biology in Sport*, 29, 263-268.
- Surenkok, O., Isler, A. K., Aytar, A., Gultekin, Z., & Akman, M. N. (2006). Effect of knee muscle fatigue and lactic acid accumulation on balance in healthy subjects. *Isokinetics and Exercise Science*, 14(4), 301-306.
- Szymanski, D. J. (1998). The Effect of Various Weighted Bats on Bat Velocity—Literature Review. *Strength and Conditioning Journal*, 20(3), 8-11.
- Taboga, P., Sepulcri, L., Lazzer, S., De Conti, D., & Di Prampero, P. E. (2013). One leg lateral jumps-a new test for team players evaluation. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 53(5), 524-532.
- Taglietti, M., Dela Bela, L. F., Dias, J. M., Marcondes, A. R., Nogueira, J. F., Batista Júnior, J. P., da Silva, R. G., McVeigh, J. G., Facci, L. M., Moura, F. A., Cardoso, J. R. (2016). Postural sway, balance confidence and fear of falling in women with knee osteoarthritis in comparison to matched controls, *The Journal of Injury Function and Rehabilitation*.
- Tantiña, M., Vidal, B., & López, J. (2014). Análisis de la actividad competitiva en jugadores profesionales de hockey sobre patines (Time-motion analysis of professional rink-hockey players). *Kronos*, 13(2).
- Thiel, D., Tremayne, M., James, D., & Rowlands, D. (2010). Modified chapman ball control test in field hockey using a stick-mounted accelerometer. *Procedia Engineering*, 2(2), 3449.
- Thompson, C. J., Cobb, K. M., & Blackwell, J. (2007). Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. *Journal of Strength Conditioning and Research*, 21(1), 131-137.
- Thompson, C., & Bélanger, M. A. R. C. (2002). Effects of vibration in inline skating on the Hoffmann reflex, force, and proprioception. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2037-2044.

- Tia, B., Paizis, C., Mourey, F., & Pozzo, T. (2012). Do equilibrium constraints modulate postural reaction when viewing imbalance? *Brain and Cognition*, 79(2), 89-95.
- Tia, B., Saimpont, A., Paizis, C., Mourey, F., Fadiga, L., & Pozzo, T. (2011). Does observation of postural imbalance induce a postural reaction? *PloS one*, 6(3), e17799.
- Til, L., Barceló, O., Pomés, T., Martínez, R., Galilea, P., Bellver, M. (2013). Força lumbar en jugadors d'hoquei sobre herba. *Apunts Medicina de l'Esport*, 42(155), 138–144.
- Torner, J. E. (1984). *Mi aportación al hockey sobre patines*. Barcelona: Gráficas.
- Torreblanca-Martínez, V., Otero-Saborido, F. M., & González-Jurado, J. A. (2016). Effects of Muscle Fatigue Induced by CMJ on Efficacy Parameters of Instep Ball Kicking in Soccer. *Journal of Applied Biomechanics*, 1-24.
- Torres, L. y Solé J. (2010). Relación entre la potencia muscular de extremidades inferiores y tronco con la velocidad de salida de la bola en el swing de drive en golf. *Apunts. Educación Física Y Deportes*, 75–82.
- Travison, T. G., Araujo, A. B., Esche, G. R., Beck, T. J., & McKinlay, J. B. (2008). Lean mass and not fat mass is associated with male proximal femur strength. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23(2), 189-198.
- Trossman, P. B., & Li, P. W. (1989). The effect of the duration of intertribal rest periods on isometric grip strength performance in young adults. *Occupational Therapy Journal of Research*, 9, 362–378.
- Trullols, C. (1991). Tàctica y estrategia en el hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física i Esports*, 1991(23), 7–14.
- Tseng, S. Y., Hsu, P. S., Lai, C. L., Liao, W. C., Lee, M. C., & Wang, C. H. (2016). Effect of Two Frequencies of Whole-Body Vibration Training on Balance and Flexibility of the Elderly. *American Journal of Physical*, 894(9115/16), 9510-0730.
- Tseng, S. Y., Lai, C. L., Chang, K. L., Hsu, P. S., Lee, M. C., & Wang, C. H. (2016). Influence of whole-body vibration training without visual feedback on balance and lower-extremity muscle strength of the elderly: a randomized controlled trial. *Medicine*, 95(5).

- Tucker, C. A., Ramirez, J., Krebs, D. E., & Riley, P. O. (1998). Center of gravity dynamic stability in normal and vestibulopathic gait. *Gait & Posture*, 8(2), 117-123.
- Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Campbell, R. J., Donellan, S., & Mchugh, M. P. (2002). The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 680–3.
- Uimonen, S., Laitakari, K., Bloigu, R., & Sorri, M. (1994). The repeatability of posturographic measurements and the effects of sleep deprivation. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium & Orientation*, 4(1), 29-36.
- Uljevic O., Spasic M., & Sekulic D. (2013). Sport-specific motor fitness tests in water polo: Reliability, validity and playing differences. *Journal of Sport Science and Medicine*, 12, 646-654.
- Ullrich, B., Kleinöder, H., Brüggemann, G. P. (2010). Influence of length-restricted strength training on athlete's power-load curves of knee extensors and flexors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 668-678.
- Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 1-20.
- Van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 413–418.
- Van der Wende, K. (2005). *The effects of game specific task constraints on the outcome of the water polo shot (master thesis)*. Auckland University of Technology, New Zealand.
- Vaquera, A., Rodríguez, J., Villa, J., García, J., & Avila, C. (2002). Cualidades fisiológicas y biomecánicas del jugador joven de liga EBA. *Revista Motricidad. European Journal of Human Movement*, 9, 43–63.
- Vaugoyeau, M., Viel, S., Amblard, B., Azulay, J. P., & Assaiante, C. (2008). Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans. *Gait & Posture*, 27(2), 294-302.

- Vaz, M. A. P., Ramos, N., Abrantes, J., de Melo, F. Q., & Conceição, F. (2011). Biomechanics of the penalty stroke in roller hockey. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 11(2), 129-132.
- Vela, A., Santos, F., & Los, G. E. De. (2010). Análisis cinemático del lanzamiento con el brazo derecho e izquierdo en waterpolo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(39), 369–380.
- Verjoshanski, I. (1990). *Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Vermillion, B. C., Lum, P. S., & Lee, S. W. (2015). Proximal arm kinematics affect grip force-load force coordination. *Journal of Neurophysiology*, 114(4), 2265–77.
- Vescovi, J. D., Murray, T. M., & Vanheest, J. L. (2006). Positional Performance Profiling of Elite Ice Hockey Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 84–94.
- Vila, H., Abraldes J. A., Ferragut, C., Fernández, N., & Alcaraz, P. E. (2011). Análisis de la velocidad de lanzamiento y su eficacia en relación al éxito en waterpolo. *Revista Internacional de Deportes Colectivos Análisis*, 10, 32–49.
- Villaseñor, A., Turcotte, R. A., & Pearsall, D. J. (2006). Recoil effect of the ice hockey stick during a slap shot. *Journal of Applied Biomechanics*, 22(3), 202–211.
- Visnapuu, M., & Jürimäe, T. (2007). Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 923-929.
- Waddington, G., & Adams, R. (2000). Textured insole effects on ankle movement discrimination while wearing athletic shoes. *Physical Therapy in Sport*, 1(4), 119-128.
- Waddington, G., & Adams, R. (2000). Textured insole effects on ankle movement discrimination while wearing athletic shoes. *Physical Therapy in Sport*, 1(4), 119-128.
- Waddington, G., & Adams, R. (2003). Football boot insoles and sensitivity to extent of ankle inversion movement. *British Journal of Sports Medicine*, 37(2), 170-175.

- Wagner, H., Buchecker, M., Von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2010). Kinematic description of elite vs. low level players in team-handball jump throw. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(1), 15-23.
- Waldron, M., Worsfold, P., Twist, C., & Lamb, K. (2014). Changes in anthropometry and performance, and their interrelationships, across three seasons in elite youth rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3128-3136.
- Wang, H. K., Chen, C. H., Shiang, T. Y., Jan, M. H., & Lin, K. H. (2006). Risk-factor analysis of high school basketball–player ankle injuries: a prospective controlled cohort study evaluating postural sway, ankle strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(6), 821-825.
- Wang, H., Ji, Z., Jiang, G., Liu, W., & Jiao, X. (2016). Correlation among proprioception, muscle strength, and balance. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(12), 3468-3472.
- Watson, R. C., & Sargeant, T. L. (1986). Laboratory and on-ice test comparisons of anaerobic power of ice hockey players. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 11(4), 218-224.
- Weakley, J. J., Till, K., Darrall-Jones, J., Roe, G. A., Phibbs, P. J., Read, D., & Jones, B. L. (January 2017). Strength and Conditioning Practices in Adolescent Rugby Players: Relationship with Changes in Physical Qualities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Werner, S. L., Suri, M., Guido, J. a, Meister, K., & Jones, D. G. (2008). Relationships between ball velocity and throwing mechanics in collegiate baseball pitchers. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 17(6), 905–8.
- Whitney, S., Wrisley, D., & Furman, J. (2003). Concurrent validity of the Berg Balance Scale and the Dynamic Gait Index in people with vestibular dysfunction. *Physiotherapy Research International*, 8(4), 178-186.
- Wilson, K., Snyder, G., Game, A., Quinney, A., & Bell, G. (2010). The development and reliability of a repeated anaerobic cycling test in female ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 580–584.

- Wimshurst, Z. L., Sowden, P. T., & Wright, M. (2015). Expert-novice differences in brain function of field hockey players. *Neuroscience*, *315*, 31–44.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, *3*(4), 193-214.
- Winter, D. A., Patla, A. E., Rietdyk, S., & Ishac, M. G. (2001). Ankle muscle stiffness in the control of balance during quiet standing. *Journal of Neurophysiology*, *85*(6), 2630-2633.
- Woo, T. K. (2004). *A Three-Dimensional Comparison of Elite and Recreational Ice Hockey Slap Shots* (Tesis de Master). McGill University, Quebec.
- Woo, T., Loh, J., Turcotte, R., & Pearsall, D. (2004). The ice hockey slap shot, elite versus recreational. *International Symposium of Biomechanics in Sports*, 511–514.
- Wood, C. J., & Aggleton, J. P. (1989). Handedness in “fast ball” sports: do left-handers have an innate advantage? *British Journal of Psychology*, *80*(2), 227–240.
- Worobets, J. T., Fairbairn, J. C., & Stefanyshyn, D. J. (2006). The influence of shaft stiffness on potential energy and puck speed during wrist and slap shots in ice hockey. *Sports Engineering*, *9*(4), 191–200.
- Wragg, C. B., Maxwell, N. S., & Doust, J. H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *European Journal of Applied Physiology*, *83*(1), 77-83.
- Wu, T. C., Pearsall, D., Hodges, A., Turcotte, R., Lefebvre, R., Montgomery, D., & Bateni, H. (2003). The performance of the ice hockey slap and wrist shots: the effects of stick construction and player skill. *Sports Engineering*, *6*(1), 31–39.
- Wulf, G., & Su, J. (2007). An external focus of attention enhances golf shot accuracy in beginners and experts. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *78*(4), 384–389.
- Yagüe, P. L. (2005). *Hockey sobre patines: estudio de las demandas fisiológicas en competición, análisis del perfil fisiológico funcional, desarrollo y validación de un modelo de valoración funcional específica orientado al jugador de campo* (tesis doctoral). Universidad de Oviedo, Oviedo.

- Yagüe, P. L., Del Valle, M. E., Egocheaga, J., Linnamo, V., & Fernández, A. (2013). The competitive demands of elite male rink hockey. *Biology of Sport*, 30(3), 195–199.
- Young, J. G., Lin, J. H., Chang, C. C., McGorry, R.W. (2013). The natural angle between the hand and handle and the effect of handle orientation on wrist radial/ulnar deviation during maximal push exertions. *Ergonomics*, 56(4), 682-691.
- Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 74–83.
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 159-169.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changed of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282–288.
- Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 315-319.
- Young, W., Dawson, B., Henry, G., Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). *Sports Science & Coaching*, 10(1), 10–20.
- Young, W., MacDonald, C., Heggen, T., & Fitzpatrick, J. (1997). An evaluation of the specificity, validity and reliability of jumping tests. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37(4), 240-245.
- Zeier, U. (1987). As exigencias mínimas para a técnica do guarda-redes. *Setemetros*, 24, 29-33.
- Zhu, Q., Dapena, J., & Bingham, G. P. (2009). Learning to throw to maximum distances: do changes in release angle and speed reflect affordances for throwing? *Human Movement Science*, 28(6), 708–25.

